

SUMÁRIO

Sessão — dia 02/08/77

- 1. Manganês e Ferro
- 2. Manganês e Lixo
- 3. Substâncias do Mn
- 4. Reservas e Sua Distribuição por País
- 5. Produção e Consumo em o Ano 2000
- 6. Consumo e Produção em o Ano 2000
- 7. Manganês
- 8. Análise Química
- 9. Propriedades e Análise de Ligadas
- 10. Minérios de Lixão
- 11. Beneficiamento
- 12. Usos de Manganês
- 13. Características dos Minérios
- 14. Tipos de Minérios e Suas Aplicações
- 15. Manganês
- 16. Manganês e Ferro

“O MANGANÊS NO MUNDO E NO BRASIL”

- 1. Manganês no Mundo
- 1.1. Características do Mundo
- 1.2. Características do Brasil
- 1.3. Características do Brasil
- 1.4. Características do Brasil
- 1.5. Características do Brasil
- 1.6. Características do Brasil
- 1.7. Características do Brasil
- 1.8. Características do Brasil
- 1.9. Características do Brasil
- 1.10. Características do Brasil
- 1.11. Características do Brasil
- 1.12. Características do Brasil
- 1.13. Características do Brasil
- 1.14. Características do Brasil
- 1.15. Características do Brasil
- 1.16. Características do Brasil
- 1.17. Características do Brasil
- 1.18. Características do Brasil
- 1.19. Características do Brasil
- 1.20. Características do Brasil

SUMÁRIO

1. **Manganês no mundo**
 - 1.1 Introdução
 - 1.2 Histórico e Usos
 - 1.3 Substitutos do Mn
 - 1.4 Reservas e Sua Distribuição por País
 - 1.5 Produção e Projeção até o Ano 2000
 - 1.6 Consumo e Projeção até o Ano 2000
 - 1.7 Mineralogia
 - 1.8 Ambiência Geológica
 - 1.9 Pesquisa e Avaliação de Jazidas
 - 1.10 Métodos de Lavra
 - 1.11 Beneficiamento
 - 1.12 Ligas de Manganês
 - 1.13 Classificação dos Minérios
 - 1.14 Preços do Minério — Suas Implicações
 - 1.15 Tecnologia
 - 1.16 Consideração Estratégica
2. **Manganês oceânico**
 - 2.1 Generalidades
 - 2.2 Origem dos Nódulos
 - 2.3 Consórcios Dedicados à Exploração dos Nódulos
 - 2.4 Tecnologia dos Nódulos
 - 2.5 Mineralogia dos Nódulos
 - 2.6 Custos de Capital e de Operação
 - 2.7 Direitos do Mar
3. **Manganês no Brasil**
 - 3.1 Generalidades
 - 3.2 Problemas Básicos e Recomendações em 1975
 - 3.3 Reservas e Sua Distribuição por Estados
 - 3.4 Produção e Suas Projeções até o Ano 2000
 - 3.5 Consumo e Projeção até o ano 2000
 - 3.6 Exportação e Importação
 - 3.7 Preços e Imposto Único
 - 3.8 Operação de Manganês do Morro da Mina
 - 3.9 O Manganês da Região da Serra dos Carajás
 - 3.10 O Manganês do Urucum e de Outras Áreas de Corumbá
 - 3.11 O Manganês da Serra do Navio — Amapá
 - 3.12 O Manganês em Outras Regiões do Brasil
 - 3.13 Possibilidades de Novas Ocorrências de Manganês no Brasil
4. **Conclusões**
5. **Bibliografia**

1.1. INTRODUÇÃO

Extremamente satisfeito e agradecido, em nome da Companhia Mineral de Minas e no meu próprio, o autor encerra esta parte prometendo do VII Simpósio Brasileiro de Metalurgia, Centro Minas-Reno e Ilvita de Engenharia da Universidade Federal de Rio Grande do Sul, para realizar uma conferência sobre Manganês.

O Tema É importante e oportuno e com a potencial oportunidade de abordar os mais diversos aspectos sobre manganês e debater com os Sócios os pontos de maior interesse.

Quero deixar claro que as ideias, conclusões e recomendações expressas em este trabalho são de exclusiva responsabilidade e não representam o posicionamento da Companhia Mineral de Minas sobre o assunto.

1. MANGANÊS NO MUNDO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre o manganês, sua importância e sua produção no mundo e no Brasil e um resumo do trabalho desenvolvido pela Companhia Mineral de Minas para o aproveitamento do Proboscis de Manganês Carbonatado de Manganês do Estado de Minas, Conselho Federal de Minas, MG.

Muito agradecimentos a todos que colaboraram com o trabalho de pesquisa e na elaboração deste trabalho.

Muito agradecimento especial ao Sr. Oscar E. Hudson, Presidente da Cia. Mineral de Minas, pela maior atenção para este assunto e pela facilidade que me proporcionou.

1.1 INTRODUÇÃO

Inicialmente desejo agradecer, em nome da Companhia Meridional de Mineração e no meu próprio, o honroso convite feito pelos promotores do VII Simpósio Brasileiro de Mineração, Centro Moraes Rego e Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para proferir uma conferência sobre Manganês.

O Tema é importante e oportuno e com a possível objetividade procurarei abordar os mais diversos aspectos sobre manganês e debater com os Senhores os pontos de maior interesse.

Quero deixar claro que as idéias, conclusões, e recomendações expressas neste trabalho são de minha inteira responsabilidade e não representam o pensamento da Companhia Meridional de Mineração sobre o assunto.

De acordo com o SUMÁRIO o tema é grande, daria para diversas conferências mas, dentro do tempo disponível, espero destacar os aspectos básicos mais importantes e mais atuais, do Manganês no Mundo e no Brasil e em especial o trabalho desenvolvido pela Meridional para o aproveitamento do Protominério Sílico-Carbonatado de Manganês do Morro da Mina, Conselheiro Lafaiete, MG.

Meus agradecimentos a todos que colaboraram comigo na pesquisa de dados e na elaboração deste trabalho.

Meu agradecimento especial ao Sr. Oren E. Hudson, Presidente da Cia. Meridional de Mineração, pela minha indicação para esta apresentação e pelas facilidades que me proporcionou.

1.2 HISTÓRICO E USOS

Não se conhecem as origens (data) de início do uso do minério de manganês.

A palavra portuguesa manganês é derivada do francês manganèse.

O francês manganèse era "magnesia negra" no século XVI e deu origem ao italiano manganese, espanhol manganese e inglês manganese. É uma modificação do latim medieval mangnesia, variante do latim medieval magnesia.

O bióxido de manganês, piroluzita, nome originário de duas palavras gregas "Fogo" e "Lavar", foi usado pelos antigos egípcios e romanos na indústria do vidro, para controle da cor, para tirar matizes indesejáveis e também dar um produto incolor, e assim até fins do Século XVIII.

Uma referência econômica é feita sobre a vida de São Magno, falecido em 6 de setembro de 750. Missionário e muito culto procurava elevar o nível de vida das regiões por onde passava ensinando e promovendo a economia das povoações. Ele descobriu uma jazida de minério de manganês que, lavrada, veio a ser uma grande fonte de renda para a povoação. Acredito ser em alguma parte no sul da Alemanha, ou norte da Itália, e não longe da então cidade de Aquisgrana.

Foi em 1774 que C.W. Schüle, químico e farmacêutico sueco, pela primeira vez reconheceu o manganês como um elemento. No mesmo ano o elemento manganês foi isolado pela primeira vez por seu associado J.G. Gahn. Desta época até cerca de 1855 o minério de manganês foi intensamente consumido na produção do Cloro.

O primeiro registro de Lavra de minério de manganês nos Estados Unidos foi em 1837, em Hickman County, Tennessee, aparentemente com a finalidade de colorir cerâmicas.

O uso do manganês na fabricação do ferro e aço data de 1839 quando Heath demonstrou que ele melhorava a maleabilidade do produto

Em 1856 o processo Bessemer, de produção de aço, foi anunciado, mas ele não teve sucesso até que Robert Musket introduziu o manganês sob a forma de spigelleisen.

Desde então o manganês se tornou necessário à produção comercial dos aços.

A liga de ferromanganês, contendo de 25 a 30% de manganês, foi primeiramente produzida, para uso comercial, em 1865, por Henderson, e logo em seguida Prieger produziu uma liga com 75% de manganês.

The Terre Noire Company aperfeiçoou estes processos e foi a primeira empresa a produzir a liga de ferromanganês rica e a preços econômicos.

O uso do dióxido de manganês e cloreto amoniacal de zinco na fabricação de bateria seca (pilhas) teve a sua patente registrada por Georges Lionel Leclanché em 1866. Com alguma modificação esta é a mesma pilha seca que ainda é usada hoje.

O emprego principal do minério de manganês é para a produção de ferro e aço com um consumo da ordem de 90 a 95% da produção mundial. O manganês é essencial e indispensável em percentagens variáveis para a produção de praticamente todos os aços e ferro fundido. Além de suas propriedades gerais de dessulfurante e desoxidante e os efeitos condicionantes tais como a inibição da formação de grãos de carburetos entra na composição do aço contribuindo para os efeitos de ligação das moléculas (ou partículas) e aumento da resistência interna dando-lhe: maleabilidade, tenacidade, dureza e capacidade de endurecimento dos aços de acordo com o tratamento térmico.

Em 1882 Robert Hadfield descobriu a fabricação do aço alto em manganês, contendo aproximadamente 10 a 14% de Mn, chamados aços Hadfield ou aços ao manganês.

O manganês é usado pela indústria de aço principalmente na forma de ferro-ligas de manganês e na forma direta da adição de seus minérios nos altos fornos de gusa. No capítulo Consumo de Manganês, o assunto será mostrado com dados estatísticos detalhados.

Outros usos do manganês:

O manganês é importante para uma série grande de outros usos, embora com um consumo da ordem de 5% da sua produção.

Estes usos principais são citados no Quadro nº 1. As quantidades consumidas nestes outros usos são mostradas no capítulo de Consumo de Manganês, Quadro 11.

O uso em pilhas secas é bem conhecido: Apenas alguns tipos de minério de manganês, chamados ativos, servem para a fabricação de pilhas. Estes

devem ter uma relação MnO_2/Mn da ordem de 1,36 e serem livres de uma série de impurezas nocivas e metais como níquel, cobalto, cobre, etc. Emprega-se também uma parcela de bióxido de manganês, produzido eletroliticamente, na fabricação de pilhas.

Os fins químicos são diversos tais como: Na fabricação da hidroquinona onde entra como oxidante; do sulfato de manganês; do permanganato de potássio; do cloreto de manganês bivalente; em tintas e secadores de vernizes; fungicidas e em medicamentos.

Na indústria do vidro como descolorante quando em pequenas quantidades e como colorante quando em maiores quantidades (é tradicional para dar a cor chamada "autumn leaf"). Em geral é empregado sob a forma de MnO_2 de alto teor e isento de impurezas.

Na indústria cerâmica como colorante principalmente como pigmentos.

Entra na constituição ou como revestimento de eletrodos com o objetivo de prevenir certas reações químicas indesejáveis nas operações de solda.

O dióxido de manganês e clorato de sódio são usados como agentes de oxidação na produção de compostos que contêm urânio. Para dissolver uma tonelada de concentrados de urânio, são necessários aproximadamente 2 toneladas de MnO_2 .

Ferrita de manganês é um composto formado pela combinação de óxido férrico com o óxido de manganês cuja fórmula química pode ser escrita como MnOFe_2O_3 onde Mn é bivalente. São empregadas em Hi-Fi, auto-falantes, reatores, transformadores, células de memorização de computadores, antenas de rádio e tubos de televisão.

Fertilizantes: O manganês é usado para o enriquecimento de solos e entra na composição de fertilizantes, sob a forma de bióxido natural moído ou sob outras formas químicas como sulfatos, etc.

Em Rações Animais entra sob várias formas como sulfato, carbonato, cloretos, gluconatos, etc.

Eletrólise do zinco: Antes da eletrólise do zinco, a solução de sulfato de zinco tem de ser purificada para remover outros elementos metálicos indesejáveis, principalmente o ferro.

Em ligas e participação na metalurgia de outros metais: Entra nas ligas de alumínio para aumentar a resistência, dureza e rigidez. Entra em ligas de cobre e em especial na fabricação do bronze-manganês usado na fabricação de hélices de navios e para outras aplicações.

Na metalurgia do magnésio, adição em pequenas quantidades no banho, inibe a formação da liga ou ataque do magnésio ao aço das panelas. Como fluxo na fundição do ouro e prata.

Com o advento do uso da gasolina sem chumbo, hoje cerca de 12% do consumo nos Estados Unidos, o manganês entra como substituto do chumbo com a propriedade de "antiknock" (ante-detonante). Sumarizando 40 anos de pesquisas, a Ethyl Corp., nos últimos anos, chegou a um composto de manganês, o MMT (methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl) como o melhor substituto do chumbo para evitar a poluição ambiental, sem prejuízo das octanas desejadas e sem produzir efeitos adversos nos motores.

A concentração é da ordem de 0,125 gr de Mn por galão ou 0,033 gr/litro de gasolina.

1.3 SUBSTITUTOS DO MANGANÊS

Ainda não foram encontrados substitutos satisfatórios ou econômicos para o uso principal do manganês que é na indústria siderúrgica.

Em alguns casos especiais, o titânio e o zircônio substituem o manganês como dessulfurante e dão propriedades físicas diferentes ao aço.

Ligas de cromo, molibdênio, níquel, lítio e outros metais de terras raras podem dar ao aço as mesmas propriedades que o manganês, mas, são mais dispendiosos e, às vezes, apresentam propriedades físicas indesejáveis.

A Companhia Siderúrgica Nacional, segundo publicado, realizou com sucesso uma experiência com a fabricação de aço-nióbio, denominado "NIOBRÁS-200".

Ela instalou- no pátio da Usina, trilhos aço-nióbio, num trecho em curva de raio inferior a 180 m, onde passaram 28 milhões de toneladas e o desgaste medido foi mínimo.

Composição química do aço:

C	0,70 a 0,80%
Mn	1,10 a 1,40%
Pmax	0,030%
Smax	0,035%
Si	0,70 a 0,90%
Nióbio	0,02 a 0,04%

A Companhia do Metrô do Rio de Janeiro encomendou à C.S.N., recentemente, 400 toneladas de trilhos de aço-nióbio.

Além do fator econômico, custo elevado, alguns casos de substituição do manganês apresentam problemas tecnológicos ainda não resolvidos.

No processo de fabricação do aço BOF (Basic Oxygen Furnace) é uma prática crescente a dessulfuração do banho quente antes de entrar no forno usando-se carbureto de cálcio ou magnésio, chamada dessulfuração externa, mas custa três vezes mais do que o uso do manganês e fluorita. O uso da dessulfuração externa pode atingir hoje já cerca de 80% e em algumas companhias até 100%.

O manganês continua sendo o melhor e mais econômico aditivo na fabricação do aço e ainda é considerado insubstituível em futuro próximo. Entretanto, os avanços da tecnologia são fabulosos e imprevisíveis.

1.4 RESERVAS E SUA DISTRIBUIÇÃO POR PAÍS

Os minérios de manganês ocorrem e têm sido produzidos em quase todo o mundo, exceto nos países de latitude mais fria.

Cerca de 40 nações têm contribuído para o suprimento mundial de minério de manganês nos últimos anos.

O Quadro 2 mostra os países que têm reservas de minério de manganês.

A coluna "reservas" compreende os minérios hoje utilizáveis, no próprio país ou no mercado mundial.

A coluna "outros" são as ocorrências existentes, conhecidas ou estimadas que ainda não são economicamente aproveitáveis devido ao baixo teor ou outros problemas.

A terceira coluna dá as reservas totais. As reservas de minério de manganês conhecidas no mundo, nos continentes, são suficientes para manterem a demanda atual e futura por décadas ou mesmo século. Com o manganês oceânico teremos reservas para consumo por muitos séculos.

1.5 PRODUÇÃO E PROJEÇÃO ATÉ O ANO 2000

O quadro 3 mostra a produção mundial, por países, nos anos 1955, 1960, 1965 e 1970. É uma boa referência quanto aos países produtores naqueles anos.

O Quadro 4 mostra a produção mundial por país nos anos de 1973, 1974, 1975 (e alguma coisa de 1976). A primeira coluna dá uma idéia dos teores em Mn, por país.

O Quadro 5 mostra a produção nos últimos anos, dos sete países principais produtores de minério de manganês, produzindo mais de um milhão de t/ano, cada.

Temos uma linha com a produção mundial e finalmente a última linha dá a percentagem da produção dos sete países referidos em relação à produção total mundial.

O Quadro 6 mostra a produção de minério de manganês no mundo em 1973 e projeção de produção para os anos de 1980, 1985, 1990 e 2000 segundo pesquisa do Stanford Research Institute, junho de 1976.

1.6 CONSUMO E PROJEÇÃO ATÉ O ANO 2000

Já vimos os usos do manganês. O Quadro nº 7 mostra o consumo mundial de minério de manganês por país, em toneladas métricas, para o ano de 1975 e projeção de consumo até o ano 2000, segundo pesquisa do Stanford Research Institute (SRI).

O Quadro nº 8 mostra em separado o consumo e projeção de consumo do minério de manganês em adição em altos fornos para produção de gusa e o consumo para produção de aço e outros fins até o ano 2000.

O Quadro nº 9 mostra um histórico e projeção do consumo de minério no mundo, em quilos, por tonelada de aço. Consumo decrescente segundo o SRI.

Cinco fatores vêm afetando a tendência de decréscimo da relação consumo de minério de manganês por tonelada de aço produzido.

1. Mudanças na técnica de consumo das ligas de manganês, especialmente o declínio do processo "Open Hearth" de fabricação de aço.
2. Mudanças na tecnologia de fabricação das ligas de manganês.
3. Dessulfuração antecipada do banho quente. (Com carbureto de cálcio).
4. Aproveitamento de minérios de ferro com algum teor em manganês. (Exemplo — Usiminas).
5. Outros avanços tecnológicos quer na produção do aço quer no aproveitamento ou beneficiamento dos minérios de ferro e de manganês.

O advento da redução direta, a sinterização e peletização, etc.

O Quadro nº 10 mostra o consumo de manganês metal, Kg/tonelada de aço acabado, na indústria siderúrgica nos Estados Unidos, indicando ainda o consumo por tipo de liga nos anos de 1973 e 1974. Segundo H.B. Parfet podemos arbitrar que além desse consumo houve uma perda de 10% em manipulação, fundição e outros processamentos do minério. Mostra ainda o consumo de manganês metálico, Kg/tonelada aço acabado na indústria siderúrgica do Japão e do Brasil.

A relação consumo de minério de manganês por tonelada de aço produzido na Rússia tem sido o dobro da média de consumo no mundo livre.

Apesar da Rússia ser um dos maiores produtores e consumidores de minério de manganês no mundo, suas estatísticas são de difícil acesso e normalmente não publicadas.

Três fatores contribuem para esse consumo mais elevado na Rússia:

1. Usa minérios de ferro normalmente de baixo teor em Mn. Os minérios de ferro de Krivoi Roga e Gora Magnitnaya tem em média 1,45 Kg de Mn metálico por tonelada, ou 0,145% em Mn.
1. Usa carvão mineral (coque) com alto teor em enxofre, e que exige mais manganês como dessulfurante. Os carvões de Donets Basin têm alto teor em enxofre.
3. Os minérios de manganês da Rússia são normalmente de baixo teor em Mn, mesmo após concentração. No principal centro produtor, Região de Chiaturi, concentrados de minério de manganês dão teor de 38 a 40% Mn, com baixa recuperação.

A Rússia está aumentando o consumo de minérios da Sibéria com mais alto teor em Mn.

O Quadro nº 11 mostra o Consumo Mundial de minério para outros usos que não siderúrgicos (excluindo URSS e China).

Os dados estatísticos sobre a Produção e Consumo de minério de manganês, apesar de darem uma orientação sobre o assunto, são discutíveis.

Todos sabem das dificuldades de obtenção de dados estatísticos que em muitos casos são obtidos por estimativas.

Os teores médios dos minérios de manganês hoje colocados no mercado são muito variáveis. Variam de país para país e mesmo de ano para ano. Isto não acontece com as ligas de manganês que têm especificações mais limitadas.

O consumo sofre variações em função da marcha de produção da capacidade instalada das indústrias siderúrgicas.

Por exemplo, nos dois últimos anos alguns países grandes consumidores de minério de manganês tiveram sua produção reduzida a 65% da capacidade instalada. Em geral, uma operação normal é dentro de 85 a 90% da capacidade instalada.

Agora em março de 1977 o Sr. Erik Skov (Resource Development, março 11, 1977), fez um interessante estudo sobre Suprimento e Demanda de Manganês Metálico contido nos minérios para os anos de 1980 e 1985.

Um exame da demanda do Mundo Livre para manganês, contido no minério, é estimado ser 6,5 milhões de toneladas métricas de manganês metálico para 1980 e 8,1 para 1985, crescimento de 4% ao ano.

O U.S. Bureau of Mines estima que a capacidade instalada de produção no Mundo Livre será de 7,4 milhões de toneladas até 1980. Para a produção satisfazer a demanda de 1980, a capacidade disponível de produção dos fornos de aço terá de ser operada à taxa de utilização e 85%-90%. Uma taxa de operação média de 87%, recorde, foi registrada em 1973.

A exportação e importação de manganês pelo bloco comunista é previsto equilibrada (possivelmente com um pequeno saldo para exportação) durante o período previsto.

Para satisfazer a demanda de 8,1 milhões de toneladas de manganês metálico projetada para 1985 pelo Mundo Livre, uns 2 milhões de toneladas adicionais de capacidade de produção no mínimo, terá de ser acrescentada ao mercado entre 1980 e 1985. Cerca de 10%-15% desta nova capacidade poderia vir do desenvolvimento dos depósitos oceânicos. Caso deixe de se concretizar a capacidade adicional de produção, no início da década de 80, ou caso uma parte dos projetos para entrarem em produção até 1980 for adiada, um mercado forte para manganês será o resultado — principalmente durante os anos de grande demanda de aço.

O Quadro nº 12 mostra a previsão (USS Commercial Research) da produção mundial de aço bruto para 1980 e 1985 dividida entre o Mundo Livre e o Bloco Comunista. A produção realizada em 1973, ano especialmente bom, também consta do Quadro nº 12.

A primeira coluna do Quadro nº 13 mostra o fator de consumo, em quilos de manganês metálico por t.m. de aço bruto produzido (quilogramas de manganês contido no minério por tonelada métrica de aço bruto.) Os fatores de uso foram aplicados à previsão da produção de aço a fim de chegar à demanda prevista para manganês em 1980 e 1985. Estas previsões de demanda também são mostradas no Quadro 13.

Quadro nº 14, as primeiras duas colunas indicam a capacidade instalada e produção efetiva de manganês em 1973 (US Bureau of Mines data). A taxa de capacidade de utilização média durante 1973, um ano de produção grande, com todo incentivo para produção máxima, atingiu 87%. Também indicado no Quadro 14 estão as previsões do US Bureau of Mines para a capacidade instalada de produção mundial de manganês para 1980.

Para cumprir a previsão da demanda de manganês do Mundo Livre em 1980 de 6,5 milhões de toneladas métricas, a capacidade de produção do Mundo Livre terá de ser operada a 87% (85%-90% variação) que resultará na produção de 6,5 milhões de toneladas de manganês metálico contido nos minérios.

As duas últimas colunas indicadas no Quadro nº 14 mostram que se são necessárias 8,1 milhões de toneladas métricas de produção de manganês metálico contido para satisfazer a demanda do Mundo Livre, então um mínimo de 9,4 milhões de toneladas métricas de capacidade de produção será exigido.

Portanto, entre 1980 e 1985 pelo menos 2 milhões de toneladas de capacidade adicional de produção de manganês metálico contido nos minérios, terão de ser instaladas.

Considerando um período normal de 8 a 10 anos para estudos e implantação de projetos grandes, teoricamente já estaríamos em atraso. Acontece que no mundo há muitos projetos em estudo e implantação e que poderão até levar à uma superprodução e alta competição no mercado.

Os maiores projetos em andamento são:

África do Sul: A Anglo American Corp. of South Africa Ltd., iniciou em fevereiro deste ano a implantação de um grande projeto de lavra do manganês em Middleplaats, perto de Kuruman a nordeste da Província do Cabo. O investimento é estimado em US\$ 54,000,000, e o projeto deverá entrar em operação em julho de 1979 com uma produção de 1.000.000 t.m./ano de produto comerciável. É um minério baixo em fósforo e teor médio 38% em Mn. As reservas são grandes o que permitirá a expansão do projeto, se houver mercado.

A lavra será subterrânea, uma rampa inclinada e um poço vertical de 5,5 m. de diâmetro, e 488 metros de profundidade, este para subida do minério.

O projeto será altamente mecanizado com as mais modernas técnicas de lavra de modo a estar em condições favoráveis de competir no mercado.

Há outros projetos em estudo na África do Sul e Austrália.

No Brasil temos dois novos projetos que podem ir à casa de um milhão de toneladas se forem desenvolvidos ou implantados em condições competitivas. Um é a reabertura do projeto do Urucum em Corumbá, MT e outro, o projeto Azul, na Serra dos Carajás, Estado do Pará, hoje viável com a construção da hidroelétrica de Tucuruí.

A Indústria Siderúrgica no mundo tem uma projeção de crescimento de produção da ordem de 5% ao ano, para os próximos dez anos, ou seja, um aumento anual da produção de aço superior a 25 milhões de toneladas. Isto viria requerer um aumento de produção de minério de manganês de meio milhão de toneladas anualmente.

Isto talvez não aconteça devido ao tremendo investimento necessário e o Mundo poderá não dispor de suficientes fundos, segundo certos índices econômicos.

Para efeito de ilustração, apresento mais dados sobre a produção mundial de aço.

O Quadro 12A mostra a produção mundial de aço bruto, por país, nos anos de 1970 e 1976.

O Quadro 12B mostra a produção mundial de aço nos países que produzem até um milhão de toneladas ano, nos anos de 1975 e 1976, com um crescimento anual de 5,8%.

O Quadro 12C mostra a classificação, por produção de aço, nos anos de 1975 e 1976, das 29 principais empresas siderúrgicas no Mundo Livre.

1.7 MINERALOGIA

A concentração do manganês em rochas que ocorrem naturalmente e da qual ele pode ser recuperado e utilizado economicamente é que constitui os minérios de manganês.

A tecnologia atual de lavra, beneficiamento e tratamento dos minérios de manganês, bem como da sua metalurgia têm, ao lado de novas descobertas de jazidas, ampliado as reservas economicamente utilizáveis desse mineral no mundo e no Brasil.

Há mais de uma centena de minerais que contém manganês.

Esses minerais variam entre os que têm predominância do elemento manganês até outros em que ele entra em menor percentagem.

O Quadro 15 mostra os principais tipos de minerais de manganês.

A primeira coluna dá o nome dos minerais; a segunda a composição química; a terceira o teor em Mn.

O Quadro 16 também mostra os minerais de manganês mais comuns de acordo com o meio ambiente em que foram formados.

Os óxidos constituem os mais importantes minérios de manganês. Entretanto, normalmente eles ocorrem associados e o teor e composição entre eles ocasionam consideráveis confusões em terminologia e identificação específica.

Somente com Raio X ou outros métodos sofisticado sde análises em laboratórios podem ser determinados. Mesmo assim uma identificação específica pode ser muito difícil.

Fisicamente suas características variam de muito duro e denso, a duro, friável e terrosos.

Muitos são de origem secundária, formados pelo intemperismo e a piro-lusita, bióxido de manganês, é um dos mais comuns.

1.8 AMBIÊNCIA GEOLÓGICA

O manganês constitui cerca de 0,1% da crosta terrestre, sendo o 12º elemento em abundância. Ocorre mais profusamente nas rochas máficas, com média de cerca de 0,16%, em menor escala nas rochas graviníticas, com média ao redor de 0,06%. Depósitos que apresentam valor comerciável contêm entre 25-50% Mn, o que significa que o elemento manganês necessita de uma concentração, por processos naturais, de 250 a 500 vezes o seu "background" normal, a fim de dar origem a um depósito mineral econômico.

Porquanto, as características geoquímicas do manganês são muito semelhantes às do ferro; muitos depósitos de manganês estão intimamente relacionados com depósitos ferríferos, sendo que alguns contêm considerável quantidade de ferro.

O manganês que existe nos depósitos minerais da crosta terrestre foi originado a partir do manganês existente em minerais máficos ocorrentes em rochas ígneas ou em magmas, sendo liberado de tais minerais por meio de processos de intemperismo ou alteração hidrotermal, ou por meio de fluidos provenientes do magma em cristalização. Uma vez liberado, o manganês foi carregado até o sítio de deposição em solução muito diluída; a sua deposição deu-se de uma maneira um tanto concentrada, devido a uma mudança abrupta das condições físicas e químicas ambientais, a qual inco-lubilizou o manganês até então existente em forma dissolvida. Mudanças

no potencial de oxidação-redução foram provavelmente as maiores causas responsáveis pela precipitação do manganês. Há motivos para se acreditar que agentes biológicos tiveram participação na deposição dos maiores depósitos manganésíferos de fácies carbonáticas.

Há muitas divergências a respeito da relativa importância das várias fontes de manganês: o tamanho gigantesco da maior parte dos depósitos sedimentares do manganês parece desvincular a sua origem de fontes vulcânicas ou magmáticas. A falta de rocha vulcânica, intimamente associada com tais depósitos, vem trazer maior importância à contribuição a partir do intemperismo de rochas ígneas. O manganês, nos depósitos de mais alto teor, sofreu, em muitos casos, dois processos de concentração natural: sua deposição original e enriquecimento de depósitos de baixo teor (essencialmente de carbonatos) por meio de lixiviação de lementos diluentes.

TIPOS DE DEPÓSITOS DE MANGANÊS

1. Depósitos primários

Os depósitos primários de manganês podem ser classificados em três tipos principais, que são:

a. Depósitos sedimentares

Uma distinção deve ser feita entre dois depósitos sedimentares de manganês: aqueles formados primariamente por carbonatos e aqueles com deposição inicial de óxidos. No caso dos carbonatos, a análise dos maiores depósitos mostra que estão intimamente associados com rochas carbonáceas ou grafitosas, geralmente argilosas, indicando um ambiente sedimentar altamente e moderadamente redutor, em muitos casos representando bacias restritas. Os depósitos primários formados por óxidos, por sua vez, estão mais comumente associados com sedimentos clássicos mais grossos, com pouco ou nenhum carbono orgânico, dando uma indicação de um ambiente altamente oxidante de proximidade de costa e com circulação relativamente livre de água. Uma grande exceção ao conceito em questão é o depósito Ucrainiano, na União Soviética, onde existe interdigitação dos dois tipos.

Alguns depósitos sedimentares de manganês do Precambriano e Paleozóico Inferior podem ocorrer intimamente associados, em tempo e espaço, com formações ferríferas. Notam-se, entretanto, que os depósitos de fácies oxidado costumam estar interestratificados com formações ferríferas, enquanto aqueles de fácies carbonatado têm uma tendência de estarem separados estratigraficamente.

camente (Moanda, Gabão) ou arealmente (Morro da Mina, Minas Gerais), da formação ferrífera de mesmo fácies.

A maioria dos grandes depósitos sedimentares de Manganês foi depositada em águas marinhas, enquanto que os menores geralmente de fácies oxidado, se formaram nas proximidades das margens de bacias lacustres (Autlan, México e alguns depósitos do Chile). Outros depósitos sedimentares oxidados estão associados com gipsita e podem ter se originado a partir de bacias restritas, evaporíticas (Three Kids, Nevada, Lucifer, México e, possivelmente, alguns dos depósitos chilenos).

Os depósitos sedimentares são caracteristicamente estratiformes, apresentando todas as gamas de lenticularização. As lentes podem ser mais espessas do que extensas, as camadas podem ser únicas ou repetidas, com grande variação da espessura de um depósito para outro, etc.

Os teores dos depósitos sedimentares de manganês variam muito, entretanto, a maioria situa-se entre 25 a 40% Mn antes de sofrer beneficiamento. Raramente são lavradas zonas com teor abaixo de 25%. As camadas de carbonato apresentam teores mais baixos, porquanto o carbonato de manganês contém, teoricamente, apenas 47,8% Mn; teores da ordem de 35% Mn podem ser considerados altos para carbonato de manganês "in situ", sendo que na maioria dos casos tais teores se situam entre 15 e 30% Mn.

Os depósitos sedimentares de manganês variam infinitamente em volume. Muitos contêm menos do que 1 milhão de toneladas. Há um número substancial de depósitos com reservas entre 1 milhão e 10 milhões de toneladas; vários entre 10 milhões e 200 milhões e apenas três conhecidos até o presente com reservas acima deste número, chegando à casa de bilhões de toneladas. Os depósitos da Ucrânia (União Soviética) e de Kalahari (África do Sul) contêm, cada qual, acima de 3 bilhões de toneladas, com possibilidades de reservas ainda maiores. Não se conhecem depósitos gigantesco de minério carbonatado, entretanto, a pesquisa de tais depósitos raramente se estende à profundidades muito abaixo da zona de intemperismo, daí o desconhecimento de reservas mais substanciais. Depósitos de minério oxidado de alto teor, resultante do enriquecimento secundário de tais camadas, raramente excedem à casa dos 50 milhões de toneladas, sendo que os distritos mais produtivos são: Nsuta, em Ghana, Serra do Navio, no Amapá e Morro da Mina, em Lafaiete, e os depósitos de Kisenge, no Zaire. O depósito de Moanda, Gabão, contém reservas da ordem de 200 mil milhões de toneladas de

minério oxilado secundário, constituindo-se na maior reserva mundial deste tipo.

Uma importante fonte potencial futura para o aproveitamento econômico não só de manganês, mas também cobre, cobalto e níquel, encontra-se nos fundos oceânicos na forma de nódulos.

b. Depósitos vulcanogênicos

Devido ao fato de tanto pequenos a médios depósitos de manganês estarem intimamente associados em tempo e espaço com vulcanismos, pode-se concluir, sem muita margem de erro, que tais depósitos são de alguma maneira, geneticamente ligados ao fenômeno do vulcanismo. Ainda não há uma concordância sobre o mecanismo responsável pela separação do manganês e sua concentração a partir do material vulcânico, sendo que a sua responsabilidade pode se dever a diversos processos. Os depósitos vulcanogênicos estão ligados à rochas vulcânicas, tanto de origem piroclástica quando de derrame, em ambientes subaéreos ou submarinos.

São geralmente, mas não exclusivamente, constituídos por óxidos de manganês, com uma mineralogia algo mais complexa do que aquela relativa aos tipos sedimentares sem filiação vulcânica.

Os depósitos vulcanogênicos que apresentam algum interesse econômico são geralmente lenticulares ou estratiformes. As reservas de tais depósitos podem ser classificadas como pequenas a médias. Poucos depósitos contêm mais do que 1 milhão de toneladas de minério recuperável; os mais importantes são os depósitos de Charco Redondo, em Cuba (já produziu mais de 5 milhões de toneladas) e o de Autlan, no México (produziu 4 milhões de toneladas); ambos são estratiformes.

c. Depósitos hipógenos

Os depósitos assim classificados são geralmente pequenos, existindo entretanto alguns de porte médio, e foram originados diretamente a partir de fluidos quentes provenientes das profundezas da terra. Alguns destes depósitos poderiam ser considerados como vulcanogênicos, sendo, às vezes, impossível uma distinção genética desses tipos. De um modo geral, associam-se com rochas intrusivas, estando dispostos de uma maneira zonal. Podem possuir a forma de veios (Butte, Montana, U.S.A.) ou depósitos de substituição em calcários ou dolomitos (Philisburgh, Montana). Na maioria das vezes o manganês encontra-se sob a forma de

óxido, ocorrendo, entretanto, casos com carbonatos; existem algumas ocorrências de sulfato de manganês, em veios.

Os depósitos de veio, nos Estados Unidos, México e Marrocos têm produzido por muitos anos uma pequena tonelagem de minério de teor relativamente alto. Poucos são os depósitos com reservas de até 100.000 toneladas, a maioria se constituindo de reservas muito menores.

2. Depósitos metamórficos de manganês

De menor importância no âmbito econômico mundial, ocorrem os depósitos metamórficos de manganês, os quais se originaram a partir de depósitos originalmente sedimentares, por meio de diferentes formas de temperatura e pressão; normalmente, contêm silicatos, óxidos e carbonatos de manganês. Alguns desses depósitos são suficientemente ricos para apresentarem interesse comercial independente de qualquer enriquecimento secundário; a maioria de tais depósitos, no entanto, apresenta grande contribuição de fenômenos secundários de enriquecimento e concentração.

Um dos principais tipos de depósitos é o gondítico, um tipo originalmente sedimentar que sofreu metamorfismo e eventual enriquecimento supergênico posterior, à profundidades variáveis. Para Wissink, representa 7,46% das reservas mundiais, não se considerando os depósitos da Índia, que ainda são mal conhecidos.

As rochas metamórficas manganíferas formam um grupo que se distingue pela abundância de diversos silicatos de manganês como constituintes essenciais. Nestes tipos de depósitos, o metamorfismo eliminou muitas vezes os caracteres das rochas encaixantes, porém, em certos casos, houve a conservação de relíquias como os tufos e lavas de Nsuta (Ghana) e níveis grafíticos nas seqüências mineralizadas do Brasil e da África.

1.9 PESQUISA E AVALIAÇÃO DE JAZIDAS

Os depósitos de minério de manganês são dos mais difíceis de estudo e avaliação.

Em geral, os depósitos são pequenos e dispersos e os métodos geofísicos dispendiosos não são economicamente possíveis de serem usados e geralmente fogem mesmo à capacidade financeira dos pequenos concessionários ou mineradores.

Entretanto, como o manganês tem alguma solubilidade quando o pH é ácido, as técnicas geoquímicas podem ser uma boa ferramenta nos programas de exploração.

O maior ou menor conteúdo de manganês nas rochas, solos, águas e plantas torna os métodos geoquímicos difíceis, exigindo muita experiência e às vezes são inaplicáveis.

Como homenagem a memória do meu caro professor de Botânica, Prof. Moacyr do Amaral Lisboa, incluo aqui a importância da vegetação na pesquisa dos minérios de manganês.

A presença de certas plantas, conforme constatado no leste dos Estados Unidos e em Katanga, na África, pode ser indicadora importante de manganês em regiões como a Amazônia.

Estudos geobotânicos efetuados pelo Dr. João Nurça Pires, do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Norte, no depósito de Mn da Serra de Buritirama, revelaram uma associação de árvore do gênero *Cordia* (provavelmente *Cordia bicolor* DC, já descrita na Guinana) com terrenos contendo ocorrências de manganês.

É comum a associação de grafita e carbono orgânico com depósitos de carbonato de manganês sedimentar o que causaria reações elétricas anômalas.

Assim a polarização induzida (IP) e outros métodos geofísicos elétricos seriam capazes de detectar camadas de rochas carbonáceas quando estas não são muito alteradas, o que geralmente não acontece nas zonas tropicais, e assim para nós não são aconselháveis os métodos elétricos.

A prospecção de depósitos de minério de manganês continua sendo feita geralmente pelo método clássico de procura direta de indícios de ocorrências de afloramentos de óxido de manganês ou indireta, i.é., informações de curiosos e observadores leigos que têm levado a importantes descobertas. Hoje, no Brasil, com o maior número de geólogos disponíveis e firmas com pesquisa organizada a procura técnica está aumentando muito. O manganês é relativamente imóvel e então os solos residuais onde ocorrem perto da superfície podem levar ao descobrimento de jazidas. Os depósitos de carbonato de manganês são sempre subsuperficiais porque têm a parte superficial oxidada.

Muitos depósitos de manganês são conhecidos mas o volume ou tonelagem de suas reservas e ou a sua localização as tornam marginais ou semi-marginais.

Outros são grandes depósitos mas de teor muito baixo e existem também alguns importantes, mas contendo impurezas associadas com a mineralização do manganês.

Os tipos de impurezas que geralmente podem ocorrer com o manganês são:

Impurezas metálicas: Ferro, chumbo, zinco, cobre e arsênico.

Não metálicas: Enxofre, fósforo, canga, sílica, alumina, calcáreo, magnésio, bário e álcalis.

Voláteis: Água, dióxido de carbono e matérias orgânicas.

Outros fatores importantes na avaliação de uma jazida são a sua maior ou menor facilidade de lavra; beneficiamento e tratamento requerido pelo minério; projeção de preço e custo sobre uma determinada vida da jazida; capital de investimento necessário, localização (transporte) e mercado.

Uma coisa é importante: cada jazida tem suas características próprias e é distintamente diferente da maioria das outras e nenhum projeto pode ser simplesmente transplantado de uma para outra sob pena de fracasso.

1.10 MÉTODOS DE LAVRA

A lavra do minério de manganês varia muito: garimpo típico; lavra semi-mecanizada com seleção manual; operações de porte médio até operações modernas com equipamentos grandes e altamente mecanizadas.

A maioria das lavras de minério de manganês no mundo são a céu aberto e algumas em subsolo, empregando o sistema de salões e pilares (Room and Pillar), caso do Urucum ou frente ampla (Long Wall) ou outros métodos; (na Rússia há um hidráulico).

A céu aberto são as minas do Baixo Dniepper na Ucrânia com grandes "bucket wheel excavator" cortadeiras contínuas em conjugação com correias transportadores a grandes distâncias, tanto para o minério como para o estéril (decapagem). No Gabão são grandes dragas e caminhões até as instalações de beneficiamento.

Há casos de lavra seletiva por diversas razões, com aproveitamento direto de corpos mais ricos ou para a produção de minérios ativos para fabricação de pilhas.

A lavra na Serra do Navo, no Amapá, é a céu aberto.

No Morro da Mina em Conselheiro Lafaiete, a lavra é a céu aberto e no passado foi mista de céu aberto e o sistema chamado "Glory Hole".

1.11 BENEFICIAMENTO

Até 1950 muito poucos produtores de minério de manganês tinham plantas de beneficiamento do minério a não ser simples britagem, peneiramento e lavagem. Uma das exceções era a operação da Cuban-American Manganese Corp., principal produtora de manganês em Cuba de fins de 1930 até 1940. Parte de sua produção era sinterizada, parte concentrada por flotações e nodulizada, sendo usados também jigs e lavadoras. Nos últimos 27 anos com o crescente aumento da demanda de manganês muitas jazidas consideradas de baixo teor passaram a concentrar os minérios, por britagem, peneiramento, lavagem, jigues, mesas concentradoras, flotação e separação magnética de alta intensidade. No Marrocos empregaram concentração pneumática. Sinterização tem em pequena escala sido usada para o aproveitamento de finos.

A utilização dos minérios de manganês carbonatados tem recorrido à calcinação como no México em fornos rotativos seguidos de nodulização. Já para o minério de manganês sílico-carbonatado do Morro da Mina, em Lafaiete, usam um processo novo de calcinação em fornos verticais, mais econômico e com alto aproveitamento do minério, o que será tratado com detalhes, mais adiante.

A ICOMI, no manganês do Amapá, está usando hoje a concentração do minério em Meio Denso e também iniciou a primeira fábrica de pelotas de manganês no Mundo.

Minérios de manganês de baixo teor também não usados em processo químico-eletrometalúrgico para produção de dióxido de manganês sintético, um produto de preço relativamente alto. Muitos outros processos mecânicos, químicos e pirometalúrgicos têm sido estudados para o aproveitamento de minério de baixo teor, principalmente nos Estados Unidos.

Na última década, novas tecnologias têm sido desenvolvidas para o aproveitamento do manganês dos nódulos oceânicos hoje com resultados promissores. O fator econômico, aliado às características de cada jazida, distância do mercado e outros fatores, comanda as soluções.

No Brasil estão dedicados à pesquisa tecnológica do aproveitamento de nossos minérios, além das Empresas produtoras e consumidoras órgãos como a CETEC-MG, o IPT-São Paulo, o CTA-São José dos Campos e o CEPED-Bahia. Cumpre destacar a Companhia Paulista de Ferro Ligas, que por meios metalúrgicos vem aproveitando minérios de baixo teor e silicosos na área de Minas Gerais e agora está iniciando a fabricação de ferro-manganês com o minério do Urucum, em um primeiro forno de 4.500 KVA, em mistura com outros minérios da Região com mais baixo teor em Fe.

1.12 LIGAS DE MANGANÊS

O manganês é usado na fabricação do aço principalmente sob a forma de ferro-manganês e sílico-manganês como já mostramos no capítulo de Consumo desse elemento, bem como em ligas especiais, spiegeleisen e metálico.

A liga ferro-manganês é hoje normalmente fabricada em fornos elétricos abertos ou fechados e em alguns casos em alto-forno.

O U.S. Bureau of Mines, Estados Unidos, desenvolveu uma tecnologia pioneira para a produção de manganês eletrolítico metálico, usando minérios de baixo teor e também escóras dos fornos elétricos de fabricação de ferro-manganês. O bióxido de manganês sintético é fabricado por meio químico-eletrolítico e é usado principalmente para mistura com minério natural na fabricação de pilhas e outros fins.

O Quadro 17 mostra as principais ligas de manganês no mercado mundial segundo especificações ASTM.

Há outras ligas de manganês, de mercado restrito.

1.13 CLASSIFICAÇÃO DOS MINÉRIOS

A Classificação dos minérios no mercado mundial e em cada país não é atualmente bem definida. Ela depende principalmente do teor em manganês e varia também em função da percentagem de ferro, sílica e outros elementos. Depende também do fim a que se destina o minério. Hoje há também os minérios beneficiados e tratados como nódulos, sinter, pelotas, manganês sintético, minério calcinado e os carbonatos de manganês no estado natural.

Há classificação para efeito de preços, utilização, para efeito de fretes e para efeito de taxaço.

É um capítulo interessante mas que infelizmente não posso desenvolver neste trabalho. Varia de país a país.

Nos Estados Unidos o Bureau of Mines por muitos anos usou os termos: Minério de manganês para aqueles com teor em Mn acima de 35%; Minério de manganês ferruginoso para aqueles com teor entre 10 e 35% em Mn; Minérios de ferro-manganês para aqueles entre 5 e 10% de Mn.

Em geral os principais países consumidores têm sua classificação para compra. Os países produtores também têm suas classificações para efeito de frete interno (ferroviário) e taxaço.

1.14 PREÇOS DO MINÉRIO — SUA IMPLICAÇÕES

Todos os preços de minério de manganês são negociados dependendo de vários fatores tais como: análises químicas; características físicas; quantidade envolvida; condições de entrega; fretes (ferroviário, e principalmente marítimo); seguros; inclusão ou exclusão de taxas de exportação ou importação (O minério da Rússia e República Popular da China é taxado nos Estados Unidos, 0.10 cents por libra de manganês contido. Para o minério procedente de outros países os Estados Unidos prorogaram a isenção de taxas até 30 de junho de 1979); necessidades do mercado; estoques de regulamentação; garantias de suprimento; condições dos portos de embarque; e em geral a maior ou menor disponibilidade no mercado de minérios de outras procedências e da mesma qualidade; finalmente a influência do ritmo de produção das grandes indústrias siderúrgicas.

As cotações anunciadas refletem tão somente condições gerais do mercado flutuante ou complementar, para estoques disponíveis.

As grandes vendas são feitas sob contratos onde os preços são acertados anualmente em função dos fatores acima citados. As negociações dos contratos de venda são normalmente realizadas em outubro e novembro de cada ano.

Há uma série de consumidores que tem seu fornecimento garantido através de participação em empresas produtoras, é o chamado mercado cativo.

O Quadro 18 mostra uma comparação anual de preços de 1954 a 1974 referidos ao preço em dólares no ano de 1973 bem como os preços para 1975, 1976 e 1977.

Nota-se que em 1957 os preços atingiram os níveis mais altos baixando depois praticamente até 1973.

A partir de 1974 e em 1975 os preços sofreram uma reação positiva e aumentaram um pouco.

Acontece que essa reação não foi na realidade um aumento normal e é mais devido aos seguintes fatores:

Grande produção de aço em 1973 e redução dos estoques de minério, O problema do aumento violento dos preços do petróleo causando inflação mundial afetando custos de produção e violenta alteração de fretes marítimos. Hoje os preços para minérios de 46 a 48% em Mn estão da ordem de: 1,48 a 1,10 por unidade metálica c.i.f.

No Brasil, para nosso próprio uso, os preços vêm aumentando praticamente pelas razões acima citadas e no nosso caso agravadas com a inflação,

custo de transporte e principalmente porque as reservas principais, estão muito longe dos centros consumidores, transporte muito oneroso e outros problemas.

As jazidas do Centro do País, ou seja, Goiás, Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo não podem produzir minério barato pelos seguintes fatores: Jazidas pequenas e algumas que no passado sofreram lavra predatória. Minérios com teores os mais variados possíveis e apresentando impurezas, exigindo lavra seletiva.

Dificuldades de transporte, quase sempre de caminhão.

Não comportam estudos de pesquisa e planos de lavra em níveis de investimentos econômicos.

O protominério sílico-carbonatado do Morro da Mina, Conselheiro Lafaiete, ainda com reservas significantes mas muito enterradas, exige uma decapagem dispendiosa, beneficiamento e calcinação do protominério para ser comerciável.

Embora o manganês seja indispensável à fabricação de aço, as variações no seu preço não trazem implicações no custo do aço.

Segundo pesquisas do Stanford Research Institute, junho de 1976, na produção de uma tonelada métrica de aço carbono acabado, ao custo de US\$ 250.00, o manganês consumido custo US\$ 5.75 ou seja 2,3% do valor do custo do aço.

Segundo pesquisas do ETIP-Experimental Tecnology Incentives Program Charles River Associates Incorporated-Cambridge, Massachusetts, fevereiro 1977, o custo do manganês no custo de uma tonelada de aço é de 0,3 a 0,4%.

Levantamentos feitos no Brasil mostraram que, em uma indústria siderúrgica, o custo do manganês no custo de uma tonelada de aço e da ordem de 2,8%.

1.15 TECNOLOGIA

Pesquisas tecnológicas são de grande importância para o manganês.

Os avanços de tecnologia na concentração e tratamento dos minérios de manganês, mais os avanços tecnológicos também na sua metalurgia e outros usos, têm de um lado aumentado muito as reservas de minérios de manganês no mundo e de outro trazido economia no seu consumo por tonelada de aço produzido.

Grandes esforços (investimentos) têm sido feitos na tecnologia do aproveitamento dos nódulos de manganês oceânico e acredita-se que essas tecnologias trarão também benefícios para o aproveitamento de muitas reservas continentais de baixo teor.

O manganês dos nódulos do fundo dos oceanos contém importantes quantidades de cobre, cobalto, níquel, e outros elementos que podem ser recuperados, separados, tornando os nódulos economicamente lavráveis. O manganês é praticamente um subproduto. Muitos processos hidrometalúrgicos e outros têm sido tentados, estudados e algumas empresas anunciam já terem resolvido o problema em bases econômicas em plantas piloto. Muitos minérios óxidos de manganês são tão intimamente misturados com minerais de ferro que estes constituintes não podem ser economicamente separados pelos processos conhecidos. A Criptomelana, Kutnahorita e Braunita contêm outros elementos inerentes que não podem ser mecanicamente separados.

No Brasil, temos as grandes reservas de manganês do Urucum e arredores em Corumbá, MT, dependendo de processos tecnológicos economicamente viáveis, para o seu aproveitamento econômico.

A primeira solução partiu da própria metalurgia que pode usá-lo em dadas proporções, em mistura com outros minérios. A Companhia Paulista de Ferro Ligas, dirigida pelos eminentes Dr. Joaquim Salles Leite e Dr. Joaquim Salles Leite Filho, há muito vem buscando uma solução metalúrgica para o aproveitamento do minério do Urucum na fabricação da liga ferro-manganês.

Muitos estudos foram feitos pelo IPT de São Paulo e hoje já está em operação em Corumbá um primeiro forno elétrico, de 4.500 KVA que podemos dizer é uma operação pioneira de grande importância.

O CETEC (Centro Tecnológico de Minas Gerais) também foi contratada pela Fermat-Cia. Matogrossense de Ferro-Ligas para estudos tecnológicos para a metalurgia do manganês do Urucum.

O CTA (Centro Técnico da Aeronáutica) em São José dos Campos também está fazendo pesquisas tecnológicas com o manganês do Urucum, sobre o problema dos álcalis e outros.

O CEPED (Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Bahia) está estudando uma tecnologia para o aproveitamento do minério de Manganês de Maraú, alto em alumina.

A ICOMI, no aproveitamento do minério óxido de manganês do Amapá, está de parabéns no campo tecnológico. Estudou e já está em operação a primeira fábrica de pelotas de manganês no mundo. Introduziu com

sucesso o beneficiamento do minério em Meio Denso. A Meridional pesquisou, desenvolveu e implantou com muito sucesso um projeto de calcinação das reservas de minério de manganês sílico-carbonatado do Morro da Mina em Conselheiro Lafaiete, dando um produto comerciável.

Como nos óxidos, os minérios de manganês carbonatados ocorrem em associações diversas e quando intimamente misturados com calcita, dolomita, ou outros contaminantes similares, são difíceis de concentração.

A Cia. Mineira Autlan desenvolveu o aproveitamento dos minérios carbonatados de Molango, na Sierra Madre, Estado de Hidalgo, México. O principal produto obtido em fornos de calcinação rotativos são nódulos de manganês calcinados com o manganês e o ferro em forma de MnO e FeO .

A produção para uso doméstico e exportação foi de 374.685 t.m. em 1976.

1.16 CONSIDERAÇÃO ESTRATÉGICA

O manganês, como já vimos, é essencial e indispensável para a produção do aço.

Assim, o manganês é estratégico para os países produtores de aços em larga escala e que não o possuem, como os Estados Unidos, Japão, Alemanha e outros.

Para estes países o manganês é estratégico e eles mantêm estoques de garantia.

Para compensar esta deficiência em manganês e outros elementos contidos nos nódulos, estes países estão empregando grandes somas de dinheiro para a obtenção do manganês oceânico e certos metais.

O Brasil é rico em manganês, mas infelizmente criou-se uma mentalidade errada de que ele é estratégico para nós o que tem perturbado a nossa política sobre este minério.

Estratégicos para o Brasil são os petróleo, o carvão mineral, o cobre, o enxofre e muitos outros minérios de que ainda somos carentes.

2.1. GENERALIDADES

Os nódulos de manganês sobre o solo no fundo do mar são conhecidos desde a famosa "H. M. S. Challenger Expedition 1873-1876" (Mero 1963).

As ocorrências de nódulos foram estimadas por Mero (1967) em 1,7 trilhão de toneladas de agregados, contendo 400 bilhões de toneladas de manganês. Quadro 19.

1,7 trilhão de toneladas de agregados (nódulos), contendo:

400 bilhões de toneladas de manganês.

16,4 bilhões de toneladas de níquel.

8,5 bilhões de toneladas de cobre.

9,5 bilhões de toneladas de cobalto.

2. MANGANÊS OCEÂNICO

Empresas de Mineração, geralmente associadas em consórcios internacionais, começaram a explorar o fundo dos oceanos como fonte potencial de recursos. De acordo com um estudo feito pela "Administração de Mineração Oceânica" do Departamento do Interior dos Estados Unidos, são conhecidos e existem no fundo dos oceanos, entre 180 e 460 áreas, com um potencial para produção de 75.000.000 de toneladas de nódulos de manganês, cada uma.

As fontes, em potencial de viabilidade econômica, são encontradas principalmente em grandes profundidades, de 3.600 a 5.400 metros no fundo dos oceanos.

No slide projetado, mapa mundial, figura nº 1, são indicadas as regiões onde foram realizadas amostragens e fotografias do fundo do mar para pesquisa dos nódulos.

A localização de nódulos, recuperados mediante amostragem, está associada em círculos com uma cruz.

A localização de nódulos fotografados, mostrando o fundo oceânico em mais de 25% cobertura de nódulos, está associada com círculos.

2.1 GENERALIDADES

Os nódulos de manganês sobre o solo no fundo do mar são conhecidos desde a famosa "H.M.S. Challenger Expedition 1873-1876" (Mero 1965).

As ocorrências de nódulos foram estimadas por Mero (1967) em 1,7 trilhão de toneladas de agregados, contendo 400 bilhões de toneladas de mangans. Quadro 19.

1,7 trilhão de toneladas de agregados (nódulos), contendo:

400 bilhões de toneladas de manganês.

16,4 bilhões de toneladas de níquel.

8,8 bilhões de toneladas de cobre.

9,8 bilhões de toneladas de cobalto.

Em menor quantidade, outros elementos.

Empresas de Mineração, geralmente associadas em consórcios internacionais, continuam a explorar o fundo dos oceanos como fonte natural de recursos. De acordo com um estudo feito pela "Administração de Mineração Oceânica" do Departamento do Interior dos Estados Unidos, são conhecidos e existem no fundo dos oceanos, entre 180 e 460 áreas, com um potencial para produção de 75.000.000 de toneladas de nódulos de manganês, cada uma.

As fontes, em potencial de viabilidade econômica, são encontradas geralmente em grandes profundidades, de 3.600 a 5.400 metros no fundo dos oceanos.

No slide projetado, mapa mundial, figura nº 1, estão assinaladas as estações onde foram realizadas amostragens e fotografias do fundo do mar para pesquisa dos nódulos.

A localização de nódulos, recuperados mediante amostragem, está assinalada em círculos com uma cruz.

A localização de nódulos fotografados, mostrando o fundo oceânico em mais de 25% coberto de nódulos, está assinalada com círculos.

Em semicírculo estão assinaladas as áreas fotografadas e com menos de 25% em nódulos.

Em diversas áreas, eles ocorrem próximos do continente, notadamente no "Blake Plateau", a leste dos Estados Unidos, ao largo da costa oeste da Baixa Califórnia, no Mar Báltico e próximo de algumas ilhas do Oceano Pacífico.

Além da riqueza de um determinado depósito, os fatores que poderão ser relacionados, e naturalmente tornarão algumas áreas mais atrativas do que outras, são mostradas no Quadro 20.

1. Proximidade de mercados consumidores e em potencial para os metais recuperados.
2. Custo de transporte e proximidade dos locais onde estão as instalações de beneficiamento e refino, em terra.
3. Meteorologia favorável, condições do mar.
4. Profundidade das águas nas áreas de operação de recuperação dos nódulos.
5. Topografia do fundo do mar.
6. Mecânica do solo do fundo do mar.
7. Estabilidade política das nações costeiras mais próximas para operação complementar de apoio.
8. Regulamentação internacional sobre o assunto e efeitos políticos nos países grandes, produtores de Mn e outros metais.

Análises típicas da composição dos nódulos em algumas áreas são mostradas no Quadro 21.

Uma análise completa dos elementos constituintes de nódulos colhidos no Oceano Pacífico, representando a média de 54 amostras, é mostrada no Quadro 22.

O maior interesse nos nódulos são para os metais, níquel, cobre e cobalto, sendo o manganês um subproduto.

A proporção dos constituintes dos metais nos nódulos está em desequilíbrio com a capacidade normal de consumo desses metais, o que é mostrado no Quadro 23, tendo em consideração estudos feitos há quase 10 (dez) anos.

2.2 ORIGEM DOS NÓDULOS

Os nódulos do fundo do mar podem ser “habitat” de seres estranhos. Os nódulos que cobrem o fundo do mar, e que alguns consórcios pretendem extrair com finalidades comerciais, podem ser o “habitat” de inúmeras criaturas ainda desconhecidas da Ciência.

Brent Dugolinsky, geólogo da Universidade de Havaí, informou que há provas de que uma variedade enorme de formas de vida — em sua maioria unicelulares — habita a superfície desses nódulos.

Esses seres normalmente são destruídos pela radical queda de pressão quando os nódulos são trazidos à superfície. Dugolinsky identificou, até agora, 20 espécies de “residências”, presumivelmente ocupadas por igual número de seres e disse: “Não quero parecer desagradável, mas até que compreendamos bem a forma como vivem esses organismos, devemos evitar a destruição do seu meio-ambiente”.

Grupos econômicos norte-americanos, europeus e asiáticos já anunciaram planos para a extração de nódulos, cujas dimensões vão desde o tamanho de um grão de areia até o de uma bola de futebol.

O maior depósito foi encontrado numa plataforma do Oceano Pacífico que tem uma extensão de várias centenas de quilômetros quadrados e se encontra ao sul das ilhas Havaí, indo até às proximidades da costa mexicana.

Não se sabe com exatidão como se formam esses nódulos. Segundo Dugolinsky, essas camadas, vistas ao microscópio, parecem vulcões em miniatura, iglus ou geleiras. Aparentemente, são construídas de matéria-inorgânica, fibras de esponjas, resíduos de rochas e excreções pegajosas das próprias criaturas.

2.3 CONSÓRCIOS DEDICADOS À EXPLORAÇÃO DOS NÓDULOS

Pelo menos três grandes consórcios estão ativos na preparação de teste de Lavra dos nódulos em futuro próximo. O Quadro 24 mostra a composição acionária destes três consórcios.

Dois outros consórcios estão se formando ou se reagrupando para a exploração de nódulos.

Um é o **Lockheed**. Inicialmente está buscando a participação de outras firmas americanas, mas pretende tornar-se multinacional, buscando sócios em outros países. O Lockheed é um sucessor dos trabalhos já realizados pelo “Summa’s Ocean Mining. Pretende arrendar o sofisticado navio “Hughes Glomar Explorer”, empregado em recuperação à grande profun-

didade. Acreditam que o Explorer e uma barcaça oceânica para depósito de nódulos podem obter um milhão e meio de toneladas curtas de nódulos por ano.

O outro é o CNEXO, no momento suportado pelo Governo Francês, e que está tentando formar um consórcio independente. Estão trabalhando com companhias japonesas na revisão do processo de coleta de nódulos CLB (Continuous Line Bucket), entre elas a Sumitomo. Deverá fazer parte do grupo um sindicato de quinze empresas francesas chamado CLB, que está fazendo pesquisas no processamento dos nódulos, independentemente de seus negócios. Este grupo deverá terminar este ano a preparação de dois navios. Se bem sucedido, uma unidade piloto com capacidade de 2.000 a 3.000 toneladas/ano poderá funcionar em 1979-1980.

Não se conhecem trabalhos da Rússia sobre a exploração de nódulos oceânicos. Se existem, são secretos. A Rússia participou da reunião iniciada em 23 de maio último, em Nova Iorque, com delegações de 157 países, duração de três semanas, tendo como um dos itens principais os direitos sobre a mineração oceânica.

2.4 TECNOLOGIA DOS NÓDULOS

A Tecnologia do aproveitamento dos nódulos na realidade se divide em três fases distintas, a saber:

Exploração

Extração ou Lavra e

Processamento.

A Tecnologia da Exploração dos nódulos é um sem fim de processos, mas foram necessários para estabelecer, com segurança, as reservas. Começou, na realidade, há 100 anos com a Expedição Challenger.

Método batimétricos e técnicas especiais de topografia para o mapeamento do fundo dos oceanos, determinação dos fatores geológicos, propriedades dos sedimentos e anomalias encontradas têm sido usados.

Amostragens por sondas, dragagens diversas e finalmente as câmeras de televisão submersas vieram dar maior facilidade e segurança aos métodos de exploração e determinação das áreas principais para a extração ou lavra. Marne Dubs, de Kennecott Copper Corporation, recentemente, 1976, estimou em 200 as áreas de lavra em potencial, num total de 20 bilhões de toneladas.

Considerou como áreas de lavra em potencial aquelas contendo mais de 100 milhões de toneladas de nódulos, com teor aproximado de:

Mn 25,00%

Ni 1,25%

Cu 1,00%

Co 0,20%

Normalmente estão à profundidade de 4.600 a 5.500 metros.

Seguem figuras ilustrativas.

A **Tecnologia de Extração** dos nódulos, hoje aperfeiçoada por cada consórcio, é na realidade desconhecida, bastante sofisticada e segredo de cada um.

Sabe-se da metodologia geral ou princípios básicos dos diversos métodos de extração.

Os métodos de arrasto, orientados por televisão, e elevação dos nódulos por "airlift" ou "hydrolift", com estações bóias submersas intermediárias ou diretamente do navio, são os sistemas mais eficientes.

Há o método CLB (Continuous Line Bucket) e, também, o uso de dragas de grandes caçambas. São usados geralmente dois navios, um de operação e outro, para depósitos e transporte dos nódulos.

O Ano de 1977 é um ano decisivo para os resultados das operações piloto de extração, porque deles estão dependendo os projetos de um segundo estágio para 1980 e daí até 1985 operações em maior escala.

Assim, as primeiras toneladas de manganês, níquel, cobalto, cobre e outros metais provenientes dos nódulos deverão entrar no mercado em 1980, naturalmente em pequenas quantidades. Mesmo assim, muitos outros problemas correlatos com a extração dos nódulos estão sendo estudados e equacionados para melhores soluções.

Seguem figuras ilustrativas.

A **Tecnologia do Processamento** dos nódulos é também muito diversificada e hoje há alguns processos selecionados pela sua economicidade.

O lado econômico nunca é esquecido e assim muitas instalações piloto já existentes para ensaios de beneficiamento de outros minerais foram usadas para o processamento dos nódulos.

Têm sido testados processos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos.

Hoje o beneficiamento dos nódulos não é mais problema. Um dos pontos discutidos é o de até que volume o manganês pode ser economicamente recuperável, uma vez que traz maiores implicações no consumo de reagentes.

O processamento dos nódulos pode ser classificado em três fases: fundição, ustulação e lixiviação.

Muitas patentes têm sido registradas para vários estágios destes processos.

Testes de laboratório e plantas piloto têm sido feitos e usados intensivamente e continuamente. O que realmente há de novo, no momento, só os consórcios sabem.

Assim não adianta se estender no assunto, porque os esquemas ou flow-sheets publicados estão naturalmente já ultrapassados.

Os esquemas apresentados aqui são apenas para fins ilustrativos e facilitam naturalmente uma melhor avaliação do problema.

A tecnologia dos nódulos visa definir três objetivos no prazo de 1977 a 1979, a saber:

1. Demonstrar a viabilidade técnica e econômica ad extração dos nódulos a cerca de 5.000 m de profundidade.
2. Verificar a habilidade dos dispositivos de reunir e colher os nódulos num terreno lamacento e de superfície variável.
3. Obter grandes toneladas de nódulos para possibilitar uma melhor avaliação dos resultados dos testes em plantas piloto de processamento.

Seguem figuras ilustrativas.

2.5 MINERALOGIA DOS NÓDULOS

A mineralogia dos nódulos é muito importante no estudo dos métodos de processamento para aproveitamento dos metais desejados ou de maior valor.

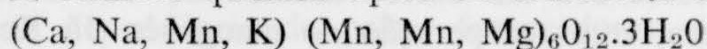
No Quadro 22, análise completa dos nódulos, vimos que aparece o cádmio, estanho, arsênico e bismuto, que causam problemas nos processos de separação dos metais desejados. O exame petrográfico de lâminas de nódulos

revela que eles são compostos principalmente de finos grãos de óxidos de menos de um micron até poucos micra, raramente mais de 5 micra. Em várias amostras de nódulos, três minerais de manganês têm sido identificados:

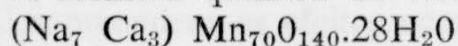
todorokita
birnesita e
delta dióxido de manganês δMnO_2 .

A todorokita tem uma composição química muito variável e pode conter significantes quantidades de outros elementos substitutos do manganês na estrutura cristalina do mesmo.

A fórmula química típica da todorokita é:



A fórmula química da birnesita é:



A goethita é o único mineral de ferro nos nódulos — $\text{FeO} \cdot \text{OH}$.

A forma na qual os outros metais estão presentes nos nódulos não é bem identificada. Acredita-se, devido a estudos de reatividade química, que o níquel, cobre, cobalto, molibdênio, vanádio e zinco são partes integrantes dos óxidos de manganês e ferro por substituição na estrutura cristalina, por mudança de base ou por adsorção. Isto indica que os metais associados aos nódulos estão em forma diferente das usualmente encontradas nos minérios dos continentes.

Os nódulos normalmente têm uma porosidade superior a 50%, devido aos finos grãos dos óxidos de manganês e ferro. Os poros, em maioria, são de 0,1 a 0,01 de micron, portanto extremamente pequenos, dando alta área de superfície na estrutura dos nódulos da ordem de 200 a 300 metros quadrados por grama. Os nódulos são esferoidais e têm um tamanho médio de 3,68 cm de diâmetro. A abundância média é de 2 lb/por pé quadrado ou 9,76 kg/m².

2.6 CUSTOS DE CAPITAL E DE OPERAÇÃO

São dados que também não são revelados em sua realidade; cada Consórcio tem seus segredos.

Entretanto, alguns especialistas no assunto publicam suas estimativas de custo e o Mining Engineering de abril de 1975 dá alguns dados interessantes, embora já com dois anos de defasagem. John Mero, considerando diversas circunstâncias e variações, chegou aos seguintes resultados para investimentos de capital:

Navios de extração	US\$ 80 milhões
Transporte oceânico	18 milhões
Plantas de processamento	70 milhões
Total	US\$ 168 milhões

Isto para um milhão de toneladas curtas de nódulos secos.

Este valor foi arredondado para US\$ 200 milhões, considerando o tempo entre a planificação e a realização de um projeto.

É interessante notar como variam as estimativas de custo de operação de um Consórcio para outro, levando em conta a recuperação, ou não, do manganês. A Deepsea Ventures deu um custo variando de US\$ 34.50 a US\$ 50.00 por tonelada seca, com recuperação do manganês. Já Kennecott's Marne Dubs estimou em US\$ 10 a US\$ 15.00 por tonelada seca sem recuperação do manganês.

As análises econômicas para operação de nódulos são hoje baseadas na extração de um milhão a três milhões de t.m. por ano.

Apresento a seguir alguns tipos de análises financeiras, que servem como índices de avaliação do aspecto econômico da recuperação dos nódulos.

2.7 — DIREITOS DO MAR

A mineração oceânica tem muitos problemas para resolver antes dos consórcios partirem para grandes investimentos para operações normais ou em níveis comerciáveis competitivos.

Um deles é “de quem são os nódulos oceânicos e quem tem o direito de minerá-los”.

Os nódulos são encontrados no fundo dos oceanos e em águas internacionais, e dentro das leis internacionais vigentes pertencem a quem tiver capacidade de minerá-los. Em 1967, a ONU estabeleceu uma Comissão para Estudar os Problemas do Fundo dos Mares e fazer recomendações para uma nova Lei Internacional sobre o assunto.

Até hoje, entretanto, não se chegou a nenhum acordo satisfatório para todas as nações envolvidas direta ou indiretamente.

Um dos maiores obstáculos tem sido a insistência de algumas nações desenvolvidas para que uma agência internacional seja estabelecida para minar o fundo dos oceanos e que essa agência participe dos lucros da exploração. Realmente isto não é fácil.

Há os países em desenvolvimento e os subdesenvolvidos que não têm recursos financeiros e há ainda países que não têm nem mar, mas sua balança comercial depende dos metais que vão ser recuperados dos nódulos.

Nos Estados Unidos as duas Casas do Congresso têm trabalhado no sentido de passar uma lei que dê proteção econômica para os mineradores oceânicos americanos, até que as Nações Unidas cheguem à uma lei regulamentando o problema, lei esta aceita pela maioria dos países membros do ONU.

Vimos que os consórcios estão sendo constituídos pelos principais países consumidores e carentes em manganês e outros metais existentes nos nódulos. Estes países estão determinados a resolver o seu problema e não ficar na dependência de países fornecedores, muitas vezes politicamente instáveis.

Compreendem os efeitos econômicos que o aproveitamento dos minérios do fundo do mar podem trazer para muitos desses países, mas esperam chegar a uma solução satisfatória.

Em 23 de maio do corrente ano, foi reiniciada, em Nova Iorque, nova conferência sobre os Direitos dos Recursos do Fundo dos Oceanos, nas Nações Unidas, na qual 157 países se fizeram representar. A duração da conferência foi de três semanas de debates e estudos.

Não chegaram a uma solução definitiva, mas evoluíram para suas soluções possíveis; uma chamada Sistema de Exploração Conjunta e outra, Sistema Unitário, ambas controladas por uma Empresa Internacional (da ONU) com participação nas tarefas de exploração.

Houve um consenso no sentido de que a exploração dos minérios do fundo do mar torna-se atraente para as grandes corporações industriais.

Um dos membros da delegação norte-americana enfatizou que estas operações terão de ser lucrativas e com as devidas garantias, pois de outro modo ninguém iria investir nas mesmas. Outros membros de países não desenvolvidos e produtores dos metais que vão ser lavrados querem acordo ou solução para os possíveis reflexos em suas operações. Realmente o problema não é fácil e há muitos interesses conflitantes para serem resolvidos.

2. GENERALIDADES

Em julho de 1975 foi uma palestra sobre "Reservas de Minério de Manganês no Brasil e Seu Aproveitamento", a convite da ABM "Associação Brasileira de Minérios".

Entretanto dois anos depois, volta a falar de manganês no Brasil.

Em 1977 voltamos a falar de manganês pois o Brasil significava reservas de minério de manganês, deparava a nação diante de uma série de problemas envolvendo transporte, pesquisa, terra, metalurgia, tecnologia, e finalmente a falta de interesse geral, para o estudo e utilização desses minérios em seus estudos dos minérios.

Hoje é com grande satisfação que vemos a partir que os trabalhos de pesquisas nos campos acima referidos são uma verdadeira realidade e os estudos continuam sendo realizados.

3. O MANGANÊS NO BRASIL

Como o DNPM, COPISIDER, produtores de ferro e aço, com o intuito de melhorar os estudos e pesquisas em manganês no Brasil, foram realizadas pesquisas em manganês no IPT e Minas Faço, no CEPEC em Minas Gerais, na CTA em São José dos Campos e CEPED na Bahia.

Devido às dificuldades de obtenção de dados estatísticos sobre o manganês no Brasil, muitos trabalhos, abrangendo os diversos aspectos do nosso manganês foram feitos neste curto período de tempo.

Entretanto, nos trabalhos que nos leva a uma análise mais geral do manganês no Brasil, visando nossa potencialidade para importância econômica quanto aos minérios de que se reveste uma visão mais ampla e mais abrangente.

4. PROGRAMA BÁSICO E RECOMENDAÇÕES EM 1975

O aproveitamento do minério de manganês no Brasil é complexo e envolve aspectos geológicos, econômicos e tecnológicos.

O manganês está em quantidade de Ferro-Ligas e mesmo algumas aplicações como ligas de ferro as dificuldades na obtenção de minério de manganês de alta qualidade, para as ligas principais se encontram nas

3.1 GENERALIDADES

Em julho de 1975 fiz uma palestra sobre "Reservas de Minério de Manganês no Brasil e Seu Aproveitamento", a convite da ABM "Associação Brasileira de Metais".

Exatamente dois anos depois, volto a falar do Manganês no Brasil.

Em 1975 salientei o fato de, embora possuísse o Brasil significativas reservas de minério de manganês, deparava a nação diante de uma série de problemas envolvendo transporte, pesquisa, lavra, metalúrgia, tecnologia, e principalmente a falta de interesse geral, para o estudo e solução desses problemas ou apoio aos estudiosos dos mesmos.

Hoje é com grande satisfação que venho atestar que os resultados de pesquisas nos campos acima referidos são uma feliz realidade e os estudos continuam mais intensos.

Órgãos públicos e privados tais como o DNPM, CONSIDER, produtores e consumidores estão se dedicando com afinco à avaliação de nossas reais possibilidades no tocante ao minério de manganês. Pesquisas tecnológicas estão se desenvolvendo no IPT e mSão Paulo, no CETEC em Minas Gerais, no CTA em São José dos Campos e CEPED na Bahia.

Apesar das dificuldades de obtenção de dados estatísticos sobre o manganês no Brasil, muitos trabalhos, abrangendo os diversos aspectos de nosso manganês, foram feitos neste curto período de tempo.

Esta é uma das razões que nos leva à uma análise mais geral do suprimento de manganês, situando nossa potencialidade pela importância perante as reservas mundiais de que se reveste uma visão mais ampla e real do assunto.

3.2 PROBLEMAS BÁSICOS E RECOMENDAÇÕES EM 1975

O aproveitamento do minério de manganês no Brasil é complexo e enfrenta os seguintes problemas essenciais:

1. No momento atual os produtores de Ferro-Ligas e mesmo algumas Siderúrgicas estão fazendo face às dificuldades na obtenção de Minério de Manganês de alto teor, pois as jazidas principais se encontram nas

periferias do País à grandes distâncias dos principais centros consumidores.

2. Problemas tecnológicos de utilização, ocorrem em algumas jazidas como as grandes reservas do Urucum e outras.
3. Há grande deficiência no transporte ferroviário e no transporte marítimo-cabotagem, bem como na navegação fluvial.
4. Há urgente necessidade de viabilizar maiores quantidades de minério de manganês de alto teor face ao Programa Nacional de Desenvolvimento da Indústria Siderúrgica, a curto prazo.
5. Muitas das jazidas pequenas são lavradas de maneira predatória, com a extração do minério mais fácil e de melhor teor, com sérios prejuízos para a reserva total.
6. Muitos concessionários de jazidas de Mn não têm condições econômicas e técnicas para o estudo de suas jazidas.
7. Pouca atenção das Indústrias Siderúrgicas para o uso racional dos nossos minérios de manganês e/ou de suas ligas.
8. Falta de um maior entrosamento entre as Empresas consumidoras e produtoras de minérios de manganês.

As conclusões e recomendações a que cheguei em 1975 são:

1. É recomendado nova pesquisa e avaliação das jazidas conhecidas para um melhor conhecimento de suas reservas, do seu plano de lavra e de bom aproveitamento.
2. Merece atenção o problema do Transporte Ferroviário, de Cabotagem e Transporte Fluvial, a fim de permitir a utilização de minério de melhor qualidade em quantidade suficientes, bem como uso mais racional das reservas em geral, por blendagem, com minério de baixo teor de fácil acesso.
3. É recomendada especial atenção à procura de novas jazidas, uma vez que possibilidades de descoberta são grandes.
4. É de capital importância maior entrosamento entre as empresas consumidoras e produtoras de minérios de manganês para solução de problemas de natureza tecnológica e para o aproveitamento do minério de algumas de nossas principais reservas de manganês.
5. É de grande interesse um estudo geral do manganês de Curumbá (Urucum e diversas outras ocorrências) compreendendo **pesquisa geo-**

lógica, lavra, tratamento dos minérios e sua metalurgia na fabricação de ferro-ligas.

6. Deve ser dada atenção à possibilidade de utilização maior da liga ferro-sílico-manganês na siderurgia, de forma a permitir o aproveitamento de reservas de minério de manganês de boa relação Mn/Fe porém de alto teor em sílica. Essas jazidas geograficamente melhor situadas e com reservas significativas principalmente em Minas Gerais e Bahia, aumentaram as reservas destinadas à indústria de ferro-ligas.

3.3 RESERVAS E SUA DISTRIBUIÇÃO POR ESTADOS

Há diversos critérios no exame das reservas brasileiras.

O Quadro 25 mostra as reservas distribuídas pelos Estados da União, de acordo com nossos levantamentos, indicando as principais jazidas.

O Quadro 26 mostra as reservas totais por Estados.

Em julho de 1975 apresentamos uma reserva de 172.539.000 t.m. que passa agora para um total de 249.224.000 t.m., um aumento de 76.685.000, ou 44,4% em dois anos.

O território brasileiro está respondendo bem aos programas de pesquisa o que é um bom prenúncio de descoberta de novas ocorrências de manganês.

Os minérios tipo ferro-manganês são hoje, consumidos pela Usiminas e Belgo Mineira. O Japão importa anualmente cerca de um milhão e meio de toneladas deste tipo de minério, procedente da Austrália e da África do Sul.

Segundo o Prof. Iphibênio Coêlho, fonte Geologia e Metalurgia n.º 38 1976, e levantamentos próprios, em Minas Gerais, principalmente no Quadrilátero Ferrífero, existem mais de cinco milhões de toneladas de minério tipo ferro-manganês.

Teor típico: %

Mn 28 a 32

Al₂O₃ + SiO₂ .. 5 a 6

Fe 32 a 28

P 0,09

As reservas principais são de Timbopeba, da Cia. Queiróz Júnior com três milhões de toneladas e da Alegria (Conta História) da Cia. Belgo Mineira com 1.188.400 t.m.

3.4 PRODUÇÃO E SUAS PROJEÇÕES ATÉ O ANO 2000

Sendo o Brasil um país de manganês para consumo interno e para exportação de minério e ligas, este é um aspecto difícil, depende de muitos fatores e entre estes as dificuldades de dados estatísticos atualizados e da execução dos planos traçados.

O Quadro nº 27 mostra a produção de minério de manganês no Brasil, por Estados da União, para os anos de 1972 a 1976.

O Quadro nº 28 mostra uma projeção de produção de minério de manganês no Brasil, até o ano 2.000, segundo pesquisa feita pelo Stanford Research Institute (SRI). Adotou como produção base para o ano de 1973, 2,16 milhões de toneladas métricas quando a produção realizada foi de 1,78 milhões. Segundo o SRI deveremos ter uma produção da ordem de 2,91 milhões de toneladas em 1981. De acordo com o Quadro nº 31, supondo-se um consumo de minério de manganês da ordem de 44 Kg por tonelada de aço, teremos um consumo da ordem de 875 mil toneladas, para atender à nossa produção de aço em 1981.

Resulta pois um saldo de produção, da ordem de dois milhões de toneladas de minério em 1981 para exportação sob a forma de ferro-libras de manganês ou minério, de acordo com o mercado mundial.

Este número é viável tendo como fontes produtoras de minério, Amapá, Corumbá-MT, e outros Estados em menor escala (nestes principalmente ligas de manganês). Um crescimento de 4% ao ano para produção a partir de 1981 é aceitável, nas circunstâncias atuais.

3.5 CONSUMO E PROJEÇÃO ATÉ O ANO 2000

Inicialmente mostramos no quadro nº 29 uma projeção de consumo de minério de manganês no Brasil para os anos de 1980 até 2000, segundo pesquisas feitas pelos Stanford Research Institute (SRI), considerando como consumo básico 330 milhões de toneladas no ano de 1975.

Em 1975 a nossa produção de aço foi de 8,3 milhões de toneladas e considerando um consumo atual de 44 Kg de minério de manganês por tonelada de aço o nosso consumo estimado de minério foi da ordem de 365 mil toneladas, nesse ano.

Apresentamos a seguir o Quadro nº 30, que mostra a projeção de produção de aço no Brasil, para os anos de 1981 a 1986 segundo os últimos estudos apresentados pelo CONSIDER no IBS7.

Considerando a produção de aço indicada no Quadro 30 e uma estimativa de consumo de minério de manganês de 44 Kg por tonelada de aço produzido, inclusive o manganês consumido na fabricação do gusa, elaboramos o Quadro nº 31 que mostra nossas necessidades de minério de manganês para os anos de 1981 a 1986.

Para efeito de comparação, mostramos ainda no Quadro 31 as nossas necessidades de minério de manganês nos anos acima indicados, caso o consumo venha a ser de 30 Kg de minério por tonelada de aço produzido bem como as estimativas de consumo segundo o CONSIDER-ABRAFE.

O Quadro nº 32 mostra as necessidades de minério de manganês para possibilidade de exportação de ligas segundo estudos do CONSIDER-ABRAFE.

O consumo de manganês no Brasil será sempre superior à média mundial, por causa do nosso carvão mineral (coque) ser alto em enxofre e exigir maior dessulfuração. É uma situação em parte similar à da Rússia.

Somos de opinião que o insumo minério de manganês não deve ser uma preocupação nacional em nível estratégico. Existe quantidade suficiente e alta probabilidade de aumento das reservas atuais. Ao lado da busca de novas ocorrências, devemos avaliar melhor os depósitos conhecidos, desenvolver estudos tecnológicos para o aproveitamento de minérios pobres ou contendo elementos nocivos ao seu uso, processamentos mais adequados para melhor recuperação das lavras existentes e finalmente uma melhor utilização metalúrgica do manganês.

3.6 EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO

Exportação

O manganês ocupa o 2º lugar em valor na pauta das exportações brasileiras de produtos minerais.

No ano de 1975, a exportação de minério e ligas foi de US\$ 64.593.000.00, o que representou 11% da exportação total brasileira. (Fonte CACEX-J.G. Lyrio).

O Quadro nº 33 mostra nossa exportação de minérios de manganês em 1976 e o seu valor FOB em dólares.

Importação

O Quadro nº 34 mostra nossa importação de manganês em 1976.

O Quadro nº 35 mostra a influência do transporte marítimo, frete, no custo do manganês para utilização da Indústria Nacional.

3.7 PREÇOS E IMPOSTO ÚNICO

O DNPM publica regularmente um Boletim de Preços para minérios inclusive para minérios de manganês. O último é o de nº 16-Jan/Fev/77.

O Boletim retrata a grande variedade de tipos de minérios de manganês, variação dos teores e diversidade das distâncias dos locais de procedência. Infelizmente o meio de transporte principal é o caminhão. Em vista do expostos, os preços variam muito. O Imposto Único sobre Minério de Manganês foi no passado em função do teor ou classificação dos tipos produzidos e era quase simbólico. Hoje tem dois valores, um para minério exportado e outro para minério consumido no País.

O IUM em vigor para exportação é Cr\$ 48,08 por t.m.

O IUM em vigor para os minérios consumidos no mercado interno é Cr\$ 96,17 independente do teor e qualidade dos mesmos.

Tem sido atualizado a cada quatro meses.

3.8 OPERAÇÃO DE MANGANÊS DO MORRO DA MINA

ANTECEDENTES

A Companhia Meridional de Mineração foi fundada no ano de 1920 com a compra do depósito mineral e instalações mineiras do Morro da Mina, em Conselheiro Lafaiete. Desta data até 1976 foram produzidas 6.865.000 toneladas das quais 2.006.000 toneladas para a indústria nacional. Antes de 1920 já haviam sido extraídas 1.777.000 toneladas que dão para o total da jazida até a presente data a produção global de 8.642.000. Em 1976 foi registrado o recorde de embarque do Morro da Mina pela Meridional, com 241.759 toneladas.

ATIVIDADES

Compreendem trabalhos de pesquisa para melhor conhecimento das ocorrências do Morro da Mina, lavra e beneficiamento do minério óxido dessa jazida de teor entre 30 e 32% Mn e a lavra e beneficiamento do minério sílico-carbonatado, o protominério, por calcinação, para obtenção de um produto semi-reduzido com baixo grau de oxidação e teor médio 38% Mn. Outros usos incluem finos de protominério cru (23% Mn solúvel em ácido sulfúrico) para fabricação de dióxido de manganês eletrolítico, micro finos oriundos da calcinação para indústria química (44% Mn) e

finos de óxido 30% Mn para integrar sinter de alto-forno. O minério sílico-carbonatado, representa atualmente 79% da produção da mina.

RESERVAS

A reserva de minério sílico-carbonatado medida acima do nível de águas é de 5.100.000 toneladas de minério medido e 400.000 toneladas de indicado/inferido. O corpo mineral contém intercalações de estéril computando-se 950.000 toneladas de rejeito interno, aos quais se somam 16.500.000 toneladas de stripping, 67% com desmonte dependente de explosão. Abaixo do nível de águas são medidos 300.000 toneladas e inferidos 700.000 toneladas. O conhecimento atual do Morro da Mina é baseado em sondagens que totalizam até agora 4.743 m de furos de sonda profundos, além de poços e canais. Uma galeria, pouco acima da cota do nível das águas está sendo aberta e servirá de base para novos furos de sonda.

O projeto de lavra atual estabelece uma produção de 3.400.000 toneladas de concentrado da usina de calcinação atualmente da ordem de 182.000 toneladas anuais devendo passar à 200.000 toneladas em 1978. Para o minério situado abaixo do nível de águas e estimado em 1.000.000, novo método de lavra será necessário a partir do ano de 1994. O beneficiamento de finos de carbonato menores de 1/2", é no momento objeto de estudos de sinterização, visando uma produção de 25.000 toneladas anuais. Atualmente 12.000 toneladas/ano de finos do protominério cru são vendidas para a fabricação de dióxido de manganês eletrolítico, utilizado em baterias.

O minério óxido de manganês, intensamente produzido ao longo de sete décadas, tem teor médio diminuído para 30-32% Mn, sofre seleção manual e concentração em "log-washer" e a reserva remanescente é estimada em 100.000 toneladas.

O depósito de finos de óxido acumulado ao longo de muitos anos, contém aproximadamente 400.000 toneladas, que peneiradas à 28 m e relavados dão um concentrado com teor médio 30% Mn, com recuperação de 250.000 toneladas. Este minério é utilizado, no momento, pela COSIPA em sua planta de sinterização em mistura com o minério de ferro para uso em alto forno.

MINÉRIO DE MANGANÊS "SÍLICO-CARBONATADO BENEFICIADO"

As experiências de utilização do minério de manganês sílico-carbonatado pela indústria metalúrgica foram conduzidas entre os anos 1969/1970 pela ALCAN, CSN e Cia. Paulista de Ferro-Ligas. Essas firmas após ex-

permentarem o minério cru na fabricação de ferro-ligas comprovaram a possibilidade de utilização do minério. Razões econômicas levaram à conveniência de um processo de calcinação prévia. Esse minério calcinado é hoje largamente empregado na fabricação de ligas de manganês, com destaque na fabricação da liga sílico-manganês.

Características do Produto

O minério cru e calcinado tem a seguinte composição química:

	Mn	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
Cru	32%	2,5%	16%	4,5%	4%	4,5%
Calcinado	38%	3,0%	23%	6 %	5%	5,5%

A relação Mn/Fe, superior a 12 apresenta-se favorável para fabricação de ligas de manganês permitindo adições de sucata ou minério de ferro aumentando a produção dos fornos. A presença de óxidos de cálcio e magnésio, incorporados ao minério, significa que a sílica e escorificar na prática é reduzida para 12,5% — o que traduz em economia de energia. O conteúdo baixo de alumina é significativo com respeito ao ponto de fusão da escória. O baixo grau de oxidação do produto acarreta menos dispêndio de agentes redutores.

Quanto às características físicas, tem resistência ao esmagamento inferior ao de minérios óxidos duros de igual teor. A experiência mostra que não ocorre desagregação do produto sob intemperies.

BENEFICIAMENTO DO MINÉRIO DE MANGANÊS SÍLICO-CARBONATADO

O minério de manganês produzido pela Meridional, a partir do carbonato complexo de manganês é obtido presentemente com quatro fornos verticais, estando em fase de estudos um 5º forno que elevará a capacidade atual de 182.000 para 200.000 toneladas. Ao forno Pioneiro construído em 1970 e que serviu aos primeiros testes de calcinação do minério e sua experimentação pelos fabricantes de ferro-ligas, seguiram-se dois fornos em 1972, outro em 1976. O forno V, em fase de projeção e estudos de viabilidade econômica, poderá entrar em operação em 1978 bem como a planta de sinterização.

GEOLOGIA REGIONAL

Os protominérios sílico-carbonáticos formaram-se pelo metamorfismo dinâmico regional, de sedimentos manganésíferos que se supõe originalmente constituídos de rodocrosita singenética, "mudstone" e "chert". Este

protominério encontra-se em grupo de rochas de idade pre-cambriana média e mais antigas do que a série Minas. Minérios oxilados originaram-se desses protominérios por um processo de enriquecimento supergenético.

Quase todas as rochas da área de Lafaiete estão fortemente intemperizadas em profundidades de 150 metros ou mais. As principais exceções são os protominérios sílico-carbonatados de manganês que se apresentam consistentes e não sofreram intemperismo a partir de certa profundidade, e os dique de granito e pegmático que ocorrem dentro do protominério, contaminando-o.

Espigões topográficos, tais como o Morro da Mina, estão alinhados paralelamente à estrutura regional e são constituídos de rochas silicosas, incluindo o protominério, resistentes à erosão.

GEOLOGIA DA MINA

As rochas do Morro da Mina se constituem de protominérios sílico-carbonatados associados às rochas metassedimentares, conhecidas como formação Lafaiete.

Possivelmente a coluna estratigráfica na área da mina seria:

Rochas intrusivas mais novas:

— Granito, pegmatito, quartzo, diorito e lamprófiros

Formação Lafaiete:

— Filitos, filitos silicosos

— Biotita — nontronita xistos

— Xistos grafitosos

— Protominério sílico-carbonatado

— Anfibolitos

— Antibólio — xistos (green-schist de Horen)

Embasamento:

— Gnaisse e biotita-xistos

Os biotita-nontronita xistos e os xistos grafitosos são responsáveis pelos problemas de estabilidade de taludes nas operações de lavra da mina.

A potência das camadas do protominério varia de 1 à 70 metros. Falhas não são comuns, porém as rochas duras se apresentam fraturadas.

MINERALOGIA DA MINA

Normalmente confunde-se Gondito com Queluzito, ambos são protominérios de manganês, porém o primeiro (Gondito) não contém rodocrosita (carbonato de Mn).

De acordo com a descrição mineralógica de Arthur Horen "No Morro da Mina", o protominério alcança pouco mais de 30% de manganês. O mineral mais abundante do protominério é a rodocrosita, que ocorre sob a forma de veios na matriz rodocrosítica. Essa matriz, muito mais abundante, é considerada primária. É uma rodocrosita de composição variada, com pequenas impurezas principalmente de Fe e Mg. O total de carbonato de Mn no protominério varia de 13 a 70%. A espessartita, resultante do metamorfismo regional, ocorre na matriz carbonática em finos grãos, e, na zona de contato metamórfico, em grãos grosseiros. A espessartita total e a rodocrosita constituem cerca de 70% do protominério, sendo carbonato mais ou menos 45% daquele.

Os silicatos de Mn, formados às expensas da rodocrosita por metamorfismo de contato, são principalmente: rodonita, tefroita e piroxmangita. Normalmente não ultrapassam 15% do protominério.

A grafita está presente em quantidades apreciáveis, podendo atingir 10% do protominério.

O minério óxido de manganês é constituído principalmente dos seguintes minerais: pirolusita, criptomelana e manganita.

LAVRA

A lavra é a céu aberto em bancos de 11m de altura, programados num total de 13 em esquema apoiado na configuração da mina (Ultimate Pit Limit). O minério, desmontado por explosivos, é levado por caminhão à planta de britagem e peneiramento distante 800m. Escavadeiras e motor-scrapers encarregam-se de 15% do stripping, 76% requerem explosão e 9% trator/escarificador.

Estudos de estabilidade dos taludes das bancadas, permitem:

Altura das bancadas: 11 a 13m

Ângulos de taludes:

Rocha dura: 70% c/ a horizontal

Rocha decomposta: 50% c/ a horizontal

Largura da Berma: 7m

Berma de segurança: 15m, feitas a cada 4 bancadas

Inclinação longitudinal das bancadas: 1%

Para a produção anual de 200.000 toneladas de calcinado, serão lavradas 388.000 toneladas anuais de minério bruto. Considerando fatores próprios da lavra carecemos ser este o nível de produção mais econômico.

A relação média estéril: minério é de 3 para 1. Há anos que chega até a 5:1.

Por causa da existência de alguns diques, nas suas proximidades, somos obrigados à uma lavra seletiva.

PERFURAÇÃO, EXPLOSÃO, CARREGAMENTO E TRANSPORTE

Nas rochas encaixantes que necessitam desmonte por explosivos são usadas perfuratrizes sobre carretas com diâmetro de 3". A malha de perfuração é de 1,5m x 4,5m. Os explosivos usados no stripping são amoniacais, nitrato de amônia granulado ou encartuchado.

O carregamento do material estéril é feito com escavadora diesel de 2 1/2 jd³ de capacidade e com carregadoras frontais de 3 1/2 jd³. O transporte aos bota-foras é feito por caminhões basculantes de 9 toneladas.

No minério, para melhor fragmentação, usam-se perfuratrizes com diâmetro de 2 1/2", com malha de 1,3m x 3,0m.

Os explosivos usados são as pastas de alta densidade (slurry) encartuchadas.

O carregamento é feito com escavo-carregadora hidráulica diesel de 1 m³ de capacidade. O transporte da mina ao britador primário é feito por caminhões basculantes de 9 toneladas.

BRITAGEM E PENEIRAMENTO

A instalação de britagem do minério cru compõe-se de três estágios — britador primário de mandíbulas 90x60; britador secundário de mandíbulas 120x40 e britador terciário cônico de 36".

A classificação é feita em duas peneiras de dois decks.

O transporte de minério bitolado para os silos de alimentação dos fornos de calcinação é feito por carregadora frontal. Dos silos, o minério cru é carregado aos fornos, por skip.

FORNOS DE CALCINAÇÃO

A produção de minério calcinado se realiza dentro de um forno vertical, no qual mediante energia calorífica da combustão de óleo BPF, se obtém a dissociação dos carbonatos de manganês, de cálcio e magnésio, com eliminação de dióxido de carbono (CO_2), obtendo-se um produto de grau de oxidação mais reduzido que o minério convencional, ou seja, na forma $\text{MnO.Mn}_3\text{O}_4$.

O forno de calcinação é constituído de três zonas distintas.

- A) Zona pré-aquecimento — está localizada acima do nível de exaustão superior. Os gases da combustão são recebidos na parte mais elevada desta zona onde eles deixam o forno à uma temperatura em torno de 200°C .
- B) Zona de calcinação — onde ocorre a dissociação do carbonato, é localizada entre níveis de combustão inferior e exaustão superior. A temperatura é controlada em torno de 950°C .
- C) Zona de resfriamento — situada entre o nível inferior de combustão e as bocas de descarga. O resfriamento é obtido por injeção de ar ambiente e exaustão deste, aquecido. Um parte do ar quente é dirigido para as câmaras de combustão com a finalidade de regular a temperatura.

A altura do forno é de 26,00m, seção externa quadrada, com 3m de lado e interna $2,05 \times 0,69\text{m}$ na zona de calcinação. A alimentação é feita por skip no topo do forno. A descarga é por calhas vibratórias diretamente em silos de 200 toneladas, de onde é transportado por caminhões para balança de pesagem para controle da produção.

O óleo entra em combustão em quatro câmaras situadas em dois diferentes níveis. Os gases neles gerados são misturados ao ar aquecido para alcançar-se a temperatura desejada, que é controlada pela relação do gás de combustão e do ar de diluição.

A corrente gasosa transfere calor ao minério cru e passa através de um exaustor que provoca uma depressão no interior do forno. Essa pressão negativa é, por sua vez, mantida a mais constante possível na zona de calcinação.

Diariamente em média, se alimenta a bateria de fornos com 640 toneladas de material cru recuperando-se 530 de produto calcinado.

A usina de calcinação que se seguiu ao êxito alcançado pelo pequeno forno piloto de 1970, representa hoje, dez vezes a produção daquela insta-

lação pioneira que provou a viabilidade do uso do minério de manganês sílico-carbonatado pela indústria siderúrgica.

ESCOAMENTO

A mineração localiza-se em Conselheiro Lafaiete, MG, à 7 Km da BR-040 e é servida por ramal ferroviário da E.F.C.B. bitola 1,60m de 7 Km da Linha do Centro, altura do Km 461.

O minério é entregue FOB vagão ou caminhão na Mina.

MERCADO

Toda a produção do minério sílico-carbonatado beneficiado e minério óxido tem mercado assegurado no país.

3.9 O MANGANÊS NA REGIÃO DA SERRA DOS CARAJÁS

Nessa região, de 1966 até o momento, foram descobertos e estudados três depósitos de minério de manganês. Em 1966, ocorrências de manganês foram descobertas pela CODIM — Companhia de Desenvolvimento de Indústrias Mineraias — na Serra do Sereno, situada a cerca de 85 Km para Leste da Serra dos Carajás, meia distância entre Carajás e a cidade de Marabá.

Trabalhos de pesquisa foram executados pela CODIM que desistiu da pesquisa em virtude de tratar-se de minério de baixo teor e muito silicoso. Posteriormente essas ocorrências foram reestudadas pela Amazônia Mineração S.A. — AMZA (associação entre a Meridional e a CVRD), que confirmou os resultados da CODIM.

Em 1967, a Companhia Meridional de Mineração iniciou um programa sistemático de prospecção mineral nesta região, adequado a trabalhos em floresta e regiões ínvias, e descobriu simultaneamente as fabulosas reservas de minério de ferro da Serra dos Carajás e o minério de manganês da Serra de Buritirama, cerca de 50 Km ao norte da Serra dos Carajás. As reservas, de concessão da Meridional, são significantes como vimos no Quadro 25, em tonelagem e teor em Mn, mas, com a economicidade até agora prejudicada pela sua situação geográfica. O aspecto de economicidade vai ser mudado com a construção da Hidroelétrica de Tucuruí.

Em 1971 geólogos da Amazônia Mineração S.A., em um programa de reconhecimento geológico na área, descobriram o depósito de manganês

do Azul (nome do igarapé local) que se situa a 5 Km para o sul do depósito de minério de ferro conhecido como N1.

O depósito do Azul, cujos estudos básicos estão praticamente concluídos, constitui-se hoje numa das mais importantes reservas de manganês do Brasil.

Não entro na parte de estudos técnicos, geologia, etc., porque em 1974, aqui em Porto Alegre, foi apresentado no XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia um interessante e detalhado estudo sobre estes três depósitos vide publicação, vol. 6 dos anais do Congresso).

O trabalho é intitulado "Ocorrências de Manganês na Bacia do Rio Itacaiunas, Centro-Leste do Estado do Pará" elaborado pelos geólogos: Warren L. Anderson e Robert C. Dyer da Meridional e Domingos D. Torres da CVRD. A Amazônia Mineração S.A. deverá ainda este ano apresentar o relatório final de pesquisa ao DNPM, o qual será de grande valor para os estudiosos do manganês.

Não posso deixar de prestar aqui uma homenagem à equipe pioneira nas pesquisas na região dos Carajás chefiada pelo eminente Professor G. Tolbert e composta dos geólogos Breno dos Santos, Erasm (A(ia — — João E. Ritter, o administrador da operação Jean Maligo e como consultor Francisco Sayão Lobato.

Posteriormente nos estudos P. E. Knup, W. Anderson, Robert Dyer, e outros.

Azul foi descoberto por H. R. Korpershoek e os estudos desenvolvidos, entre outros por J. Palka, Arthur Bernardelli e A. R. Rosales, sob a orientação de W. Anderson, Robert Dyer da Meridional e Wanderley Beisiegel da CVRD.

Não posso deixar de registrar aqui o nome do principal responsável pela organização do programa de prospecção da Meridional, o eminente geólogo Dr. Robert L. L'Esperance. Foi o Presidente da Meridional de meados de 1961 a meados de 1966, vindo com uma grande experiência de trabalhos de pesquisa na África, um dos responsáveis pela descoberta e estudos do manganês de Moanda no Gabão. Nesta época assumimos a Direção da Meridional, eu na Vice-Presidência, em uma fase crítica, com o Morro da Mina em Lafaiete caminhando para a exaustão do minério óxido e o depósito do Urucum enfrentando uma série de graves problemas.

Cumprer destacar ainda o mérito da Meridional, de ter partido para a pesquisa geológica programada e com o sucesso das descobertas de Carajás ter despertado o interesse de inúmeras empresas para a pesquisa geo-

lógica organizada e sistemática, tendo o próprio governo federal criado a CPRM.

O novo Código de Mineração, após a Revolução de 1964, afastando a prioridade do proprietário dos terrenos, sério entrave à pesquisa, trouxe um grande incentivo à prospecção geológica.

3.10 O MANGANÊS DO URUCUM E DE OUTRAS ÁREAS DE CORUMBÁ

Os minérios de manganês e ferro do Urucum em Corumbá, M.T. são conhecidos desde o século passado.

Sua importância foi divulgada em 1900, pelos estudos do Engenheiro J. Publio Ribeiro. Em 1902 o Engenheiro Miguel Arrojado Ribeiro Lisboa redigiu memórias sobre essas jazidas e depois de estudá-las escreveu em 1909 uma monografia "Oeste de São Paulo, Sul de Mato Grosso".

A primeira tentativa de lavra foi feita pelo Barão de Vila Maria em 1870, que faleceu antes de realizar seu plano.

Em 1906 a Companhia Urucum, constituída por belgas, adquiriu uma concessão dada em 1894 pelo governo de Mato Grosso e iniciou os preparativos para lavra do Urucum. Construíram uma via férrea, de bitola estreita, do Urucum até Corumbá, um plano inclinado para descer o minério até a estrada de ferro, rodovias, e abriram galerias chegando a acumular 7.000 t. de minério produzido. Com a depressão econômica após o fim da primeira guerra mundial, abandonaram o projeto.

A segunda tentativa de lavra foi iniciada em 1940 pela Sociedade Brasileira de Mineração Ltda., (Sobramil) mediante concessão do Estado de Mato Grosso. A Sobramil reparou as estradas antigas e em 1941 começou a exportar os estoques deixados pelos belgas, conseguiu equipamentos, obteve facilidades de embarque no rio Paraguai e passou a lavar a camada inferior de minério. Em 1945, após a Segunda Guerra Mundial a produção foi novamente paralizada. O Estado de Mato Grosso requereu e passou a ser o concessionário de quase todo o depósito de manganês do Urucum, em áreas cobertas por quatro decretos de lavra, datados de 4 de janeiro de 1943.

Uma pequena parte do Urucum, Morro Urucum II, é de concessão da Sociedade Brasileira de Mineração. Em 13 de maio de 1948 a Sociedade Brasileira de Mineração assinou contrato com o Estado de Mato Grosso, e posteriormente outros aditivos, para lavar o minério do Urucum mediante determinadas condições.

Em 10 de dezembro de 1953, a Sobramil renovou seu contrato com o Estado de Mato Grosso para lavar o minério do Urucum e simultaneamente assinou um Contrato de Compra e Venda de Minério de Manganês e Outras Obrigações com a Companhia Meridional de Mineração. Além de se comprometer a comprar 85% da produção de manganês, a Meridional se comprometeu a financiar e dar assistência técnica ao Projeto.

A implantação do projeto foi iniciada em 1956, enfrentou uma série de problemas naturais na época e local, e o início efetivo da lavra foi em 1959 com a produção de 53.400 t.m. Paralelamente a Meridional trouxe técnicos da U.S. Steel para estudar o Rio Paraguai e projetou e mandou construir na época o mais moderno Empurrador, "Urucum I" e 11 chatas (barcaças) para transporte de minério, pelo sistema de comboio de empurre integrado. Das 11 chatas 4 são petroleiras, para o transporte de óleo diesel e abastecimento do Empurrador durante um percurso de viagem de 2.700 km entre Corumbá e um porto livre em Nueva Palmira, R.O. do Uruguay. No porto livre foi construída uma moderna estação para transbordo do minério das barcaças para navio oceânico ou para estoque. Cada chata com uma capacidade máxima de carga de 1.700 ton. curtas ou cerca de 1.542 t.m.

Assim a Meridional introduziu no Brasil o mais moderno sistema de transporte fluvial do mundo, com as características básicas de economicidade, alta capacidade de transporte, segurança e facilidade de manobra. O Empurrador tem dois motores diesel-elétrico com a potência total de 3.200 HP.

Em conexão com a Operação do Urucum, a Meridional assinou um acordo com o então Conselho de Minas e Metalurgia para parar a exportação de minérios de manganês de alto teor do Morro da Mina, ficando livre para incrementar a exportação do minério do Urucum.

O contrato previa um incremento da exportação até o limite de 500.00 t/ano e o atendimento da demanda nacional na quantidade que necessitasse. De acordo com o contrato entre as partes interessadas no Urucum o Consultor Técnico da Operação era indicado pela Meridional e aceito pela Sobramil de comum acordo.

O Projeto manganês do Urucum enfrentou uma série de problemas que impediram a sua expansão levando até à paralização da lavra e saída da Meridional, e que aqui vão relacionados:

1. Restrições à navegação do comboio integrado por parte da Argentina. A economicidade exigia um mínimo de 8 chatas e a Argentina inicialmente permitiu a passagem de somente duas chatas em um trecho de 400 km e quatro no restante do trecho em seu território. Com o correr dos anos, e ingentes esforços e negociações, essas restrições

foram sendo mudadas de 2 a 4 chatas para 4 e 6 e depois 6 e 8 e eventualmente, na cheia dos rios até 10 chatas. Os prejuízos entretanto foram grandes.

2. O teor alto em álcalis do minério do Urucum, de 4 a 4,5% de K_2O e Na_2O sendo K_2O da ordem de 3,5%. Este foi um problema sério para o comprador principal, a U.S. Steel, que fabrica o ferro-manganes em altos fornos. Os álcalis se acumulam nas partes superiores das paredes do alto forno, formando crostas que vão se acumulando e em dado momento caem de novo no leito de fusão já então em grande quantidade.

Acredita-se que provocam uma reação de desintegração do coque, abafando o forno e formando conseqüentemente o chamado "Bode". Um alto forno foi praticamente danificado.

Várias soluções foram tentadas para a eliminação dos álcalis, mas nenhuma dentro de limites econômicos aceitáveis na época. Um relatório sobre as experiências de eliminação dos álcalis foi apresentado ao DNPM.

A COSIPA tentando usar o minério de manganês do Urucum em pequenas quantidades em adição em seus altos fornos de gusa, sentiu o mesmo problema, naturalmente em menor escala. Estes dois problemas ocorreram logo no início da Operação, razão porque a Meridional não pode financiar a expansão da operação e outros programas de pesquisa no Urucum. Não se passou do plano piloto de lavra.

3. Não houve possibilidade de se tentar a penetração em outros mercados por causa das dificuldades de transporte.
4. O exame do Quadro nº 36, dando a variação dos preços internacionais ao longo dos anos de 1953 até 1975, mostra que a operação foi iniciada justamente no ano em que os preços internacionais começaram a cair. Os preços caíram até 1969 e ficaram muito baixos até 1973.
5. Neste mesmo período entrou, em larga escala, no mercado internacional o minério de manganês de outras fontes, principalmente Gabon, África do Sul e Austrália. O mercado ficou muito competitivo.
6. O minério do Urucum, tem teor alto em ferro, relação 4:1 ou seja 11 a 12% de ferro para 46% em Mn. O teor em ferro não é problema se o minério for usado em mistura com outros minérios. O minério tem a vantagem de não ser friável e ter um teor em $SiO_2 + Al_2O_3$ da ordem de 3% apenas. É ótimo para blendagem na fabricação de ferro-

manganês em fornos elétricos. O teor em fósforo é alto, inicialmente da ordem de 0.15 a 0.16% passou para uma média de 0.17 a 0.18% atingindo até 0.20 a 0.22%, o que também se resolve com a mistura com outros minérios baixos em fósforo.

7. Na região não havia energia elétrica disponível e o teor alto em ferro não permitia a sua transformação em liga de teor standard, o que não viabilizou a sua possível exportação sob a forma de ferro-manganês. Com tantos problemas grandes e outras dificuldades e incompreensões, a operação foi anti-econômica e deficitária.

Considerando o exposto em 1970, a Meridional comunicou à Sobramil que não se interessava mais pelo projeto solicitando que a mesma procurasse outro financiador e comprador do minério. Nada conseguindo e de acordo com o previsto em contrato a Meridional parou o financiamento da operação a partir de 1º de janeiro de 1973.

Em 11 de junho de 1974, pelo decreto nº 2.044 o Estado de Mato Grosso declarou nulo o seu contrato de arrendamento da concessão de lavra com a Sobramil.

Em 10 de março de 1975 a Sobramil e a Meridional chegaram a um acordo para rescisão do contrato entre ambas. A Meridional em suas comunicações sempre informou que o minério de manganês do Urucum não servia para consumo da U.S. Steel que fabrica suas ligas de manganês em altos fornos, mas, nunca deixou de reconhecer a importância daquela jazida.

De 1957 até 31 de dezembro de 1972 a Sobramil produziu dentro do contrato com a Meridional, um total de 844.523 t.m. Deste total a Meridional vendeu 615.555 t.m. sendo 579.983 ton. exportadas e 35.572 ton. para a indústria nacional. A diferença, ou seja 228.968 t.m., foi vendida pela Sobramil, principalmente exportada para a Argentina.

Decidi registrar aqui um resumo da história da Meridional no Urucum porque é um aspecto pouco conhecido. A geologia, reservas e outros dados são conhecidos em diversas publicações.

Situação atual do manganês do Urucum. Em 1976 foi reaberta a lavra de manganês do Urucum pela Urucum Mineração S.A., empresa formada pela associação em partes iguais da Metamat (empresa do Estado de Mato Grosso); da CVRD e da Construtora Alcindo Vieira — Convap S.A. A Meridional cedeu à Urucum Mineração S.A. toda a sua experiência no projeto Urucum. As ocorrências de manganês em outras áreas em Corumbá estão nos morros conhecidos como Santa Cruz, São Domingos, Santana, Rabicho, Tromba dos Macacos, Jacadigo e outros. As outras empresas que estão lavrando e pesquisando manganês nesta região são:

Mineração Mato Grosso, SOBRAIM-Sociedade Brasileira de Imóveis, Mineração Corumbalense Reunida Ltda. e MARBRÁS-Indústria e Comércio de Mármore Brasileiros.

A área de Jacadigo vai ser pesquisada pela Urucum Mineração S.A. que está desenvolvendo outras pesquisas na região, principalmente no próprio morro do Urucum, para melhor determinação das reservas.

3.11 O MANGANÊS DA SERRA DO NAVIO — AMAPÁ

Ao longo deste trabalho já apresentei diversos dados sobre o minério de manganês da Serra do Navio, tais como reservas, produção, exportação, etc. Cumpre destacar aqui os trabalhos ali desenvolvidos pela ICOMI, concessionária da área, apesar de conhecidos da maioria dos senhores aqui presentes.

Uma lavra de alto gabarito técnico, vem hoje fazendo o beneficiamento do minério em meio denso e onde também foi desenvolvida a primeira fábrica de pelotas de manganês do mundo. O desenvolvimento que trouxe para a região é fabuloso e o aspecto de assistência social e valorização do homem é um modelo de alta significância. Não vou desenvolver outros aspectos porque seria repetir publicações existentes e ao alcance de quem quiser desenvolver mais estudos. A ICOMI está também empenhada na busca e pesquisa de novas ocorrências de manganês.

3.12 O MANGANÊS EM OUTRAS REGIÕES DO BRASIL

O Estado de Goiás é um dos atuais produtores de minério de manganês com uma produção anual, hoje da ordem de 60.000 ton/ano. A produção é proveniente de diversas ocorrências pequenas, pois não ultrapassa a casa de um milhão de toneladas, hoje conhecidas. Existem diversos programas de pesquisas na região. As firmas principais hoje lavrando minério em Goiás são:

Manganês de Goiás S.A.

Mineração Pedra Preta

Mineradora Montita Ltda.

O Estado da Bahia tem hoje uma produção anual da ordem de 70.000 t.

A produção também aqui é proveniente de diversas ocorrências pequenas, distribuídas em quatro distritos manganésíferos a saber:

Distrito de Jacobina

Distrito de Urandi

Distrito de Seabra — Brotas de Macaúbas (Chapada)

Distrito de Santo Antônio de Jesus — Maraú.

As reservas da Bahia são da ordem de 4.600.000 toneladas, e em geral minério para ser consumido em mistura com minérios de alto teor porque ora são altos em ferro, ora em sílica, em alumina; aqui é o caso de Maraú. O minério de manganês de Maraú foi uma decepção pelo seu baixo teor em Mn e alto teor em Al_2O_3 . O teor médio de cinco amostras de produção deu Mn — 33,06% e Al_2O_3 — 15,36%.

A FERBASA anunciou recentemente a descoberta de uma nova ocorrência de minério de manganês, em região ao Norte de Maraú e ao Sul de Santo Antônio de Jesus, reserva que pode ser da ordem de 10 milhões de toneladas de manganês, teor da ordem de 40-42% em Mn. Está a 60 Km do mar.

São conhecidas ainda ocorrências de minério de manganês nos Estados do Espírito Santo, Santa Catarina, Ceará, Amazonas e outros.

3.13 POSSIBILIDADES DE NOVAS OCORRÊNCIAS DE MANGANÊS NO BRASIL

Acredito que o território brasileiro, ainda geologicamente bastante desconhecido, pela sua grandeza, sendo mais da metade na Amazônia Legal, pode responder bem a uma pesquisa sistemática de minério de manganês. Como aconteceu com Azul, na área de Carajás, podem ser encontradas outras ocorrências de minério de manganês. O DNPM encontrou indícios de grande ocorrência de manganês na região do rio Jiparana, território de Rondônia (Gazeta Mercantil de 24 de agosto de 1976 — 1ª página). Ainda na Rondônia, há as ocorrências na Serra da Providência e que estão sendo estudadas pela CPRM com indicações de grandes reservas (O Globo — 19 de outubro de 1976 — página 23).

O Brasil além de ter elevadas reservas conhecidas de minério de manganês, tem possibilidades grandes de ter aumentadas suas reservas, mediante pesquisa organizada e sistemática o que entretanto requer quantias elevadas, principalmente na Amazônia.

4. CONCLUSÕES

- 19) Há muita riqueza de manganez no mundo. Reservas superficiais à seis bilhões de toneladas.
- 20) O crescimento médio da produção mundial de aço é estimado ser de 4,5% ao ano até o ano 2000.
- 30) O crescimento médio da demanda de minério de manganez é estimado em 4,5% ao ano até 1985, e de 3% ao ano de 1985 até 2000.
- 40) A tecnologia pode desenvolver e aumentar o consumo dos substitutos do manganez.
- 50) As reservas de manganez dos países ocidentais são baixas. A tecnologia de aproveitamento dos nodulos poderá ser importante para o aumento do aproveitamento de reservas ocidentais.

4. CONCLUSÕES

- 60) A produção industrial de manganez dos nodulos, para atingir um nível de produção produtivo, só será viável dentro dos próximos dez anos.
- 70) Outros metais dos nodulos, principalmente Cobre, Niquel e Cobalto também irão concorrer no mercado.
- 80) O mercado para o minério de manganez e ferro-ligas de manganez aumentará bastante nos próximos anos.
- 90) O Brasil tem hoje, uma reserva grande de minério de manganez, de ordem de 250 bilhões de toneladas.
- 100) O manganez não é estratégico para o Brasil. O manganez é indispensável à indústria siderúrgica e é estratégico para os países grandes produtores de aço e que não o possuem. Para o Brasil, estrangeiros são os minérios de que somos carência e necessitamos para o nosso desenvolvimento.
- 110) O problema básico do minério de manganez no Brasil é o transporte. As principais reservas estão em áreas periféricas do país, longe dos centros consumidores. O transporte quando não é difícil é bastante caro. No momento, em certos casos, é mais econômico

4. CONCLUSÕES

- 1º) Há muito minério de manganês no mundo. Reservas superiores à seis bilhões de toneladas.
- 2º) O crescimento médio da produção mundial de aço é estimado ser de 4,5% ao ano, até o ano 2.000.
- 3º) O crescimento médio da demanda de minério de manganês é estimado em 4,5% ao ano até 1985, e de 3% ao ano de 1985 até 2000.
- 4º) A tecnologia pode desenvolver e aumentar o consumo dos substitutos do manganês.
- 5º) As reservas de manganês dos nódulos oceânicos são imensas. A tecnologia de processamento dos nódulos poderá ser importante para sua aplicação no aproveitamento de reservas continentais.
- 6º) A produção industrial do manganês dos nódulos, para entrar no mercado em tonelagem ponderável, se dará certamente dentro dos próximos dez anos.
- 7º) Outros metais dos nódulos, principalmente Cobre, Níquel e Cobalto também virão concorrer no mercado.
- 8º) O mercado para o minério de manganês e ferro-ligas de manganês continuará altamente competitivo por muitos anos.
- 9º) O Brasil tem hoje, uma reserva grande de minério de manganês, da ordem de 250 milhões de toneladas.
- 10º) O manganês não é estratégico para o Brasil. O manganês é indispensável à indústria siderúrgica e é estratégico para os países grandes produtores de aço e que não o possuem. Para o Brasil, estratégicos são os minerais de que somos carentes e necessitamos para o nosso desenvolvimento.
- 11º) O problema básico do minério de manganês no Brasil é o transporte. As principais reservas estão em áreas periféricas do país, longe dos centros consumidores. O transporte quando não é difícil é bastante oneroso. No momento, em certos casos, é mais econô-

mico importarmos manganês de alto teor da África para mistura com nossos minérios de baixo teor e exportarmos o minério das regiões longínquas.

- 12º) A busca geológica e pesquisa do minério de manganês no Brasil está obtendo resposta muito favorável. Uma política mineral bem orientada e com incentivos à prospecção geológica é de capital importância para o aumento de nossas reservas, bem como para a descoberta de outros minerais de que somos carentes.
- 13º) Um problema delicado e importante é o dos preços dos minérios de manganês no mercado interno. Se não houver compreensão dos consumidores para uma justa e estimulante remuneração pelo minério adquirido dadas as dificuldades econômicas de lavras pequenas e seletivas, beneficiamento dispendioso, certamente irá faltar minério a curto prazo. Muitos consumidores estão entrando na lavra do manganês e vão sentir o problema mais de perto.
- 14º) A influência do preço do manganês no custo da produção de uma tonelada de aço acabado é da ordem de 2,5% em média, com tendência decrescente.
- 15º) A lavra do minério de manganês do Urucum está entrando novamente em operação. A viabilidade econômica do Urucum, nos próximos anos, depende da colocação da maior parcela do minério produzido no mercado internacional, pois se presta para misturas. A sua colocação no mercado nacional está dependendo de vários estudos tecnológicos em andamento no campo do processamento e no campo metalúrgico.
- 16º) Estando a usina hidroelétrica de Tucuruí programada para início de operação em 1981, neste mesmo ano poderá entrar no mercado nacional e internacional o manganês do Azul, minério ou suas ligas, se programado de acordo, não dependendo da Estrada de Ferro do Projeto Ferro de Carajás.
- 17º) O Brasil está tendo sucesso na busca de tecnologia própria para o processamento de seus minérios. A tecnologia da calcinação do protominério do Morro da Mina, desenvolvida pela Meridional, tornou utilizável para a fabricação de sílico manganês ou ferro-manganês uma reserva da ordem de sete milhões de toneladas. A ICOMI desenvolveu e construiu no Amapá a primeira fábrica de pelotas de manganês do mundo, já em produção para o aproveitamento dos finos de minério acumulados e outros minérios finos resultantes de processos de beneficiamento.

QUADROS

E

ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1OUTROS USOS DO MANGANÊS

1. Baterias ou pilhas secas
2. Fins químicos
 - { Manufatura da hidroquinona
 - { Permanganato de potássio
 - { Sulfato de manganês
 - { Cloreto de manganês bivalente
 - { Tintas e secadores de vernizes
 - { Fungicidas
 - { Medicamentos
3. Cerâmicas e vidros
4. Soldas e eletrodos
5. Compostos de urânio
6. Ferrites
7. Indústria de vidro
8. Fertilizantes
9. Rações animais
10. Eletrólise do zinco
11. Metalurgia de várias ligas não-ferrosas (liga ou fluxos)
 - { Alumínio
 - { Magnésio
 - { Ouro e prata
 - { Bronzes diversos
12. Como aditivo à gasolina (Methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl)

QUADRO 2

MINÉRIO DE MANGANÊS - RESERVA MUNDIAL, POR PAÍSES

ÁREA	UNIDADE 10 ³ T.M.		TOTAL
	RESERVAS	OUTRAS	
<u>AMÉRICA DO NORTE</u>			
E.U.A.	-	73.600	73.600
Canadá	-	17.500	17.500
México	13.600	45.400	59.000
SUBTOTAL	13.600	136.500	150.100
<u>AMÉRICA DO SUL</u>			
Brasil	250.000	50.000	300.000
Chile	900	21.000	21.900
Bolívia	500	10.000	10.500
Argentina	1.570	1.110	2.680
Peru	800	-	800
Venezuela	-	1.000	1.000
Colômbia	-	-	-
SUBTOTAL	253.770	83.110	336.880
<u>EUROPA</u>			
Bulgária	4.500	-	4.500
Grécia	230	-	230
Hungria	270	-	270
Romênia	330	-	330
Iugoslávia	30	-	30
Espanha	400	-	400
Portugal	-	-	-
Itália	-	-	-
U R S S	3.000.000	-	3.000.000
SUBTOTAL	3.005.760	-	3.005.760
<u>ÁSIA</u>			
Índia	80.800	45.800	126.200
Rep. Pop. China	72.600	90.700	163.300
Tailândia	1.300	2.800	4.100
Japão	950	-	950
Paquistão	30	-	30
Filipinas	-	-	-
Coréia	-	-	-
Turquia	-	-	-
Jordânia	2.000	-	2.000
Burma	-	-	-
Côa	-	-	-
Irã	-	-	-
SUBTOTAL	157.680	138.900	296.580

QUADRO 2

MINÉRIO DE MANGANÊS - RESERVA MUNDIAL, POR PAÍS

UNIDADE 10³ T.M.

ÁREA	RESERVA	OUTRAS	TOTAL
<u>ÁFRICA</u>			
Rep. África Sul	2.200.000	-	2.200.000
Gabão	210.000	-	210.000
Gana	55.350	10.000	65.350
Upper Volta	26.500	10.000	36.500
Zaire	10.000	30.000	40.000
Mali	11.000	-	11.000
Botswana	5.500	5.500	11.000
Costa do Marfim	6.100	1.500	7.600
Marrocos	3.100	-	3.100
Angola	2.000	-	2.000
Zâmbia	750	3.000	3.750
Egito	900	-	900
Libéria	700	-	700
Rodésia	-	1.000	1.000
Argéria	220	1.680	1.900
SUBTOTAL	2.532.120	62.680	2.594.800
<u>OCEANIA</u>			
Austrália	330.000	-	330.000
Fiji	80	300	380
Nova Hébrida	80	-	80
SUBTOTAL	330.160	300	330.460
<hr/>			
TOTAIS Mn CONTI NENTAL	6.293.090	421.490	6.714.580
<hr/>			
MANGANÊS NÓDULOS OCEÂNICOS	20.000.000	380.000	400.000.000

FONTE: SRI - STANFORD RESEARCH INSTITUTE - JUNHO/76
 U.S. BUREAU OF MINES - DOOR II
 CONSULTAS DIVERSAS

QUADRO 3
PRODUÇÃO MUNDIAL DE MINÉRIO DE MANGANÊS - T.M.

CONTINENTE/PAÍS	1955	1960	1965	1970
<u>EUROPA OCIDENTAL</u>				
Itália	56.858	49.490	47.803	50.084
Portugal	3.980	7.435	7.764	5.526
Romênia	390.106	174.735	125.972	126.988
Espanha	45.024	22.301	17.458	10.676
Suécia	15.381	8.659	25.945	-
Iugoslávia	10.953	13.312	8.096	14.782
Áustria	-	-	-	-
Turquia	50.095	28.220	27.925	9.493
França	1.300	1.085	1.400	2.612
Grécia	24.624	31.212	17.223	6.522
SUBTOTAL	598.321	336.449	279.586	226.683
<u>EUROPA ORIENTAL</u>				
Hungria	-	123.258	213.339	168.639
Bulgária	-	28.039	41.652	32.509
Tchecoslováquia	-	154.417	80.256	86.352
SUB TOTAL	-	305.714	335.247	287.500
URSS	4.742.221	5.876.982	7.574.550	6.840.055
<u>AMÉRICA DO NORTE</u>				
Estados Unidos	260.556	155.233	294.914	334.028
<u>AMÉRICA LATINA</u>				
Guiana	-	112.304	168.837	-
Argentina	10.009	21.996	28.764	31.609
Brasil	212.477	999.019	1.395.860	2.038.016
Chile	43.353	45.891	16.586	26.719
Peru	5.080	1.501	-	-
Bolívia	-	-	-	-
Venezuela	-	-	-	-
Colômbia	-	-	-	-
Costa Rica	-	-	-	-
Cuba	171.703	-	-	-
Panamá	-	-	-	-
México	115.813	155.433	185.910	273.887
SUB TOTAL	558.435	1.336.144	1.796.947	2.372.153
<u>ÁFRICA E ORIENTE MÉDIO</u>				
Botswana	-	22.705	8.814	48.304
Ghana	548.159	555.408	601.921	398.538
Zâmbia	17.607	53.441	30.808	-
Angola	31.614	25.573	-	23.366
Egito	215.696	275.967	182.118	4.317
Gabão	-	-	1.280.211	1.453.148
Costa Marfim	-	61.564	168.322	23.057
Marrocos	412.399	483.014	375.826	112.360
África do Sul	589.108	1.193.802	1.775.179	3.022.767
África Sudoeste	37.988	61.171	6.084	-
Sudão	-	-	1.016	1.016
Zaire	461.666	373.846	377.521	346.899
Rodésia	1.206	1.520	-	-
Etiópia	-	9.254	-	-
SUBTOTAL	2.315.443	3.117.265	4.807.820	5.433.916

continua:

QUADRO 3
 PRODUÇÃO MUNDIAL DE MINÉRIO DE MANGANÊS - T.M.

CONTINENTE/PAÍS	1955	1960	1965	1970
<u>ÁSIA E ORIENTE</u>				
Índia	1.608.170	1.305.730	1.647.155	1.672.912
Malásia	-	2.923	2.708	-
China, Rep. Popular	-	1.249.557	995.582	1.015.900
Indonésia	35.203	10.910	1.205	10.769
Irã	9.654	7.721	33.525	20.318
Japão	201.684	323.937	302.911	270.392
Korea, República	3.482	1.383	6.690	2.397
Filipinas	11.910	17.378	51.737	5.120
Tailândia	-	528	33.424	23.862
Pakistão	-	297	-	-
Burma	305	294	-	-
Vietnam	-	-	-	-
Austrália	48.109	61.610	101.965	751.002
Fiji	17.980	11.858	5.478	23.168
Novo Híbrides	-	-	77.751	16.261
Papua, N.G	20	49	-	-
Nova Zelândia	162	122	-	-
Nova Caledônia	-	-	-	-
SUB-TOTAL	1.936.679	2.994.297	3.260.131	3.812.101
TOTAL MUNDIAL	10.411.655	14.122.084	18.349.195	19.306.436

FONTE: U.S. BUREAU OF MINES
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS GEOLÓGICAS (LONDRES)

QUADRO 4

MINÉRIO DE MANGANÊS : PRODUÇÃO MUNDIAL, POR PAÍS - SHORT TONS

CONTINENTE / PAÍS DE MN		PORCENTO			
		1973	1974	1975	1976
<u>AMÉRICA DO NORTE</u>					
México	35+	401.268	444.379	472.295	412.903
Estados Unidos	52	239	-	-	
<u>AMÉRICA DO SUL</u>					
Argentina	27-30	13.876	28.728	34.588	
Bolívia	28+	709	565	1.362	
Brasil	38-50	1.779.893	1.971.597	1.800.000	1.800.000
Chile	38-42	15.911	31.631	22.064	
Peru	27-33	8.574	1.801	1.800	
<u>EUROPA</u>					
Bulgária	30-	42.000	37.500	38.600	
Grécia	50	6.859	8.763	8.168	
Hungria	30-	207.257	148.150	201.023	
Itália	27	28.074	15.441	-	
Portugal	37-40	206	78	-	
Espanha	30	7.487	-	-	
URSS	35	9.089.000	9.370.000	9.700.000	10.200.000
Iugoslávia	30+	10.712	14.641	18.657	
<u>ÁFRICA</u>					
Angola	30+	5.161	-	-	
Botswana	30+	375	9	-	
Egito	35+	2.961	5.453	3.983	
Gabão	50-53	2.115.105	2.274.957	2.458.151	2.500.000
Ghana	32-50	350.768	275.856	457.792	
Marrocos	53	161.102	192.662	144.344	
África do Sul	30+	4.602.839	5.230.886	6.359.262	6.300.000
Zaire	35-55	368.131	317.112	340.090	
Zâmbia					7.400
<u>ÁSIA</u>					
Birmânia	-	308	310	-	
China, Rep. Pop.	30+	1.100.000	1.100.000	1.100.000	1.100.000
Índia	10-54	1.641.000	1.595.000	1.687.637	1.700.000
Indonésia	47+	17.731	15.227	15.290	
Irã	33+	24.200	33.100	39.700	
Japão	27-45	207.970	183.621	174.089	
Coréia Sul	40	1.897	2.323	3.483	
Paquistão	52	4.379	945	-	
Tailândia	46-50	30.034	33.279	27.462	
Turquia	35+	2.815	3.571	20.544	
<u>OCEANIA</u>					
Austrália	37-53	1.678.164	1.677.704	1.713.992	1.800.000
Novo Híbrides	42-44	33.215	52.215	51.279	
T O T A L		23.970.287	25.067.508	26.895.740	27.100.000

QUADRO 5
PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE MINÉRIO DE MANGANÊS
MAIS DE UM MILHÃO DE TONELADAS ANO

PAÍS	PRODUÇÃO UNIDADE 10 ³		T.M.		TEOR Mn	
	1972	1973	1974	1975		1976
África do Sul	3.277	4.175	3.745	4.082	5.500	30+
U R S S	7.818	8.243	8.526	8.707	9.251	35
Gabon	1.936	1.919	2.138	2.177	2.332	50-53
Brasil	2.067	2.157	1.814	1.814	1.590	38-50
Austrália	1.165	1.524	1.523	1.634	1.633	37-53
Índia	1.642	1.535	1.447	1.361	1.542	10-54
China	998	998	1.000	1.189	1.000*	30+
TOTAL	18.903	20.551	20.193	20.964	22.848	
PROD. MUNDIAL						
TOTAL	20.709	22.283	21.928	24.398	24.580	
%	91,28	92,23	92,09	86,00	92,95	

FONTE: U. S. OF MINES GILBERT L. DeHUFF

* AVALIADO 1976

QUADRO 6

PRODUÇÃO MUNDIAL DE MINÉRIO DE MANGANÊS-1973
PROJEÇÃO ATÉ O ANO 2.000

PAÍS	Unidade 10 ⁶ t.m.				
	1973	1980	1985	1990	2000
USSR	8,00	9,0	10,2	11,7	14,8
África do Sul	4,17	5,2	5,8	6,7	8,8
Brasil	2,16	2,8	3,4	4,1	5,6
Gabão	1,92	2,3	2,6	3,0	3,9
Índia	1,53	1,2	1,2	1,2	1,2
Austrália	1,52	2,2	2,7	3,3	4,9
Rep. Popular da China	1,00	1,2	1,6	2,0	2,8
Outros	2,83	3,1	3,6	3,8	7,9
Total Mundial	23,13	27,0	31,1	35,8	49,9

Fonte: SRI (Stanford Research Institute)

junho 1976.

QUADRO 7

CONSUMO MUNDIAL DE MINÉRIO DE MANGANÊS 1975 E
PROJEÇÃO DE CONSUMO ATÉ O ANO 2.000

CONTINENTE/PAÍS	UNIDADE 10 ³ T.M.				
	1975	1980	1985	1990	2000
EUROPA OCIDENTAL					
BÉLGICA/LUXEMBURGO	372	380	387	405	464
DINAMARCA	10	14	15	23	26
FRANÇA	1.301	1.468	1.636	1.870	2.406
ALEMANHA OCIDENTAL	1.095	1.112	1.103	1.199	1.336
ITÁLIA	379	438	482	524	623
PAÍSES BAIXOS	107	116	122	129	154
NORUEGA	19	17	17	15	23
PORTUGAL	11	13	32	34	46
ESPAÑA	227	324	415	471	801
SUÉCIA	126	156	198	248	371
SUÍÇA	7	9	9	11	12
REINO UNIDO	899	1.015	1.071	1.134	1.353
TODOS OS DEMAIS	249	300	347	406	605
SUB-TOTAL	4.802	5.362	5.834	6.469	8.220
EUROPA ORIENTAL	1.764	2.309	2.649	2.911	3.346
URSS	7.530	8.271	8.823	9.490	12.245
AMÉRICA DO NORTE					
CANADÁ	258	293	401	588	991
ESTADOS UNIDOS	2.377	2.501	2.688	2.861	3.344
SUB-TOTAL	2.635	2.794	3.089	3.449	4.335
AMÉRICA LATINA					
BRASIL	330	687	1.071	1.560	3.040
MÉXICO	178	355	493	695	1.349
TODOS OS DEMAIS	253	309	421	506	942
SUB-TOTAL	761	1.351	1.985	2.761	5.331
ÁFRICA/ORIENTE MÉDIO					
ÁFRICA DO SUL	210	300	405	564	929
TODOS OS DEMAIS	69	139	185	246	611
SUB-TOTAL	279	439	590	810	1.540
ÁSIA/ORIENTE					
AUSTRÁLIA	195	241	360	542	1.061
CHINA, REP. POPULAR	1.337	1.926	2.658	3.192	4.869
ÍNDIA	253	298	436	529	766
JAPÃO	3.272	3.790	4.384	5.063	6.131
TODOS OS DEMAIS	172	219	292	584	2.056
SUB-TOTAL	5.229	6.474	8.130	9.910	14.883
TOTAL MUNDIAL	23.000	27.000	31.100	35.800	49.900

QUADRO 8

	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>
MINÉRIO USADO EM ALTO FORNO	10.615	13.200	15.400	17.700	24.400
EQUIVALENTE MI NÉRIO DE FERRO LIGAS E OUTROS PRODUTOS	<u>12.516</u>	<u>13.800</u>	<u>15.700</u>	<u>18.100</u>	<u>25.500</u>
T O T A L	<u>23.131</u>	<u>27.000</u>	<u>31.100</u>	<u>35.800</u>	<u>49.900</u>

FONTE: STANFORD RESEARCH INSTITUTE - JUNHO 1976

QUADRO 9

<u>HISTÓRICO</u>		<u>PROJEÇÃO</u>	
<u>ANO</u>	<u>KG/T/AÇO</u>	<u>ANO</u>	<u>KG/T/AÇO</u>
1953	46,5	1980	30,8
1963	42,6	1985	29,3
1973	31,7	1990	27,9
		2000	26,5

FONTE: STANFORD RESEARCH INSTITUTE
- JUNHO DE 1976.

QUADRO 10

CONSUMO DE MANGANÊS (METAL CONTIDO)

	<u>Kg DE Mn/T AÇO BRUTO</u>				
	<u>ESTADOS UNIDOS</u>		<u>JAPÃO</u>		<u>BRASIL *</u>
	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1976</u>
FERROMANGANÊS	5,65	5,76	4,40	4,28	4,37
SÍLICO MANGANÊS	0,65	0,70	3,69	3,35	2,60
SPIEGELEISEN	0,20	0,20			
Mn METÁLICO	0,12	0,12			
ADIÇÃO DIRETA-MIN. 35+	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>			
SUB-TOTAL	6,45	6,65	8,09	7,63	6,97
Mn NO CUZA	<u>0,55</u>	<u>0,60</u>			<u>1,40</u>
TOTAL Kg/T/AÇO	7,00	7,25	8,09	7,63	8,37

FONTE: BUREAU OF MINES - MIN. YEARBOOK 1974 (CONVERTIDO A Kg)
THE TEX REPORT - 15 JUNHO 1977

* PESQUISA EM UMA USINA SIDERÚRGICA
PESQUISA EM OUTRA USINA SIDER. 7,5 Kg DE Mn/T/AÇO

QUADRO 11
MERCADO MUNDIAL OUTROS USOS MINÉRIO DE MANGANÊS
T.M. (EXCEÇÃO URSS E CHINA)

	EUA	EUROPA	JAPAO	OUTROS	TOTAL	%	%
<u>QUÍMICOS</u>							
HIDROQUINONA	35.000	4.000	2.000	-	41.000	7,7	
KMnO ₄	10.000	15.000	5.000	-	30.000	5,6	18,4
FUNGÍCIDAS	-	8.000	-	-	8.000	1,5	
MnSO ₄	5.000	15.000	-	-	20.000	3,7	
<u>SOLDA</u>	45.000	20.000	10.000	5.000	80.000		14,8
<u>ELETROLISE DE ZINCO</u>	2.000	10.000	?	-	12.000		2,2
<u>URÂNIO</u>	5.000	-	-	-	5.000		0,9
<u>FERRITES</u>	2.000	1.500	?	200	3.700		0,7
<u>VIDRO</u>	500	4.000	1.000	?	5.500		1,0
<u>CERÂMICOS</u>	25.000	65.000	5.000	-	95.000		17,5
<u>PILHAS SECAS</u>							
MINÉRIO P/MnO ₂ (E.M.D. e C.M.D.)	-	-	-	-	140.000		25,9
SUB-TOTAL					440.000		
MINÉRIO ATIVO P/BATERIA	-	-	-	-	100.000		18,5
TOTAL.....					540.000		100,0

Fonte: H. Carman and D. Thuilliev -
Société Française de Minerais et Métaux - Paris - 1973

QUADRO 12

PRODUÇÃO MUNDIAL DE AÇO BRUTO 10⁶ T.M.

	ATUAL 1973	PREVISÃO 1980	PREVISÃO 1985
<u>MUNDO LIVRE</u>			
ESTADOS UNIDOS	136	155	173
CANADÁ	14	18	24
AMÉRICA LATINA	16	36*	61**
REINO UNIDO	27	30	34
COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA EXCETO U.K.	123	141	155
OUTROS DA EUROPA	29	45	62
ORIENTE MÉDIO E ÁFRICA	7	17	31
ÁSIA	132	168	209
OCEANIA	8	11	15
SUB-TOTAL	<u>492</u>	<u>621</u>	<u>764</u>
<u>BLOCO COMUNISTA</u>			
URSS	131	158	180
EUROPA ORIENTAL	47	70	85
OUTROS	25	45	67
SUB-TOTAL	<u>203</u>	<u>273</u>	<u>332</u>
<u>T O T A L</u>	<u>695</u>	<u>894</u>	<u>1096</u>

FONTE: RESOURCE DEVELOPMENT 11 DE MARÇO DE 1977

*BRASIL - 18

**BRASIL - 35

QUADRO 12B

World raw steel output in 1976

				(million metric tons)		
				1975	1976*	% change
USSR	..	..	..	141.3	147.0	+4.0
USA..	..	..	..	106.0	116.3	+9.7
Japan	..	..	..	102.3	107.4	+5.0
West Germany	..	..	..	40.4	42.4	+5.0
China	..	..	..	26.5	26.0	-2.0
Italy..	..	..	..	21.9	23.4	+6.8
France	..	..	..	21.5	23.2	+7.9
UK ..	..	..	..	19.8	22.7	+14.6
Poland	..	..	..	15.0	15.9	+6.0
Czechoslovakia	..	..	..	14.3	14.7	+2.7
Canada	..	..	..	13.0	13.2	+1.5
Belgium	..	..	..	11.6	12.1	+4.3
Spain	..	..	..	11.1	11.0	-1.0
Rumania	..	..	..	9.5	10.5	+10.5
India	..	..	..	8.0	9.4	+17.5
Brazil	..	..	..	8.4	9.2	+9.5
Australia	..	..	..	7.9	7.8	-1.0
South Africa	..	..	..	6.8	7.1	+4.4
East Germany	..	..	..	6.5	6.6	+1.5
Mexico	..	..	..	5.3	5.3	—
Netherlands	..	..	..	4.8	5.2	+8.3
Sweden	..	..	..	5.6	5.1	-9.0
Luxembourg	..	..	..	4.6	4.6	-1.3
Austria	..	..	..	4.1	4.5	+9.8
Hungary	..	..	..	3.7	3.8	+2.7
South Korea	..	..	..	2.0	3.5	+75.0
North Korea	..	..	..	2.9	3.0	+3.4
Yugoslavia	..	..	..	2.9	2.7	-6.9
Bulgaria	..	..	..	2.3	2.5	+8.6
Argentina	..	..	..	2.2	2.4	+9.1
Turkey	..	..	..	1.7	1.9	+11.8
Finland	..	..	..	1.6	1.6	—
Taiwan	..	..	..	1.0	1.6	+60.0
Others	..	..	..	9.8	9.9	+1.0
Total	..	..	..	646.3	683.5	+5.8

Source: IISI *preliminary

QUADRO 12C

Top steel producers in 1976

	(million metric tons)			
	1975		1976	
	Ranking	Output	Ranking	Output
Nippon Steel	1	32.50	1	33.97
US Steel	2	23.93	2	25.67
BSC	3	17.24	3	19.07
Bethlehem	4	15.87	4	17.14
NKK	5	14.60	5	15.67 [¶]
Finsider group	7	12.86	6	13.43
Sumitomo	6	13.40	7	13.30
Kawasaki	8	12.60	8	13.30
ATH	9	12.17	9	12.82
Estel*	11	9.71	10	10.40
National	15	7.80	11	9.77
Arbed group [†]	10	9.75	12	9.72
Usinor**	14	7.90	13	8.90
Republic	13	7.98	14	8.73
Kobe Steel	16	7.70	15	7.81
BHP	12	8.01	16	7.78
Inland	17	6.60	17	7.17
Armco	18	6.34	18	6.80
Sacilor group [‡]	19	6.00	19	6.60
Jones & Laughlin	20	5.20	20	6.32
Stelco	22	4.90	21	5.19
Iscor	24	4.65	22	5.18
Cockerill	23	4.80	23	5.12
Ensidesa	21	5.10	24	4.99
Youngstown Sheet & Tube	26	4.05	25	4.60
Krupp	29	3.41	26	4.13
Peine-Salzgitter	27	3.90	27	4.11
Mannesmann§	25	4.60	28	4.05
Vöest-Alpine	28	3.63	29	3.90

[†]Includes 5.7m tons from subsidiaries. *Hoesch 5.6m tons, Hoogovens 4.8m tons. [‡]Includes share in Solmer. §Includes subsidiaries. [¶]Includes 1.01m tons from subsidiaries. **Includes subsidiaries—Alpa, share in Solmer, etc.

QUADRO 13

PREVISÃO DEMANDA MUNDIAL DE MANGANÊS
CRESCIMENTO DEMANDA - 4,5% AO ANO - ATÉ 1985

	Consumo Kg/Mn Metálico por t.m. aço bruto	Total 1980-ton de Mn metálico	Total 1985-ton de Mn metálico
		Unidade 10 ³ t.m.	
<u>MUNDO LIVRE</u>			
E.U.S. aço	9,26	1.435	1.602
outros		76	84
Canadá	9,28	167	223
América Latina	12,50	450	763
R.U. aço	10,40	312	354
outros usos		16	19
Comunidade Econômica			
Européia Menos R.U.	9,88	1.393	1.531
Outros - Europa	10,80	486	670
Oriente Médio e África	13,42	228	416
Ásia	11,02	1.852	2.303
Oceania	12,20	134	183
Sub-total		6.549	8.148
<u>BLOCO COMUNISTA</u>			
URSS	20,32	3.211	3.658
Europa Oriental	12,50	875	1.063
Demais Países	12,50	563	838
Sub-total		4.649	5.559
TOTAL		<u>11.198</u>	<u>13.707</u>

Fonte: Resource Development 11 março 1977

Considerando um crescimento da demanda de
3% ao ano de 1985 a 2.000, temos:

1990.....	15.890
1995.....	18.421
2000.....	21.355

QUADRO 14

PRODUÇÃO E CAPACIDADE CONSUMO MUNDIAL DE MANGANÊS METÁLICO-10³ T.M.

	1973		1980		1985	
	Capacidade	Produção Atual	Previsão Capacidade	Previsão Produção	Capacidade Mínima Necessária	Produção Necessária
<u>MUNDO LIVRE</u>						
EUA	91	28				
América Latina	1.452	1.177	1.452	1.452		
Europa	29	17	29	29		
África	3.227	3.055	3.544	3.544		
Ásia	851	651	842	842		
Oceania	748	745	1.475	1.475		
Sub-total	6.398	5.673	7.433	6.466	9.365	8.148
<u>BLOCO COMUNISTA</u>	4.800	4.070	6.357	5.531	6.390	5.559
<u>TOTAL</u>	<u>11.198</u>	<u>9.743</u>	<u>13.790</u>	<u>11.997</u>	<u>15.755</u>	<u>13.707</u>

Fonte: Previsões U.S. Bureau of Mines

Resource Development - 11 março 1977

QUADRO 15
MINERAIS DE MANGANÊS MAIS COMUNS

<u>MINERAL</u>	<u>COMPOSIÇÃO QUÍMICA</u>	<u>% Mn</u>
Hausmanita	Mn_3O_4	72
Polianita		63.1
Pirolusita	MnO_2	60-63
Criptomelana	$KMnMn_8O_{16}$	Variável
Psilomelana	$BaMnMn_8O_{16}(OH)_4$	45-60
Bixbyita	Mn_2O_3	
Jacobsita	$MnFe_2O_4$	
Manganita	$Mn_2O_3 \cdot H_2O$	62
Litioforita	$(LiAl) MnO_2(OH)$	
Tefroita	$2MnOSiO_2$	54.3
Spessartita	$3MnOAl_2O_3 \cdot 3SiO_2$	33.3
Rodocrosita	$MnCO_3$	47
Rodonita	$MnSiO_3$	42
Coronadita	$PbMn_8O_{16}Mn$	Variável
Braunita	$3Mn_2O_3MnSiO_3$	62
Wad	Óxidos de Mn Hydrous	Variável
Franklinita	$(FeMnSn)O(FeMn)_2O_3$	Variável
Asbolan	Wad Cobaltífero	Variável
Alabandita	MnS	
Granita	$MnO(OH)$	
Pirocroita	$MnO(OH)_2$	
Bementita	$(Mn, Mg, Fe)_6SiO_4(O, OH)_{16}$	
Holandita	$BaMn_8O_{16}Mn$	Variável
Nódulos:		
Todorokita		
Birnesita	MnO_2 Associado C/Ni-C _o -V _a -Cu	
Delta Dióxido de Mn		

QUADRO 16

MINERAIS DE MANGANÊS MAIS COMUNS E OS
MEIOS-AMBIENTES ONDE SÃO FORMADOSMinerais Supergênicos

Pirolusita-1	Birnessita-1
Criptomelana-1	Todorokita-1
Psilomelana-1	Chalcofanita-2
Nsutita-1 (fonte de carbonato)	Manganita-2
Coronadita-1	Litoforita-2

Minerais Metamórficos

(A mineralogia metamórfica é em grande parte dependente do grau de metamorfismo e composição da rocha. Muitos óxidos e carbonatos de manganês permanecem intatos durante o metamorfismo em meios ambientes baixos em Al e Si. Muitos óxidos primários estabilizam-se em baixo grau de metamorfismo.)

Manganita-2	Rodocrosita-4
Bixbyita-3 (todos os teores)	Rodonita-3
Braunita-3 (todos os teores)	Spessartita-5
Holandita-3 (todos os teores)	Tefoita-5 (mais alto teor)
Hausmanita-3 (mais alto teor)	Outros silicatos de Mn-5
Jacobsita (mais alto teor)	

Minerais Hipogênicos

Pirolusita-1	Jacobsita-3
Criptomelana-1	Hausmanita-3
Psilomelana-1	Rodocrosita-4
Birnessita-1 (?)	Mn-Fe-Mg-Ca carbonatos
Coronadita-1	Calcita preta-4
Holandita-3	Rodonita-5
Braunita-3	

Minerais Volcanogênicos

Pirolusita-1	Mn-Fe.Ca carbonatos
Psilomelana-1	Neotocita-5
Braunita-3	Bementita-5
Hausmanita-3	Silicatos de Mn
Rodocrosita-6	

Minerais Sedimentares

Pirolusita-1	Braunita-3
Criptomelana-1	Rodocrosita-4
Psilomelana-1*	Mn-Fe-Mg-Ca carbonatos
Birnessita-1*	Calcita preta-4
Todorokita-1*	Mn em estrutura cristalina de magnetita e de silicatos e carbonatos de Fe.
Manganita-2	

-
- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1. óxidos mais ricos | 5. silicatos |
| 2. hidróxidos | 6. outros |
| 3. óxidos médios e mais pobres | * minerais de nódulos |
| 4. carbonatos | |

Fonte: By John Van N., Dorr II e outros 1973

QUADRO 17

PRINCIPAIS LIGAS DE MANGANÊS
ASTM - ESPECIFICAÇÕES

	Mn %	C (MAX)%	Si %	P (MAX)%	S (MAX)%
STAND. FERROMANG.					
TIPO A - 78,0-82,0	7,5	1,2	0,35	0,050	
TIPO B - 76,0-78,0	7,5	1,2	,35	,050	
TIPO C - 74,0-76,0	7,5	1,2	,35	,050	
MÉDIO-C. FERROMANG.					
TIPO A - 80,0-85,0	1,5	1,0	,30	,020	
TIPO B - 80,0-85,0	1,5	1,5	,30	,020	
BAIXO-C. FERROMANG.					
TIPO A - 85,0-90,0		2,0	,20	,020	
TIPO B - 80,0-85,0	,75	5,0-7,0	,30	,020	
SÍLICO-MANGANÊS					
TIPO A - 65,0-68,0	1,5	18,5-21,0	,20	,04	
TIPO B - 65,0-68,0	2,0	16,0-18,5	,20	,04	
TIPO C - 65,0-68,0	3,0	12,5-16,0	,20	,04	
SPIEGELEISEN					
TIPO A - 16,0-19,0	6,5	1,0-3,0	,080	,050	
TIPO B - 19,0-21,0	6,5	1,0-3,0	,080	,050	
TIPO C - 21,0-23,0	6,5	1,0-3,0	,080	,050	

FONTE: GILBERT L. DeHUFF - U.S. BUREAU OF MINES

QUADRO 18
RELAÇÃO TEMPO-PREÇO PARA MANGANÊS

MÉDIA DE PREÇO ANUAL -
US\$/UNIDADE METÁLICA - T. LONGA

ANO	PREÇO REAL CIF	PREÇO BASE DÓLAR 1973
1954	0,96	1,65
1955	1,04	1,77
1956	1,46	2,40
1957	1,58	2,50
1958	1,21	1,87
1959	,98	1,49
1960	,94	1,41
1961	,94	1,39
1962	,91	1,33
1963	,81	1,17
1964	,69	,98
1965	,73	1,02
1966	,76	1,03
1967	,67	,88
1968	,60	,75
1969	,50	,60
1970	,54	,62
1971	,60	,66
1972	,60	,63
1973	,65	,63
1974	,90	,82

Os preços que constam do Quadro para os anos anteriores são para o minério contendo de 46 a 48% manganês.

Fonte: GILBERT L. DEHUFF - 1975

1975	entre 1,38 a 1,45
1976	entre 1,38 a 1,53
1977	entre 1,48 a 1,60

ANO	PREÇO REAL CIF	PREÇO BASE DÓLAR 1973
1975	entre 1,38 a 1,45	
1976	entre 1,38 a 1,53	
1977	entre 1,48 a 1,60	

QUADRO 19RECURSOS DOS NÓDULOS1,7 TRILHÕES DE TON. DE AGREGADOS (NÓDULOS) CONTENDO:

400	Bilhões de Toneladas de Manganês
16,4	Bilhões de Toneladas de Níquel
8,8	Bilhões de Toneladas de Cobre
9,8	Bilhões de Toneladas de Cobalto

Em Menor Quantidade, Outros Elementos

FONTE: V. E. MacKELVEY E.F.H. WANG. (MERO - 1967)

QUADRO 20FATORES QUE INFLUENCIAM NA SELEÇÃOÁREA ATRATIVAS PARA OPERAÇÃO

- 1 - Riqueza de um Determinado Depósito
- 2 - Proximidade de Mercados Cons. e em Potencial para os Metais Recuperados.
- 3 - Custo de Transporte e Proximidade Locais Instalações de Beneficiamento e Refino, em Terra.
- 4 - Meteorologia Favorável, Condições do Mar.
- 5 - Profundidade das Águas nas Áreas Operação Recuperação Nódulos
- 6 - Topografia do Fundo do Mar.
- 7 - Mecânica do Solo do Fundo do Mar.
- 8 - Estabilidade Política nas Nações Costeiras mais Próximas para Operações Complementares de Apoio.
- 9 - Regulamentação Internancional sobre o Assunto e Efeitos Políticos nos Países Grandes Produtores de Minério de um e outros Metais.

QUADRO 21ALGUMAS ANÁLISES TÍPICAS - NÓDULOS

ELEMENTO	OCEANO PACÍFICO		OCEANO ATLÂNTICO		CANADÁ À 80 MILHAS N.W. VANCOUVER	
Manganês	25	%	16	%	38,1%	
Níquel	1	%	0,42	%	1	%
Cobre	0,75%		0,20	%	5	%
Cobalto	0,25%		0,31%			

FONTE: F.L. LAQUE - PROSPECTS

QUADRO 22

PACIFIC MANG NODULES WEIGHT PERCENTAGES (DRY, W. BASIS) STATISTICS ON 54 SAMPLES			
<u>ELEMENT</u>	<u>AVERAGE</u>	<u>MAXIMUM</u>	<u>MINIMUM</u>
Mn	24.2	50.1	8.2
Fe	14.0	26.6	2.4
Si	9.4	20.1	1.3
Al	2.9	6.9	0.8
Na	2.6	4.7	1.5
Ca	1.9	4.4	0.8
Mg	1.7	2.4	1.0
Ni	0.99	2.0	0.16
K	0.8	3.1	0.3
Ti	0.67	1.7	0.11
Cu	0.53	1.6	0.028
Co	0.35	2.3	0.014
Ba	0.18	0.64	0.08
Pb	0.09	0.36	0.02
Sr	0.081	0.16	0.024
Zr	0.063	0.12	0.009
V	0.054	0.11	0.021
Mo	0.052	0.15	0.01
Zn	0.047	0.08	0.04
B	0.029	0.06	0.007
Y	0.016	0.045	0.033
La	0.016	0.024	0.009
Yb	0.0031	0.0066	0.0013
Cr	0.001	0.007	0.001
Ga	0.001	0.003	0.0002
Sc	0.001	0.003	0.001
Ag	0.0003	0.0006	0.001

Fonte: Mining Congress Journal, Nov. 73

QUADRO 23

Este quadro mostra o desequilíbrio entre a proporção dos constituintes dos metais nos nódulos e a capacidade de consumo desses metais, no mundo, excluída a China continental e outros pequenos países.

Metais	Produção Mundial 1976 t.m.	Kg. Prod. por Tonelada de Nódulo	Toneladas de Nódulos Necessárias**	Área do Oceano a Ser Colhida. Milhas Quad.	Porcentagem Disponível, Simultaneamente sobre a Produção Mundial de 1967 para os Metais Associados se Cada Um Deles Fosse Atendido 100%.			
					Mn	Cu	Níquel	Cobalto
Manganês	18.650.000*	225	29.800.000	1.069	100%	4%	59%	453%
Cobre	5.073.215	6.8	745.625.100	26.746	2.500%	100%	1.479%	11.335%
Níquel	457.203	9	50.397.150	1.808	169%	8%	100%	766%
Cobalto	14.919	2.2	6.578.000	236	22%	0,9%	12%	100%

* Toneladas de minério com teor médio em 40% Mn.

** Baseada em nódulos contendo 25% Mn; 1,0% Ni; 0,75% Cu; e 0,25% Co.

Baseado concentração de nódulos de 27.878 toneladas por milha quadrada no fundo do oceano. Quadro composto com dados tirados da publicação "Prospects for and from Deep Ocean Mining", de F. L. LaQue - MTS Journal, V. 5 Nº. 2 - março/abril 1971.

Three Consortia Getting On With the Job

Ocean Mining Associates

Tenneco, Inc.	23.75%
US Steel Corp.	23.75%
Union Miniere	23.75%
Japanese Manganese Nodule Development Co.	23.75%
Individuals	5%
Deepsea Ventures—service contract	

Progress

One-fifth scale test ship to be converted from small dry bulk carrier; will attempt to prepare for test in late 1976. Consortium has found several mine sites in the Pacific; has three viable hydrometallurgical processes; US Steel and Union Miniere refining flowsheet.

Kennecott Consortium

Kennecott Copper Corp.	50%
Rio Tinto Zinc	20%
Consolidated Gold Fields	10%
Mitsubishi	10%
Noranda Mines	10%
Kennecott Copper—project management	

Progress

Entering prototype equipment development phase for at-sea mining test. Hydrometallurgical (ammonia leach?) process well developed.

Inco Consortium

Inco	25%
AMR (Metallgesellschaft, Preussag, Rheinische Braunkohlenwerke, Salzgitter)	25%
Deep Ocean Mining Co. (Sumitomo, Nippon Mining, Dowa Mining, and other Japanese companies)	25%
Sedco	25%
Ocean Management, Inc.—management contract	

Progress

Test mining in summer of 1977. Will complete pilot plant work at Canada or Japan on possible roast-leach process early in 1979. Three years of exploration data from R/V Valdivia brought to consortium by AMR group.

QUADRO 2.5
RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIO DE MANGANÊS

Estados	Medida	Indicada	Inferida	Total Reservas	Teor Medio % Mn	Fonte de Referência e	Unidade: 10 ³ t.m.	
							data	data
Amapa	20.193	4.806	483	25.482	38,4	ICOMI	Janeiro	1977
Amapa (a)	4.364	570	-	4.934	30,8	ICOMI	Janeiro	1977
Mato Grosso-Urucum	4.130	47.850	20.000	71.980	44-48	DNPM	Dezembro	1975
Mato Grosso-Corumbá	7.645	10.270	12.000	29.915	44-48	DNPM	Dezembro	1977
Minas Gerais	2.688	3.000	3.000	8.688	35	DNPM	Dezembro	1975
Minas Gerais (b)	5.400	400	700	6.500	31,8	Meridional	Janeiro	1977
Minas Gerais (c)	4.200	800	1.000	6.000	28-32	Geol.Met.n.º38	Janeiro	1977
Pará-Azul-detrítico	9.806	10.431	4.030	24.267	35-50	AMZA	Abril	1977
Pará-Azul-P.Granulado		15.280		15.280	44-25	AMZA	Abril	1977
Pará-Azul-Pelito		24.550		24.550	28,22	AMZA	Abril	1977
Pará-Buritirama	3.300	1.000	6.550	10.850	32-47	Meridional	Junho	1975
Pará-Sereno			2.800	2.800	20	AMZA	Junho	1975
Goias-Diversos	427	307	204	938	42-46	DNPM	Dezembro	1976
Bahia	2.442	1.142	1.005	4.589	30-50	DNPM	Dezembro	1975
Bahia-Outras			10.000	10.000	40-42	Ferbasa		1977
Amazonas	1.380	-	2	1.382	50,2	Proj.Perfis Anal. Mn	Mn	1973
Espirito Santo	500	-	-	500	30-32	Diversas		1976
Ceara			160	160	34,3	ICOMI		1974
Santa Catarina (d)	129	100	180	409	20	Volume I Anais CTA	Maio	1976
TOTAL	66.604	120.506	62.114	249.224	40,04			

a) Protominério Carbonático

b) Protominério Sílico-Carbonatado

c)

Minérios tipo ferro-manganês - Fe 32-28%

d)

Minérios tipo ferro-manganês - Fe 40%

QUADRO 26

RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIO DE MANGANÊS

ESTADOS DO BRASIL	UNIDADE 10 ³ T.M.	
	TOTAL RESERVAS	ANO
Amapá	30.416	Janeiro /77
Mato Grosso	101.895	Dezembro/77
Minas Gerais	21.188	76-77
Pará	77.747	Abril /77
Goiás	938	Dezembro/77
Bahia	14.589	75-77
Amazonas	1.382	73
Espírito Santo	500	76
Ceará	160	74
Santa Catarina	409	76
T O T A L	249.224	

QUADRO 27PRODUÇÃO DE MINÉRIO DE MANGANÊS BRASIL POR ESTADOS

ESTADOS	UNIDADE 10^3 T.M.				
	1972	1973	1974	1975	1976
Amapá	1.103	1.324	1.238	1.366	1.043*
Minas Gerais	474	354	512	440	360**
Pernambuco	100	71	74	135	70
Paraná	7	23	66	56	58
Piauí	18	7	3	2	59
T O T A I S:	1.702	1.779	1.893	1.999	1.590

AMAPÁ 1976 - INCLUÍDAS 125.000 T.M. DE PELOTAS
 M. MINA 1976 - 219.691 TON - 61% PRODUÇÃO DE M.G.

QUADRO 28PROJEÇÃO DE PRODUÇÃO DE MINÉRIO MANGANÊS ATÉ
ANO 2.000 BRASIL

1973	UNIDADE 10^6 T.M.			
	1980	1985	1990	2000
2,16	2,8	3,4	4,1	5,6*

CRESCIMENTO DE 4% AO ANO A PARTIR DE 1980.

FONTE: STANFORD RESEARCH INSTITUTE.

QUADRO 29

PROJEÇÃO CONSUMO - MINÉRIO DE MANGANÊS
 ATÉ O ANO 2.000-BRASIL

UNIDADE 10³

1975	1980	1985	1990	2.000
300	687*	1.071	1.560	3.040

* DE 1975 a 1980 AUMENTO DE CONSUMO DA ORDEM DE 15% AO ANO.

FONTE: STANFORD RESEARCH INSTITUTE

QUADRO 30

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DO AÇO / PROCESSO
 FASE DE EXPANSÃO

UNIDADE: 10³ t AÇO LÍQUIDO/ANO

PROCESSO / FASES DE EXPANSÃO	1981	1982	1983	1984	1985	1986
<u>COQUE</u>	11.460	16.200	19.500	21.150	23.750	24.800
Capacidade Disponível	11.460	14.820	17.660	18.850	18.850	18.850
Projetos Propostos 1a.Fase	-	1.380	1.840	2.300	2.300	2.300
Projetos Propostos 2a.Fase	-	-	-	-	2.600	3.650
<u>CARVÃO VEGETAL</u>	3.330	3.530	3.780	4.650	5.110	5.570
Capacidade Disponível	3.330	3.530	3.530	3.530	3.530	3.530
Projetos Propostos 1a.Fase	-	-	-	-	-	-
Projetos Propostos 2a.Fase	-	-	250	1.120	1.580	2.040
<u>FERRO ESPONJA</u>	1.140	1.140	1.140	1.510	1.660	1.880
Capacidade Disponível	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140
Projetos Propostos 1a.Fase	-	-	-	-	-	-
Projetos Propostos 2a.Fase	-	-	-	250	350	500
<u>SUCATA</u>	3.959	4.313	4.438	5.038	5.428	5.848
Capacidade Disponível	3.959	4.313	4.438	4.438	4.438	4.438
Projetos Propostos 1a.Fase	-	-	-	-	-	-
Projetos Propostos 2a.Fase	-	-	-	600	990	1.410
T O T A L	19.889	25.183	28.608	32.228	35.778	37.858
Capacidade Disponível	19.889	23.803	26.768	27.958	27.958	27.958
Projetos Propostos 1a.Fase	-	1.380	1.840	2.300	2.300	2.300
Projetos Propostos 2a.Fase	-	-	250	1.970	5.520	7.600

FONTE: IBS7 - CONSOLIDAÇÃO DO PLANO MESTRE DE SIDERURGIA PAINEL
 II - CONSIDER - ABRIL DE 1977

QUADRO 31

PROJEÇÃO DE CONSUMO DE MINÉRIO DE MANGANÊS NO BRASIL

UNIDADE 10^3 T.M.

ANOS	1981	1982	1983	1984	1985	1986	OBS.
Produção Aço	19.889	25.183	28.608	32.228	35.778	37.858*	
Cons.Min. Mn Base 44Kg/T/ Aço	875	1.108	1.259	1.418	1.574	1.666	
Cons.Min. Mn Base 30Kg/T/ Aço	597	756	858	967	1.073	1.136**	
Cons.Min. Mn Segundo Con sider-Abrafe	789	901	1.028	1.174	1.342	1.401***	

FONTE: * IBS7 CONSIDER - ** SRI - *** CONSIDER-ABRAFE

QUADRO 32

NECESSIDADES DE MINÉRIO DE MANGANÊS PARA
POSSIBILIDADES DE EXPORTAÇÃO DE LIGASUNIDADE 10^3 T.M.

ANOS	1977	78	79	80	81	82	83	84	85
Mto Teor	27	31	35	42	47	54	61	70	80
Mn Teor	38	43	49	59	66	76	87	99	113
TOTAIS	65	74	84	101	113	130	148	169	193

FONTE: CONSIDER-ABRAFE

QUADRO 33
EXPORTAÇÃO EM 1976

<u>ORIGEM</u>	<u>T. M.</u>	<u>VALOR FOB EM US\$</u>	<u>OBS.</u>
Icomi	1.020.000	64.000.000*	Incl. Pelotas
Urucum Min.	32.000	1.000.000	Corumbá
Sobraim	4.900	179.000	Corumbá
Min. M. Grosso	3.000	79.000	Corumbá
T O T A L S:	1.059.900	65.258.000	

* US\$ 63.00 POR T.M. FOB PORTO DE SANTANA

FONTE : BOOZ-ALLEN

QUADRO 34
IMPORTAÇÃO DE MANGANÊS EM 1976 (CACEX)

Minério	19.801 T.M. - VALOR FOB - US\$ 1,4 MILHÕES *
Mn Metal	692 T.M. - VALOR FOB - US\$ 263 MILHÕES

* PROCEDÊNCIA GABÃO - DESTINO SIBRA-BAHIA

FONTE: J.G. LYRIO - 1977

QUADRO 35
INFLUÊNCIA DO FRETE

<u>ORIGEM</u>	<u>DESTINO</u>	<u>FRETE US\$ / T.</u>
Amapá	Bahia	14.00
Amapá	São Paulo	18.00
Amapá	Argentina	25.00
Amapá	Checoslováquia	9.50
Amapá	Estados Unidos	
Gabão	Bahia	8-10.00

FONTE : J.G. LYRIO - 1977

QUADRO 36
PREÇO MÉDIO DO MINÉRIO DE MANGANÊS
EXPORTAÇÃO - FOB - US \$ / t

ANO	AUSTRÁLIA 48 % Mn	BRASIL 48 % Mn	GABÃO 50% Mn	GANÁ 48 % Mn	ÍNDIA 42% Mn	ÁFRICA DO SUL 40% Mn	URSS 48 % Mn
1953	-	34,4	-	33,8	-	-	35,5
1954	-	33,3	-	30,7	-	20,4	31,2
1955	-	31,1	-	26,4	-	20,7	27,5
1956	-	33,8	-	30,5	-	24,3	36,4
1957	39,64	50,1	-	38,6	38,9	31,4	54,7
1958	43,15	48,4	-	46,3	-	32,0	47,5
1959	35,28	35,3	-	35,4	-	21,2	39,5
1960	32,40	36,6	-	32,1	23,3	18,0	39,7
1961	34,56	39,2	-	43,1	-	18,6	40,2
1962	36,1	38,59	27,0	31,8	-	16,0	35,6
1963	32,73	31,24	22,1	28,5	20,0	16,4	34,1
1964	26,7	26,40	22,0	24,0	19,9	16,4	34,7
1965	25,5	29,18	22,8	23,3	20,1	18,1	26,0
1966	25,1	29,85	25,8	28,4	18,6	19,2	20,4
1967	24,4	27,12	26,0	21,9	16,8	18,9	19,9
1968	22,8	22,94	22,1	23,0	15,7	16,7	19,6
1969	20,2	21,16	18,1	20,9	15,9	14,8	18,7
1970	20,9	20,54	17,3	15,4	16,0	13,5	19,6
1971	20,9	22,36	21,7	14,8	14,7	14,2	17,5
1972	20,5	24,72	23,6	16,2	16,8	15,4	18,8
1973	-	25,53	-	21,4	16,8	18,0	22,3
1974	-	33,2	-	-	-	-	-
1975	-	52,0	-	-	-	-	-

Fonte: National Statistics (adaptação pelo DNPM) - junho 1976

World raw steel production

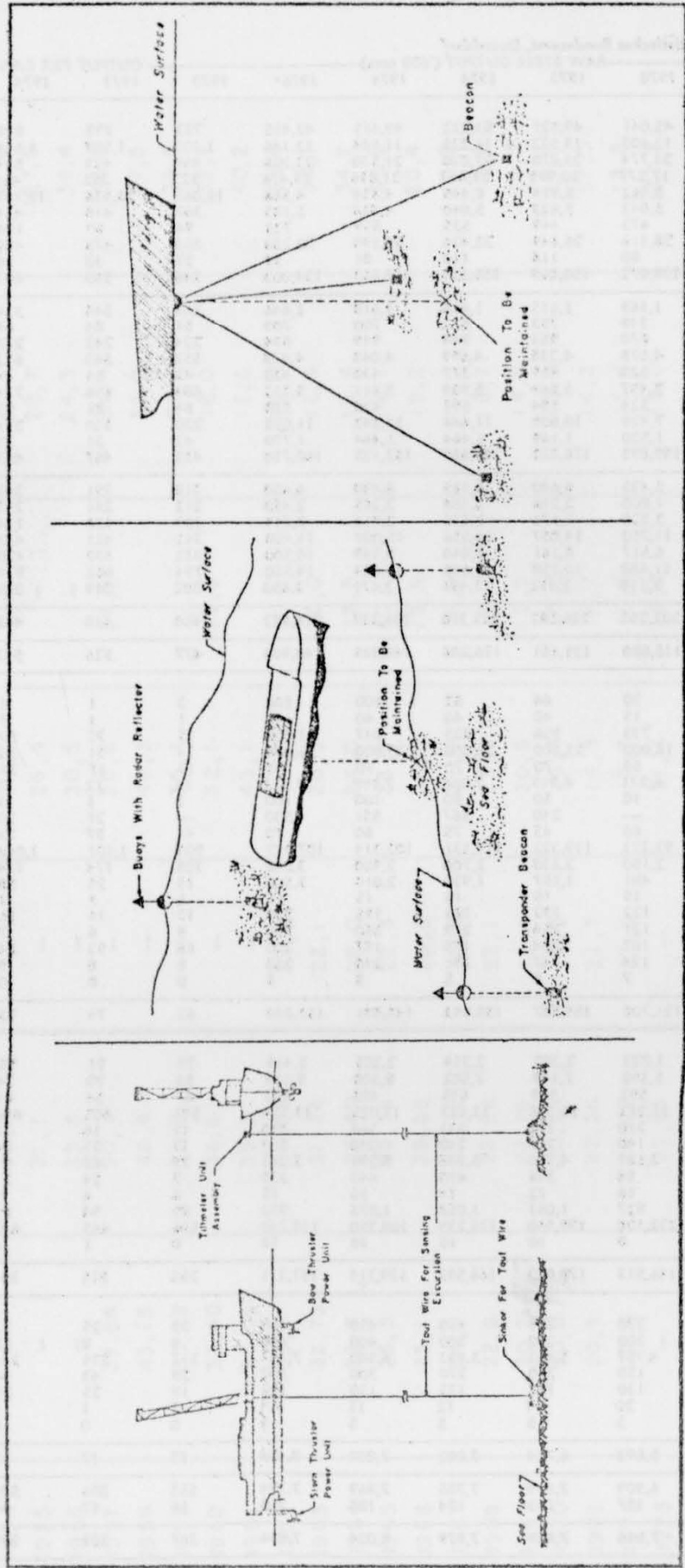
Source: Eisen und Stahl, Statistisches Bundesamt, Dusseldorf

	RAW STEEL OUTPUT ('000 tons)					OUTPUT PER CAPITA (kg.)					% World Output		
	1970	1973	1974	1975	1976*	1970	1973	1974	1975	1976*	1970	1976	
Europe													
W. Germany	45,041	49,521	53,232	40,415	42,415	732	799	858	654	633	7.52	6	
Belgium	12,607	15,522	16,225	11,584	12,146	1,303	1,509	1,654	1,183	1,233	2.10	1	
France	23,774	25,270	27,020	21,530	23,226	458	485	514	407	436	3.97	3	
Italy	17,277	20,995	23,803	21,836	23,416	322	382	430	341	415	2.89	3	
Luxembourg .. .	5,462	5,924	6,448	4,624	4,566	16,065	16,926	18,163	18,163	12,341	0.91	0	
Netherlands .. .	5,042	5,623	5,840	4,826	5,185	387	418	431	354	377	0.84	0	
Denmark	473	449	535	559	723	96	89	106	110	142	0.08	0	
UK	28,316	26,649	22,426	20,199	22,268	503	476	400	351	358	4.73	3	
Irish Republic ..	80	116	110	81	58	27	33	36	25	18	0.01	0	
EEC	138,072	150,069	155,639	125,653	134,003	546	585	603	436	515	2.505	19	
Finland	1,169	1,615	1,656	1,618	1,646	249	348	356	344	345	0.20	0	
Greece	348	753	612	700	700	51	84	68	77	77	0.06	0	
Norway	870	953	944	919	894	224	243	237	230	222	0.15	0	
Austria	4,078	4,238	4,699	4,068	4,478	552	563	622	541	598	0.68	0	
Portugal	385	459	377	430	428	43	54	44	49	43	0.06	0	
Sweden	5,497	5,664	5,989	5,611	5,213	684	696	734	684	632	0.92	0	
Switzerland .. .	524	584	593	420	520	84	91	92	65	52	0.09	0	
Spain	7,429	10,809	11,646	11,242	11,058	220	310	331	313	310	1.24	1	
Turkey	1,520	1,169	1,464	1,464	1,770	43	31	39	38	44	0.25	0	
W. Europe .. .	159,892	176,323	183,619	152,125	160,710	432	467	483	393	418	26.70	2	
E. Germany .. .	5,425	6,640	6,165	6,480	6,650	318	391	365	385	396	0.91	0	
Bulgaria	1,800	2,246	2,188	2,265	2,450	212	261	252	260	250	0.30	0	
Yugoslavia .. .	2,228	2,676	2,836	2,916	2,712	109	128	134	134	125	0.37	0	
Poland	11,750	14,057	14,556	15,007	15,450	352	421	432	432	450	1.56	2	
Rumania	6,517	8,161	8,840	9,549	10,500	322	383	420	451	452	1.09	1	
Czechoslovakia ..	11,480	13,158	13,640	14,324	14,550	794	902	929	970	981	1.92	2	
Hungary	3,110	3,332	3,466	3,671	3,650	302	319	331	343	344	0.52	0	
Europe†	202,202	226,593	235,310	206,337	216,672	408	448	462	402	420	33.76	31	
USSR	115,889	131,481	136,206	141,325	144,900	477	526	542	555	565	19.35	21	
Asia													
Bangladesh .. .	30	64	82	100	100	3	1	1	1	1	0.03	0	
Burma	15	40	40	40	40	1	1	1	1	1	0.03	0	
Taiwan	733	956	825	847	1,000	25	35	57	63	61	0.06	0	
China	18,000	23,000	24,000	25,000	26,000	24	31	32	30	31	3.01	3	
Hong Kong .. .	50	70	70	70	80	13	17	17	16	13	0.01	0	
India	6,271	6,915	7,068	7,989	9,313	12	12	12	13	15	1.05	1	
Indonesia .. .	10	50	80	100	100	1	1	1	1	1	0.00	0	
Iran	—	240	567	551	550	—	21	20	18	16	—	0	
Israel	60	65	75	60	70	41	37	23	18	20	0.02	0	
Japan	93,322	119,322	117,131	102,314	107,377	903	1,101	1,068	914	900	15.58	15	
N. Korea	2,180	2,630	2,700	2,900	3,000	105	174	174	183	155	0.37	0	
S. Korea	481	1,157	1,935	2,010	3,500	15	35	58	59	122	0.08	0	
Lebanon	15	15	15	15	15	1	1	1	1	1	0.00	0	
Malaysia .. .	122	193	183	195	200	13	16	16	17	17	0.02	0	
Philippines .. .	131	254	279	250	250	4	6	7	6	5	0.02	0	
Singapore .. .	107	204	186	187	200	68	92	84	83	68	0.02	0	
Thailand	174	347	351	258	250	8	8	9	6	6	0.04	0	
Vietnam	7	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0.00	0	
Asia	121,708	155,527	155,592	142,891	152,050	62	74	72	65	68	20.31	22	
America													
Argentina	1,823	2,205	2,354	2,205	2,415	79	91	95	89	94	0.30	0	
Brazil	5,390	7,149	7,502	8,308	9,189	58	70	74	78	84	0.50	1	
Chile	592	549	635	488	492	67	54	61	48	49	0.10	0	
Canada	11,212	13,386	13,623	13,025	13,229	525	605	606	571	571	1.87	1	
Colombia	310	362	333	366	320	15	16	13	15	13	0.05	0	
Cuba	140	221	240	240	250	17	25	26	26	25	0.02	0	
Mexico	3,881	4,760	5,138	5,291	5,295	79	88	91	87	85	0.55	0	
Peru	94	356	450	443	330	7	24	31	23	22	0.02	0	
Uruguay	16	12	14	16	15	6	4	5	6	6	0.00	0	
Venezuela .. .	927	1,063	1,058	1,075	930	89	94	89	90	75	0.15	0	
USA	122,120	139,950	135,235	108,250	118,740	596	665	638	567	554	20.39	17	
Central America ..	8	10	10	10	10	0	1	1	1	1	0.00	0	
America	146,513	170,023	166,592	139,715	151,215	285	315	304	251	268	24.46	22	
Africa													
Algeria	330	395	450	450	450	23	25	25	27	26	0.06	0	
Egypt	300	290	300	400	400	9	8	8	11	11	0.05	0	
S. Africa .. .	4,757	5,633	5,833	6,580	7,144	217	236	240	258	268	0.78	1	
Rhodesia	150	250	270	300	300	28	42	44	47	44	0.03	0	
Tunisia	130	137	132	130	150	19	25	23	23	27	0.02	0	
Uganda	20	14	12	15	15	2	1	1	1	1	0.00	0	
Morocco	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0.00	0	
Africa	5,692	6,724	7,002	7,880	8,464	15	17	17	20	20	0.93	1	
Australia .. .	6,909	7,699	7,785	7,869	7,794	553	586	584	582	570	1.15	1	
New Zealand ..	157	190	194	185	200	56	67	64	60	63	0.03	0	
Australasia .. .	7,066	7,889	7,979	8,054	7,994	367	399	385	333	375	1.18	1	
World	599,100	698,300	708,700	646,300	681,300	165	187	183	164	170	100		

*Provisional or partly estimated (as at February 1, 1977). †Excl. USSR.

ILUSTRAÇÃO

Fig. 2—Methods for localized vessel positioning include: Single buoys with radar detectors (center); and submerged transponder taut-wire system for dynamic anchoring (left); three transponder beacons. (SME Mining Engineering Handbook, 1973).



Mining Engineering - abril 1975

ILUSTRAÇÕES

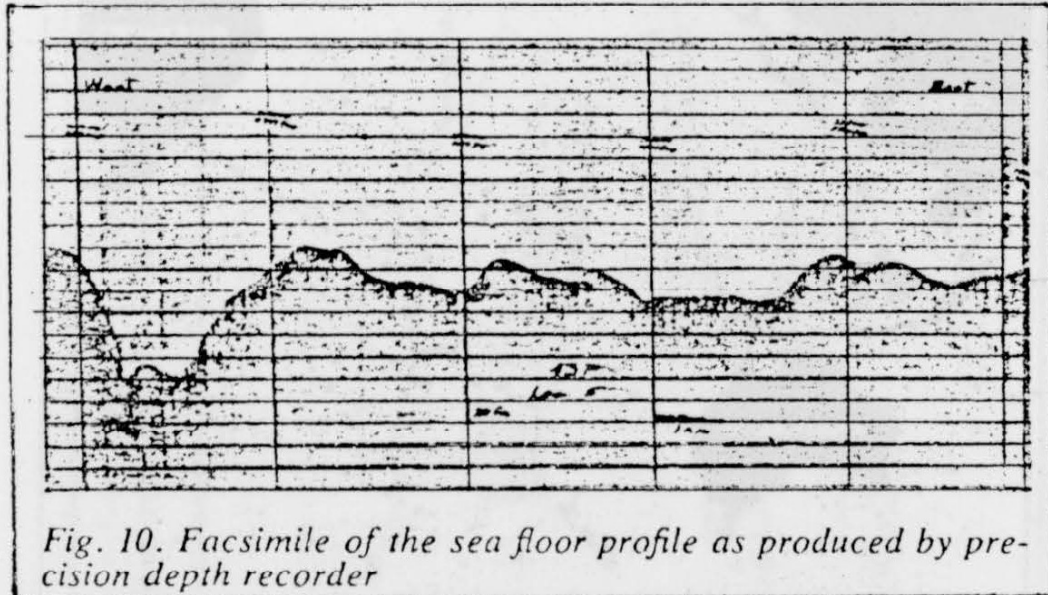


Fig. 10. Facsimile of the sea floor profile as produced by precision depth recorder

Mining Congress Journal
maio 1976

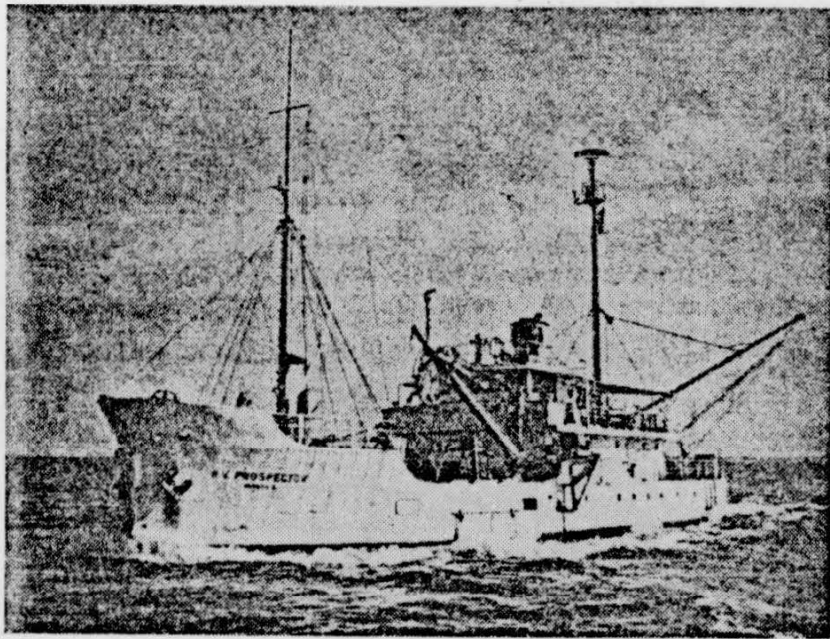


Fig. 1. R/V Prospector, a small freighter converted and equipped by Newport News Shipbuilding & Dry Dock Co. to perform oceanographic surveys

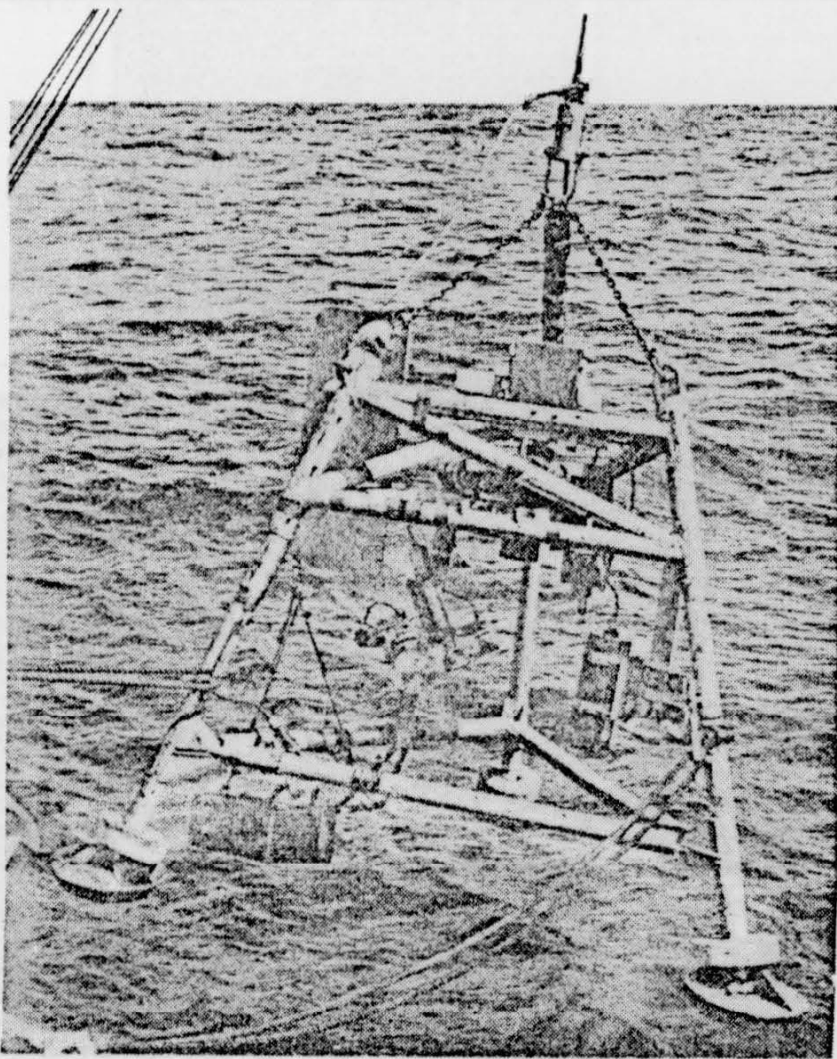


Fig. 2. TV system, still camera and sample collector installed on a tripod for deep ocean prospecting. Development of a television system that operates over 25,000 ft of cable has brought three-fourths of the sea floor within visual range

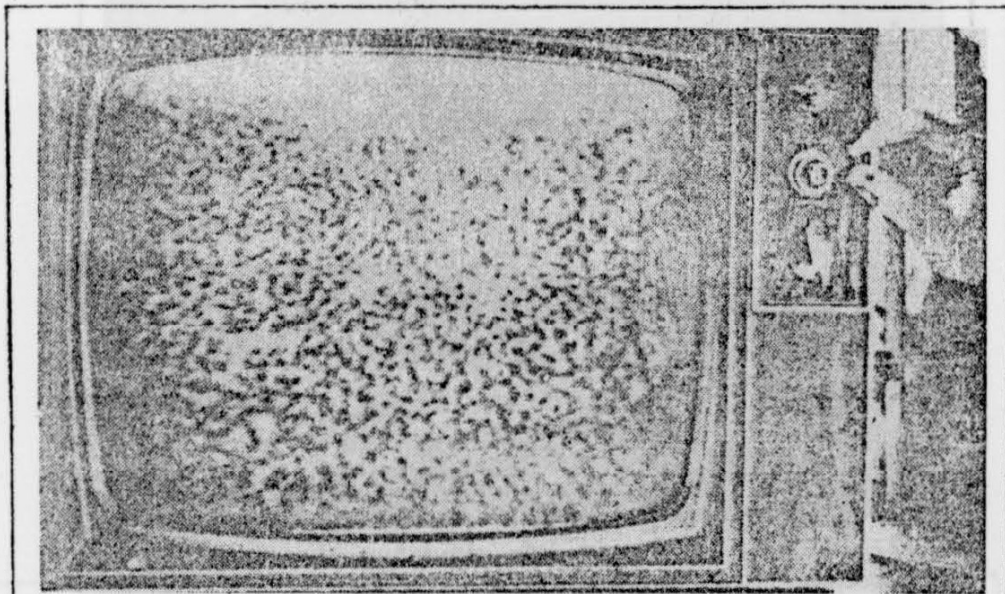


Fig. 7. TV tapes permit a ready review of sea floor surveys

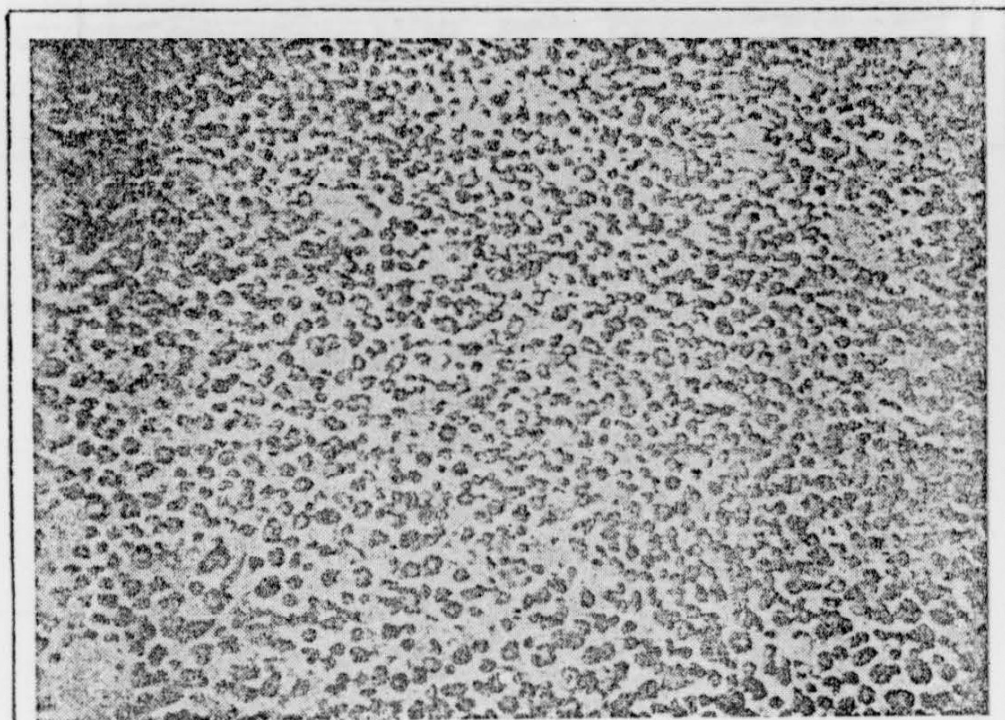


Fig. 8. Heavy concentration of uniform deposit of high assay nodules

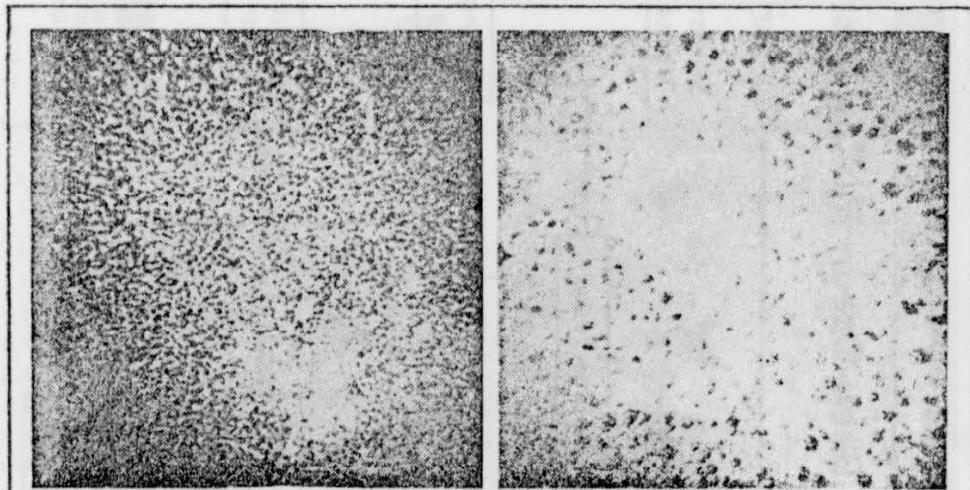
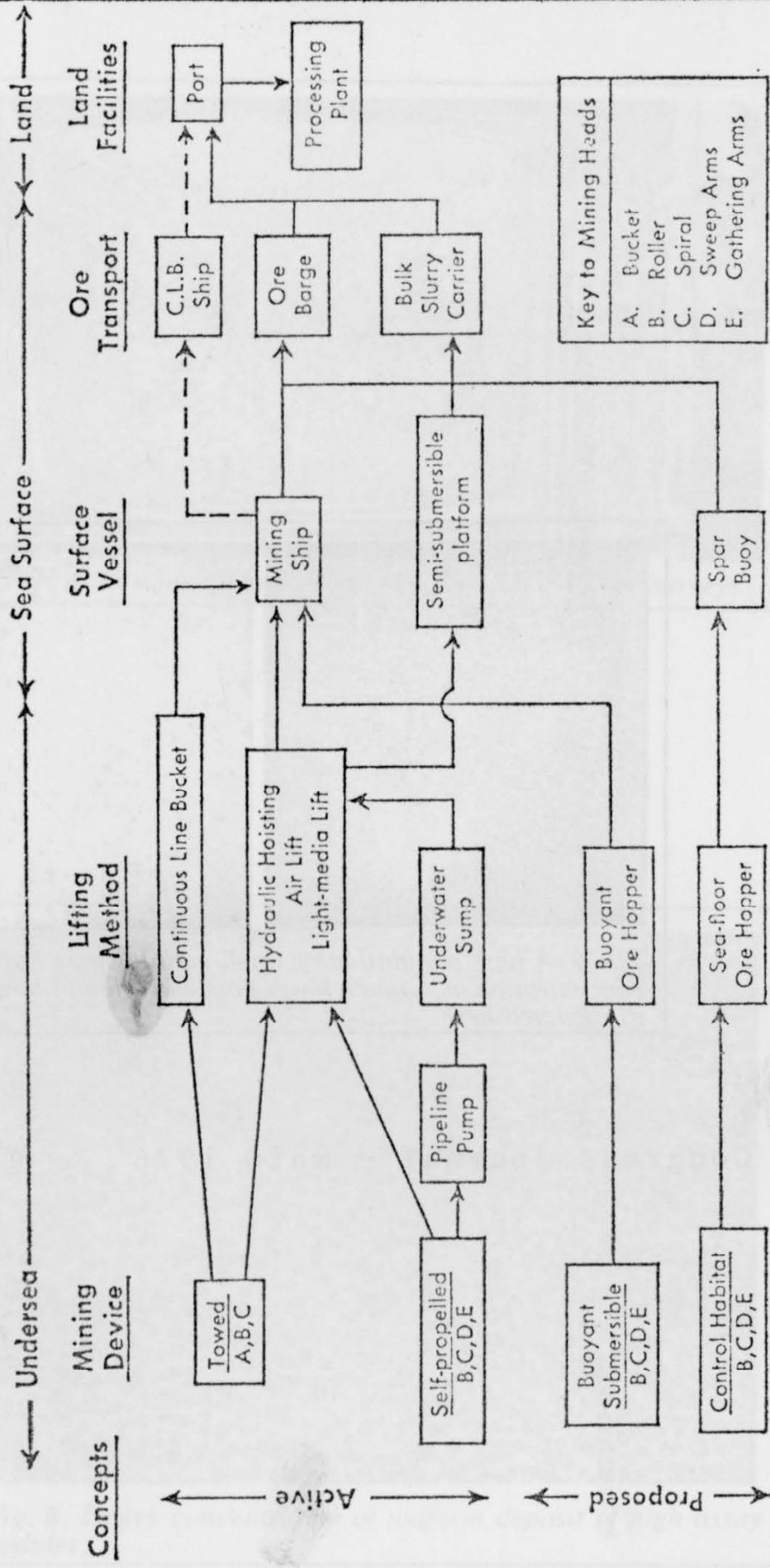


Fig. 9. A high population of small nodules may have the same concentration as a much lower concentration of large nodules, as depicted here

Expanded from J. G. Wenzel, "Systems-Development-Planning" chapter in *Ocean Mining*, edited by J. F. Brahtz (1968).

Alternative Deep-Ocean Mining Systems



Mining Engineering - april 1975

Offshore Exploration of Nodules

Navigation

- ① stars
- ② satellites
- ③ radio navigation
- ④ navigation buoy (transponder/laser)

Bathymetry

- ① narrow beam echosounder (NBS)
- ② sediment echosounder
- ③ swath depth recorder

Reflection Seismic

- ① airgun
- ② streamer with hydrophones analogue and digital registration

Oceanographic Survey

- ① underwater measuring chain with locator buoy
- ② current meter
- ③ thermometer
- ④ water pressure gauge
- ⑤ cut off anchor
- ⑥ bathythermo probe
- ⑦ conductivity measuring (of temperature, salinity, sound velocity, pressure)

Survey of Ore Deposits

- ① deep diving probe with TV camera, still camera and lights
- ② stabilizing platform
- ③ corer for sampling sediment with nozzles
- ④ freeze sampler
- ⑤ bulk sampling of nodules for metalurgical tests

Localization of launched Survey Gauges

- ① ping-pong
- ② hydrophone
- ③ transponder

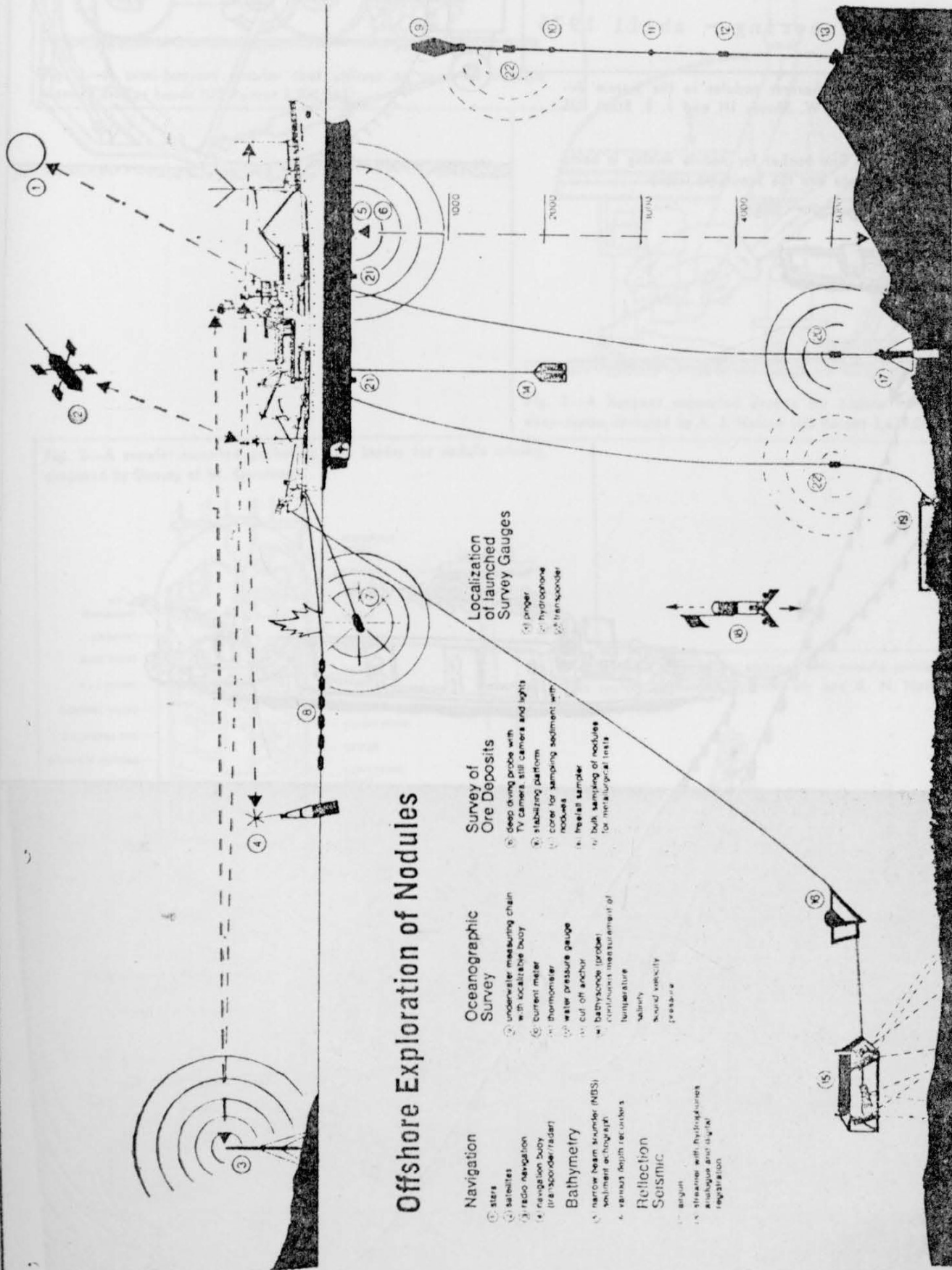


Fig. 5—Wheels are utilized to harvest nodules in the system depicted at right, invented by G. W. Sheary III and J. E. Steel (US Patent 3,480,326).

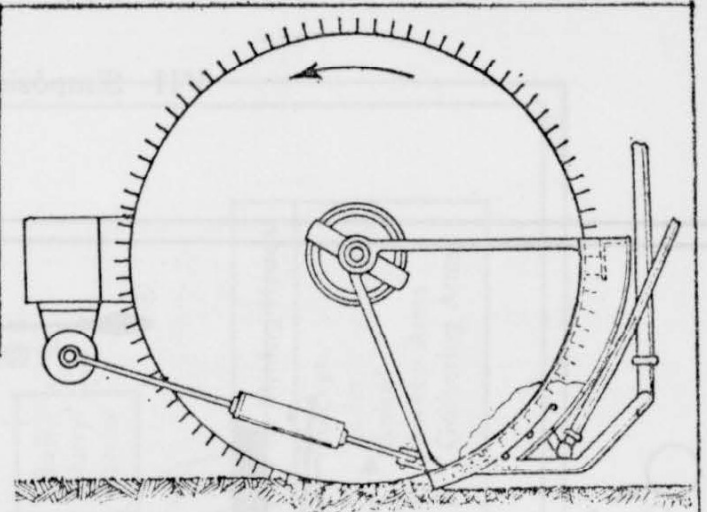
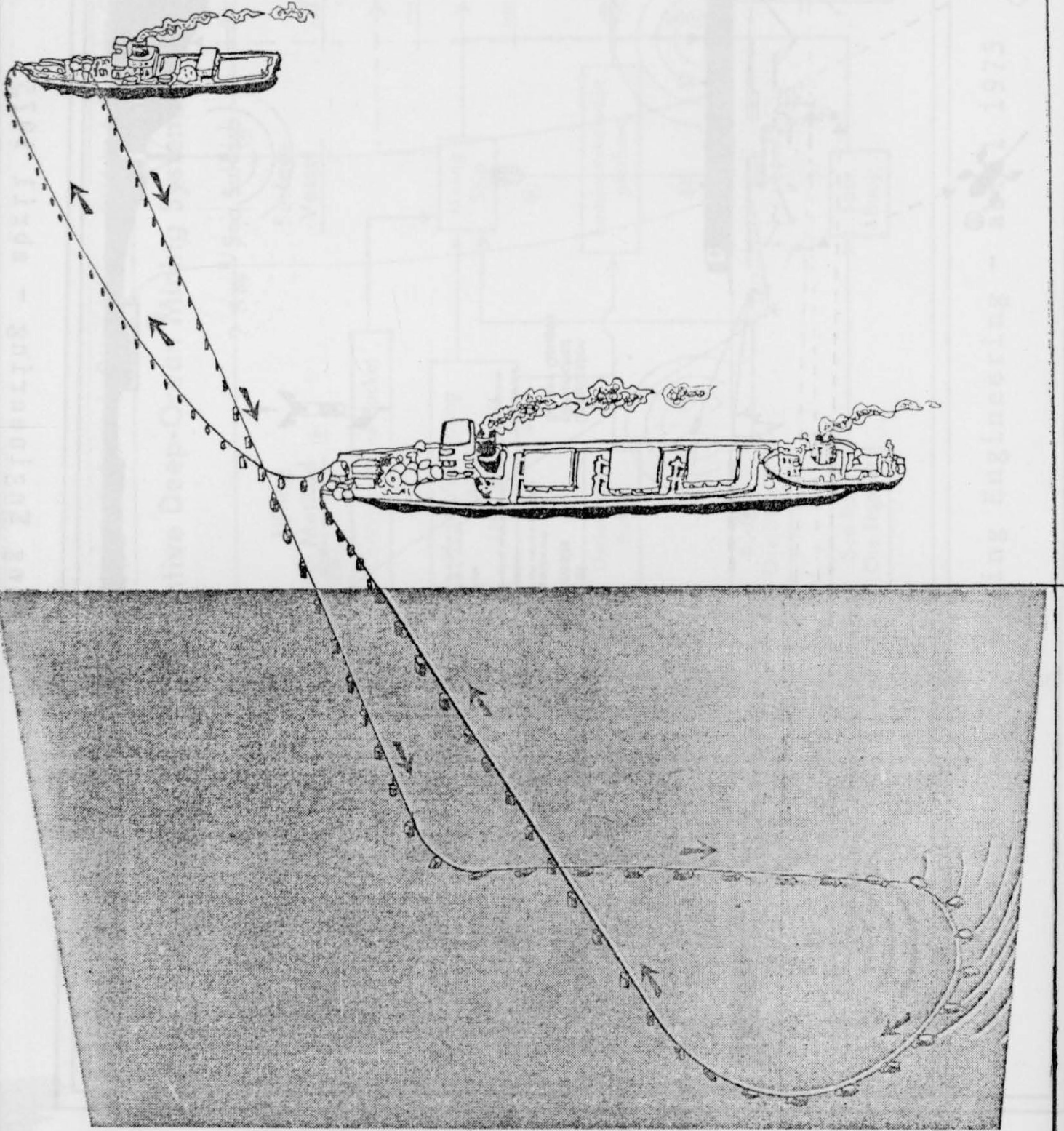


Fig. 6—Two-ship continuous line bucket for nodule mining is being developed by CNEXO of France and the Sumitomo Group.



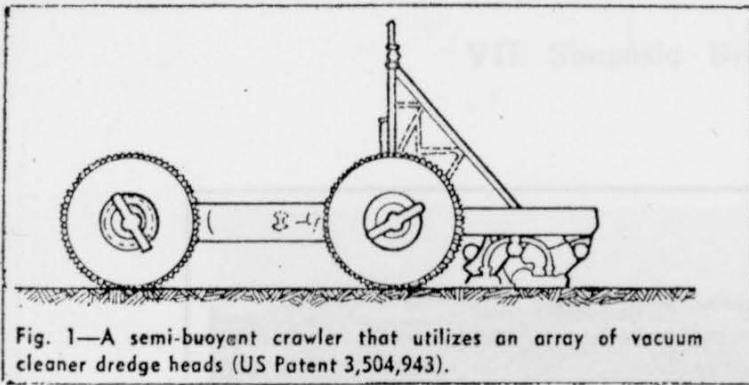


Fig. 1—A semi-buoyant crawler that utilizes an array of vacuum cleaner dredge heads (US Patent 3,504,943).

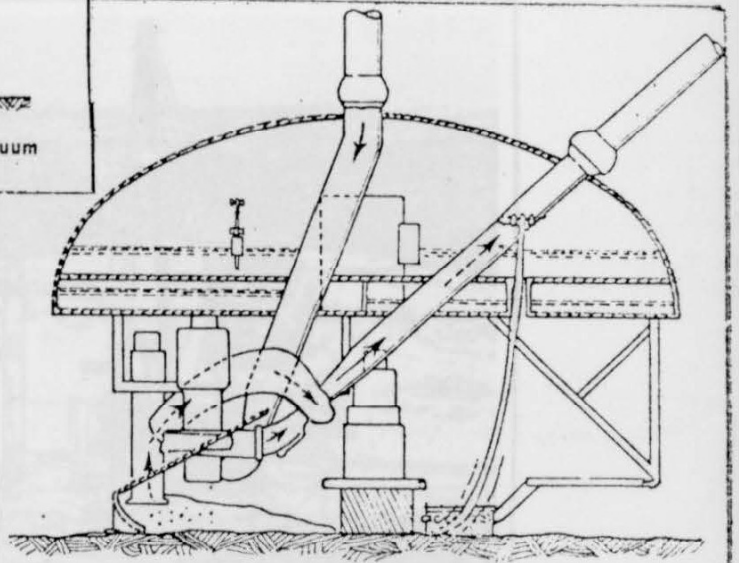


Fig. 3—A buoyant supported dredge for nodule harvesting in the deep-ocean, invested by A. J. Nelson (US Patent 3,429,062)

Fig. 2—A crawler-mounted gathering arm loader for nodule mining, proposed by Demag of W. Germany.

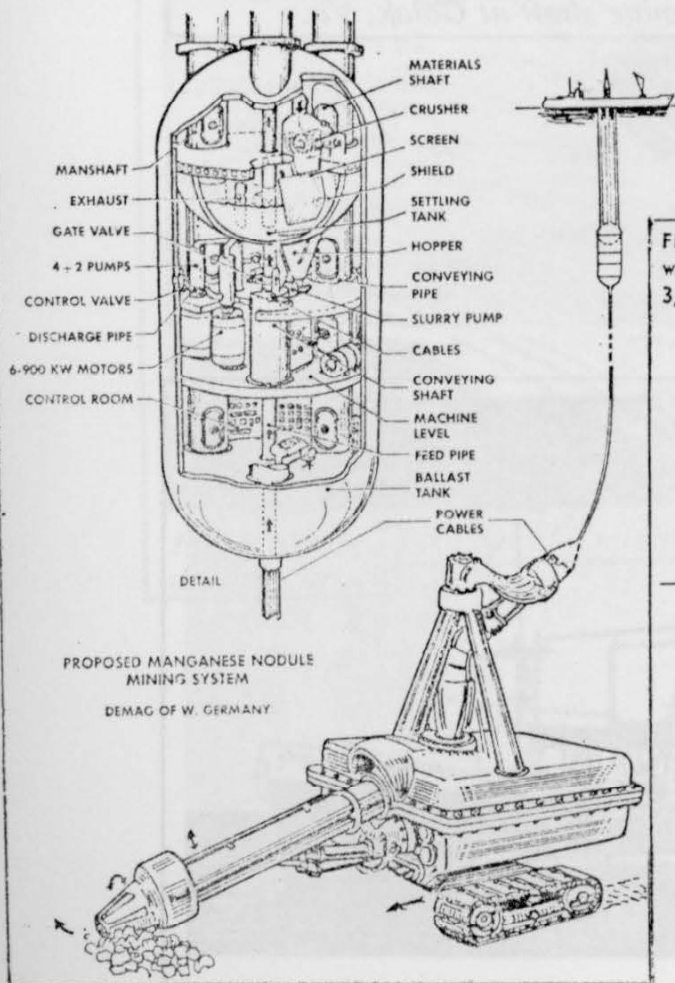
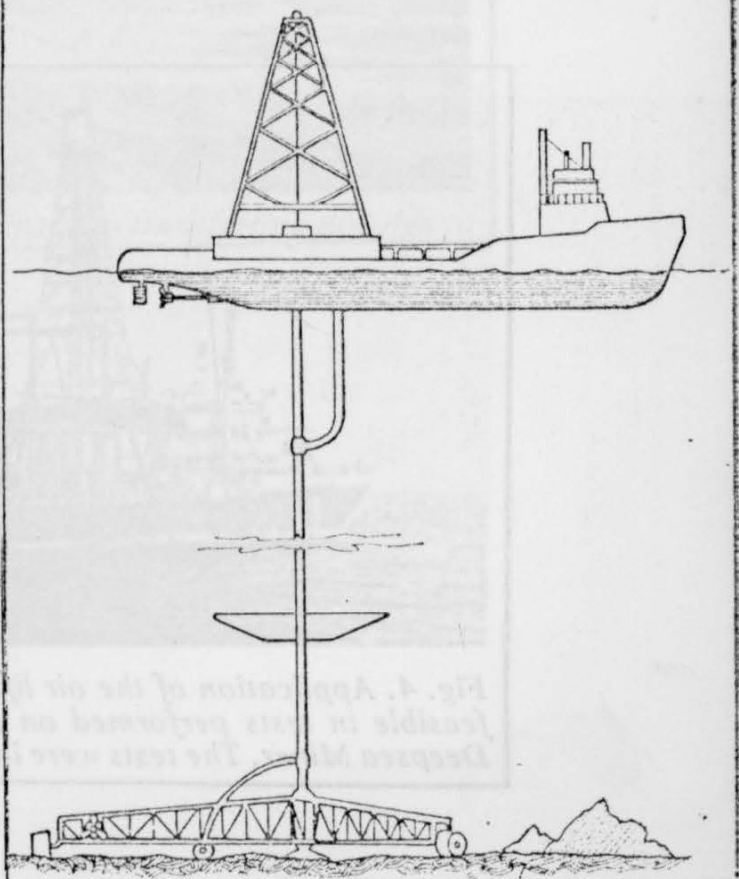


Fig. 4—The fixed area sweep approach to nodule mining is depicted with this system developed by N. Koot and R. N. Nold (US Patent 3,433,531).



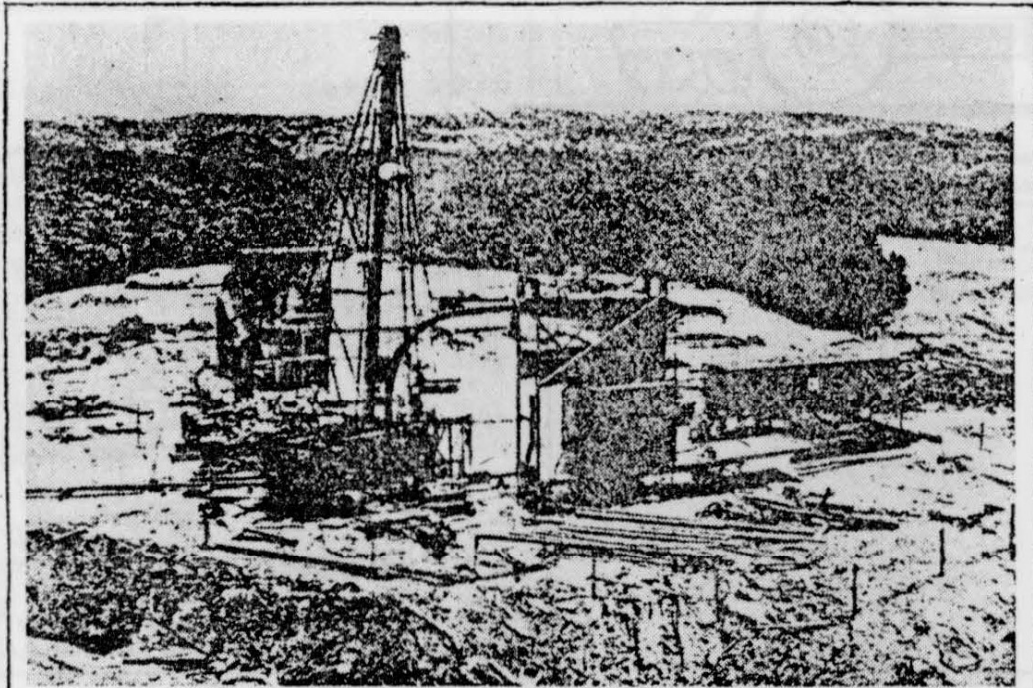


Fig. 3. Studies of equipment and air lift techniques for mining modules were conducted in a mine shaft at Galax, Va.

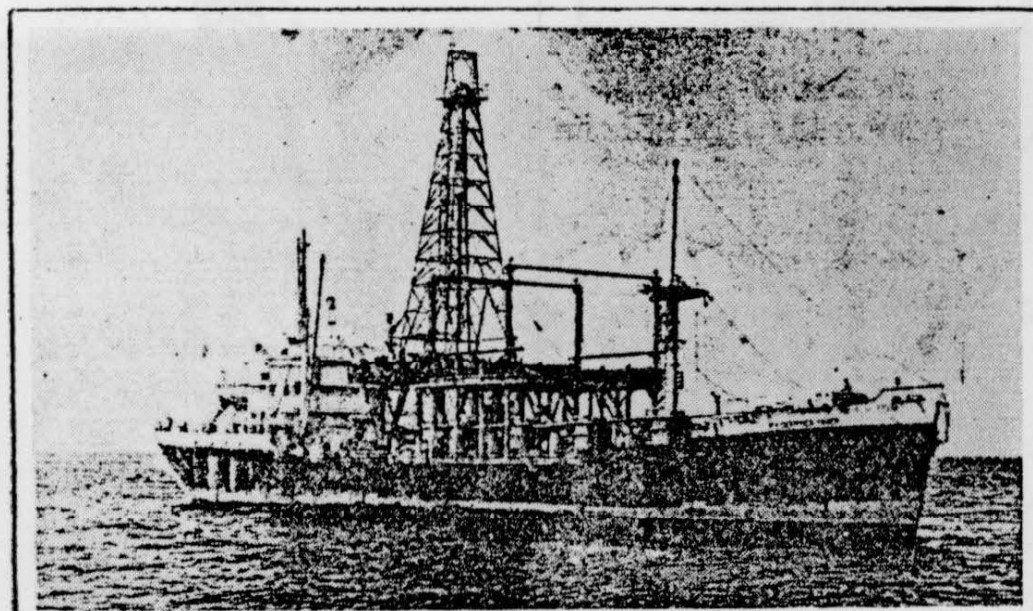


Fig. 4. Application of the air lift to nodule mining was proved feasible in tests performed on the Blake Plateau by the R/V Deepsea Miner. The tests were in water depths of about 3000 ft

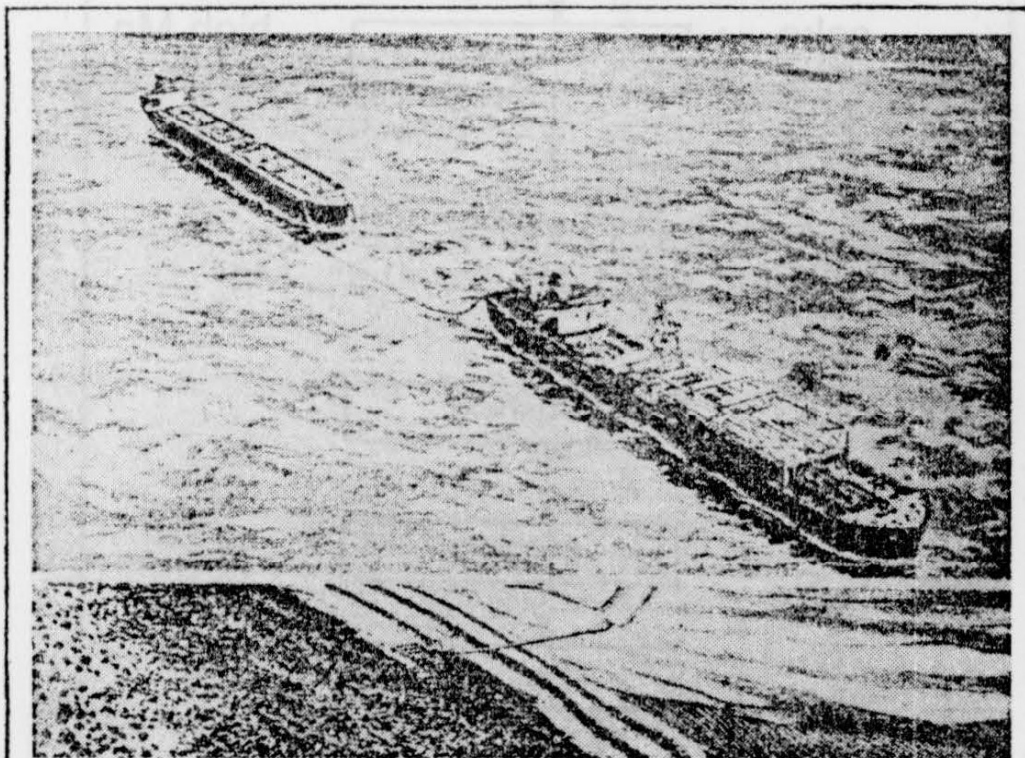
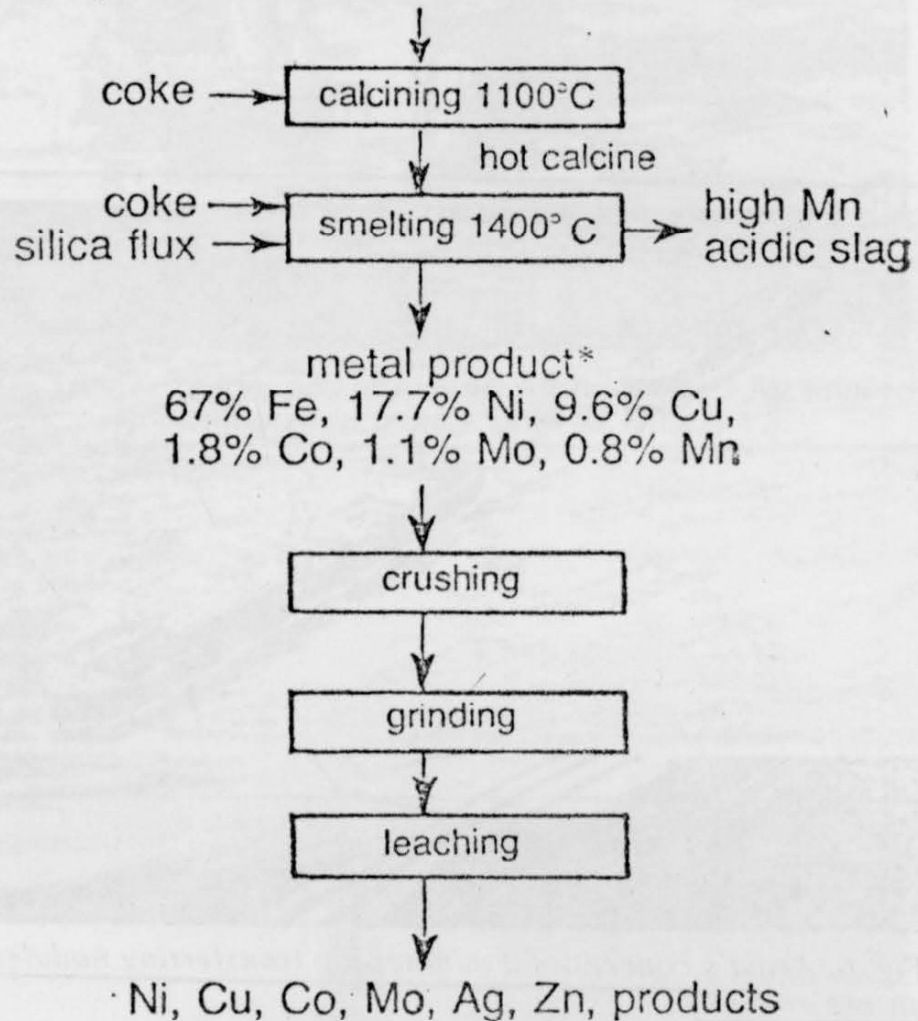


Fig. 6. Artist's concept of a mining ship transferring nodules to an ore carrier.

Smelting — Leaching

Pacific managanese nodules
(25% Mn, 10% Fe, 2% Ni+Cu+Co)



* Approximate recoveries: Ni — 0.93; Cu — 0.87;
Co — 0.68; Mo — 0.91; Fe — 0.44; Mn — 0.02

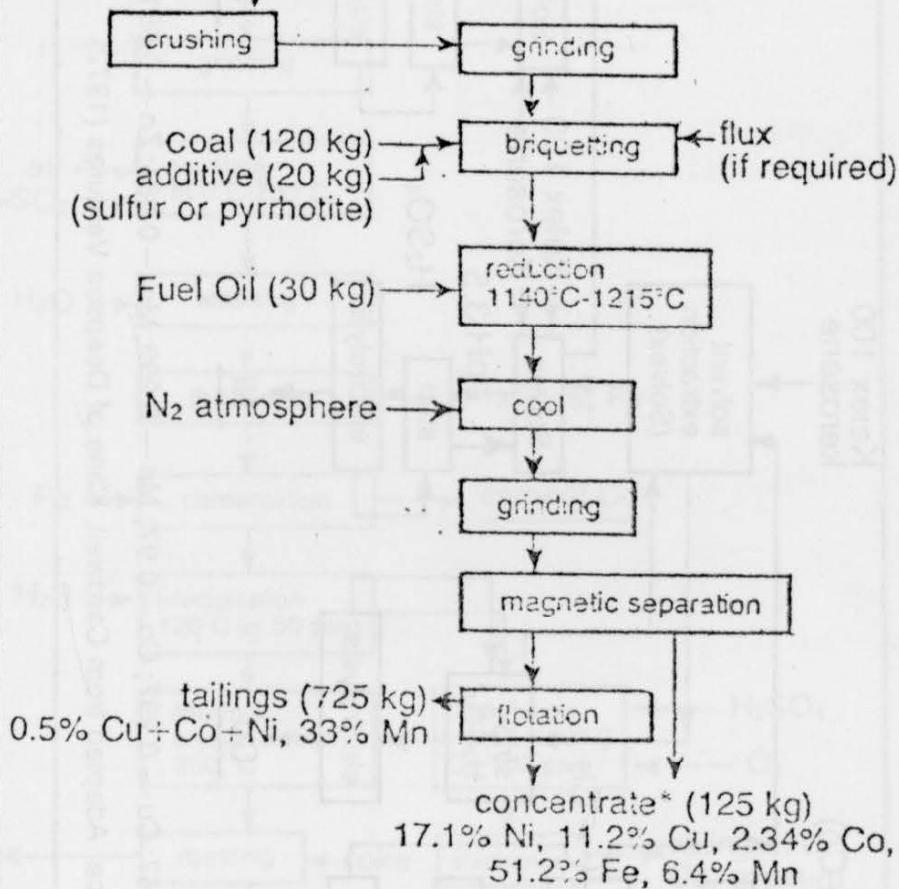
Note: Pyrite is not an effective additive except for cobalt extraction.

Source: Messner, Beck of Kennecott (1970)

Fig. 4. Application of the air lift to nodules mining was proved feasible in tests performed on the Blake Plateau by the R.V. Deepsea Miner. The tests were in water depths of about 1000 ft.

Smelting — Magnetic Separation

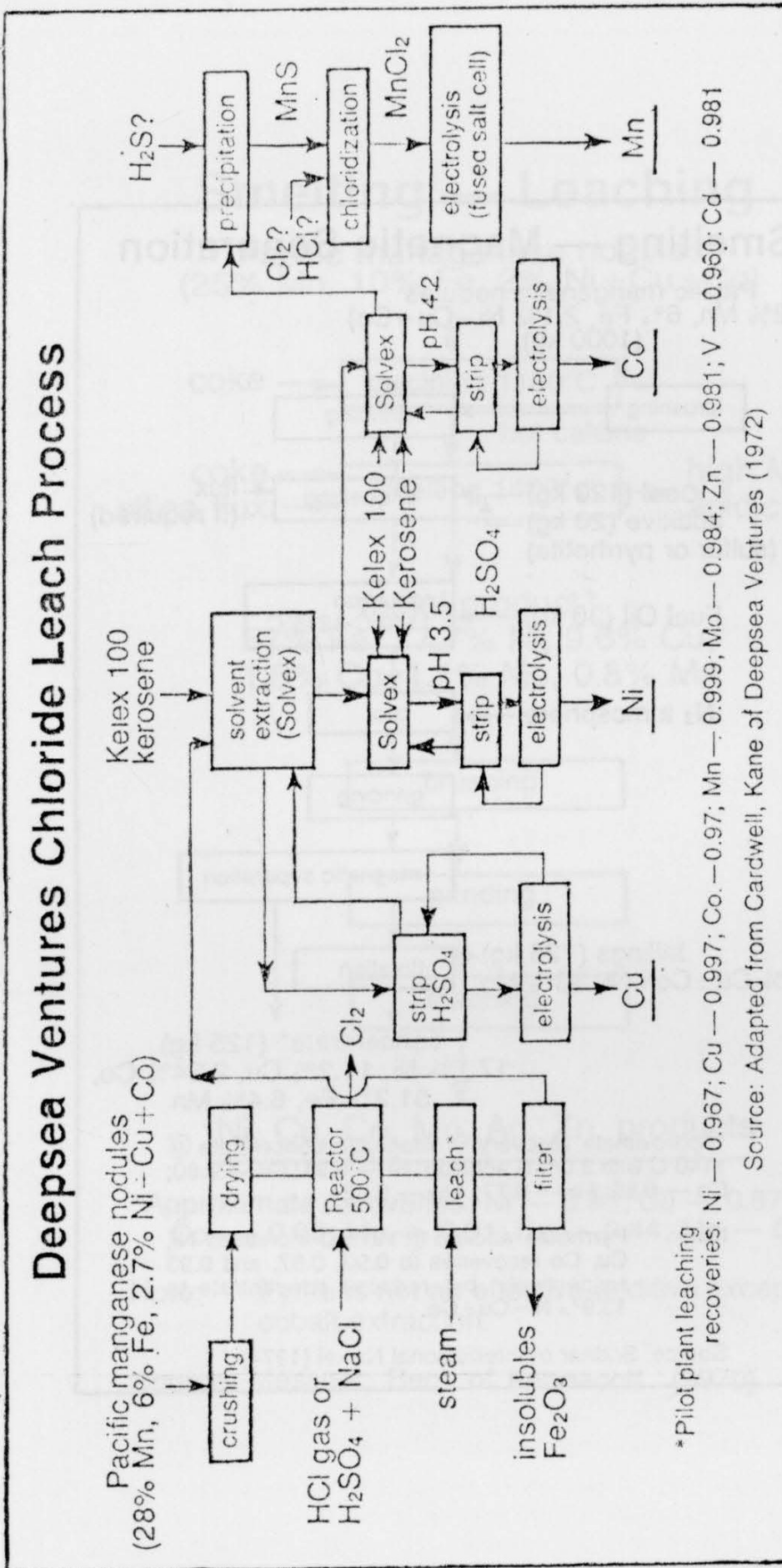
Pacific manganese nodules
(22% Mn, 6% Fe, 2.1% Ni+Cu+Co)
(1000 kg)



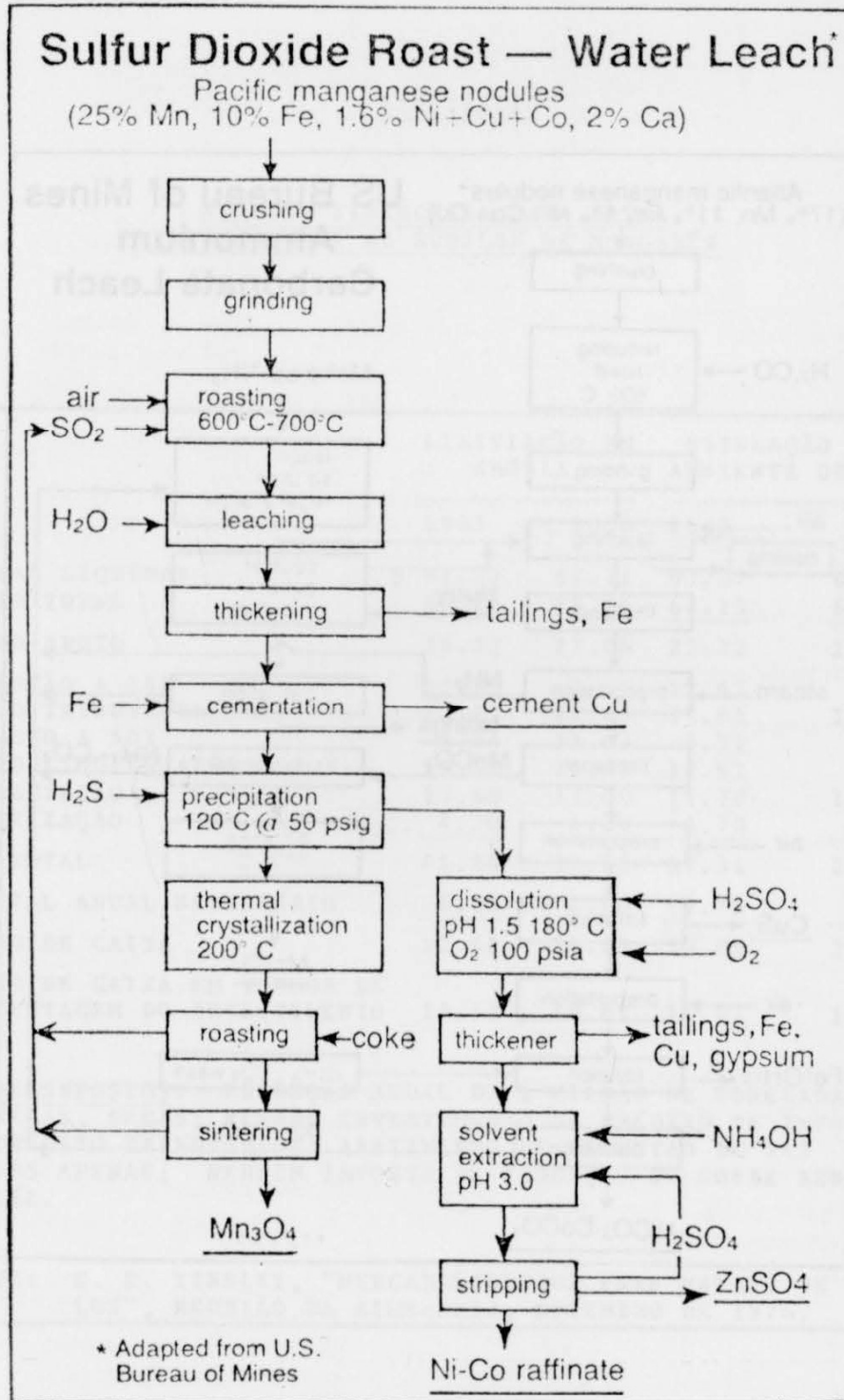
*Approximate recovery in magnetic concentrate @ 1140°C with 2.0% S addition: Ni — 0.91; Cu — 0.80; Co — 0.86; Fe — 0.77; Mn — 0.02

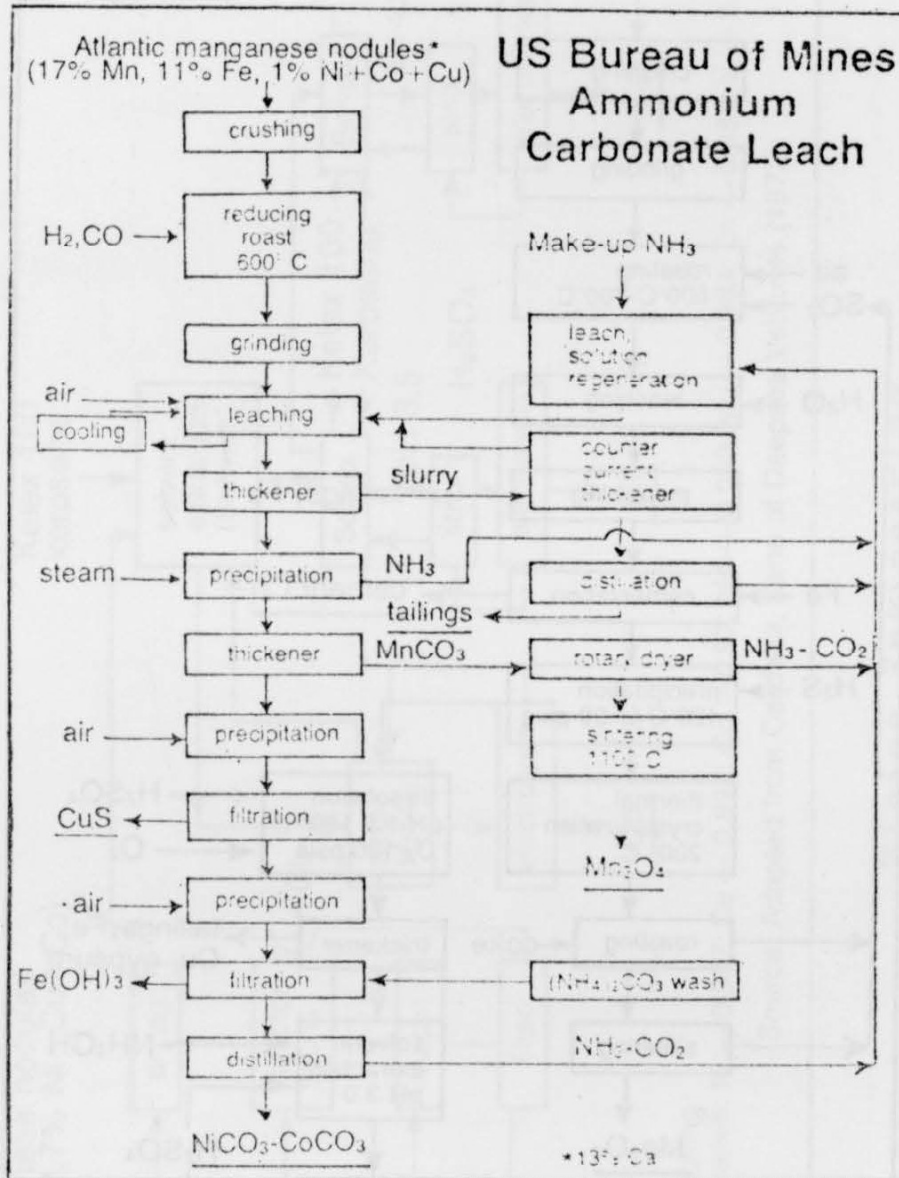
Note: Pyrrhotite addition @ 1215°C increases Ni, Cu, Co recoveries to 0.93, 0.87, and 0.93 respectively, but reduces concentrate to 13.9% Ni-Cu-Co.

Source: Sridhar of International Nickel (1974)



Mining Engineering
April 1975





ILUSTRAÇÃO

ANÁLISE FINANCEIRA PARA LAVRA
EXPERIMENTAL DE NÓDULOS DE MANGANÊS

	LIXIVIAÇÃO EM AMÔNIA		USTULAÇÃO EM AMBIENTE DE SO ₂	
	1985	2000	1985	2000
VENDAS LÍQUIDAS	\$ 91.77	87.71	93.37	86.65
CUSTO TOTAL	65.65	65.65	68.15	68.15
LUCRO BRUTO	26.12	22.06	25.22	18.50
EXAUSTÃO A 14%	12.85	-	12.61	-
LUCRO TRIBUTÁVEL	13.27	22.06	12.61	18.50
IMPOSTO A 50%	6.64	11.03	6.31	9.25
LUCRO LÍQUIDO APÓS O I.R.	19.48	11.03	18.91	9.25
DEPRECIACÃO	17.60	17.60	14.70	14.70
AMORTIZACÃO	4.20	4.20	3.70	3.70
SUB-TOTAL	41.28	32.83	37.31	27.65
CAPITAL ANUAL NECESSÁRIO	8.80	8.80	7.35	7.35
FLUXO DE CAIXA	32.48	24.03	29.06	20.30
FLUXO DE CAIXA EM TERMOS DE PERCENTAGEM DO INVESTIMENTO	13.5%	10.0%	14.9%	10.1%

* PRESSUPOSTOS: PRODUÇÃO ANUAL DE 1 MILHÃO DE TONELADAS MÉTRICAS, SECAS; NENHUM INVESTIMENTO DE CRÉDITO DE IMPOSTOS (CRÉDITO TRIBUTÁRIO); ABATIMENTO DE EXAUSTÃO DE 14% EM 1985 APENAS; NENHUM IMPOSTO DE PRODUÇÃO OU SOBRE BENS DE RAÍZ.

FONTE: C. R. TINSLEY, "MERCADOS FUTUROS PARA METAIS DE NÓDULOS", REUNIÃO DA AIME-MMIJ, SETEMBRO DE 1976.

Hydrolift Cost Estimates (\$000)

	Capital Cost	Annual Amor- tization	Annual Operating Cost
Surface vessel	\$6500	\$650	\$550
Hydrolift	3600	360	1300
Sea-bottom control habitat	4000	300	1000
Mining vehicle	1000	200	500
Deep-submersible personnel transport	3000	200	300
	<u>\$18,100</u>	<u>\$1710</u>	<u>\$4150</u>
4/20,000-t barges	\$16,000	\$1050	\$4000
4/2,000-HP tugs	3000	200	750
	<u>\$19,000</u>	<u>\$1250</u>	<u>\$4750</u>
Sulfuric-acid leach plant	<u>\$55,000</u>	<u>\$3667</u>	<u>\$26,333</u>
Exploration	\$5000		
Development	\$10,000		
Equipment Development	\$10,000		
Grand total	<u><u>\$117,100</u></u>		

Production: 1.5 million tpy of nodules

Depth: 15,000 ft

Cost per ton: Mining—\$3.91

Transportation—\$4

Processing—\$20

Note: This method assumes a spar-buoy type of surface vessel and a manned submersible control habitat on the sea floor. Processing recoveries assumed as 0.9 for Cu, Ni, Co, and 0.5 for Mn as an oxide. Adapted from U.S. Commission on Marine Sciences, Engineering, and Resources (1969).

Table 1—Financial analysis for first-generation manganese nodule mine* ● ●

	Processing method			
	Ammonia leach		Roast in SO ₂ -air environment	
	1985	2000 ●	1985	2000
Net sales revenue.....	\$91.77	87.71	93.37	86.65
Total costs.....	65.65	65.65	68.15	68.15
Gross income.....	26.12	22.06	25.22	18.50
Depletion at 14%.....	12.85	nil	12.61	nil
Taxable income.....	13.27	22.06	12.61	18.50
Tax at 50%.....	6.64	11.03	6.31	9.25
Net income after tax.....	19.48	11.03	18.91	9.25
Depreciation.....	17.60	17.60	14.70	14.70
Amortization.....	4.20	4.20	3.70	3.70
Subtotal.....	41.28	32.83	37.31	27.65
Annual capital required.....	8.80	8.80	7.35	7.35
Cash flow.....	32.48	24.03	29.96	20.30
Cash flow as % of investment.....	13.5%	10.0%	14.9%	10.1%

*Assumptions: Annual production of 1 million dry mt; no investment tax credit; depletion allowance of 14% in 1985 only; no production or property tax.
Source: C. R. Tinsley, "The Future Markets for Nodule Metals," AIME-MMIJ meeting, September 1976.

Table 2—Economics of Continuous Line Bucket mining system

Expenditures to date.....	\$ 1.5 million
Production tests.....	10.0 million
Two 100,000-ton ore carriers.....	70.0 million
Two sets of CLB mining machinery.....	20.0 million
Processing plant.....	160.0 million

Mining and transport costs: \$10 per mt (wet).
Processing costs (variable): about \$20 per mt dry.
Production: 3 million mtpy wet, 2 million tpy dry.
Mining rate: 10,000 mtpd.
Working period: 300 days.
Cable speed: 1 m per sec.
Mining power requirements: 4,000 kwh.
Transport time: 20-day voyage.
Transport distance: 2,400 km.

Nodule grade (dry basis): 1.5% Ni, 1.25% Cu, 0.25% Co.
Recovery, dry basis, all metals: 90%.
Prices: \$2.50 per lb Ni, 80¢ per lb Cu, \$5.00 per lb Co.

Source: J. L. Mero, Underwater Mining Institute, October 1976.

BIBLIOGRAFIA

- U.S. BUREAU OF MINES. "Manganese in November 1976". Jan. 28, 1977.
- THE OIL AND GAS JOURNAL. TECHNOLOGY. "Manganese Gains Stature as Octane Improver for Unleaded Gasoline." Nov. 17, 1975.
- JOHN VAN N. DORR E OUTROS. "Manganese ?". U.S. Geol. Survey, 1973.
- H. CAMMAM E D. THUILLIER. "Non — Metalurgical Markets for Manganese Ore." — Société Française de Minerais et Metaux Paris.
- STANFORD RESEARCH INSTITUTE. "Worlds Minerals Availability, 1975 — 2.000 — Ferrous Metals (Mn)" — SRI Project ECC 3742. June, 1976.
- GILBERT L. DeHUFF — MANGANESE. "A Chapter from Minerals Facts Problems 1975". U.S. Bureau of Mines.
- H. B. PARFET. "Manganese for Steelmaking: A Crisis of the Future". I & SM. Jan., 1975.
- E.T.I.P. — EXPERIMENTAL TECHNOLOGY INCENTIVES PROGRAM. "Policy Implications of Producer Country Supply Restrictions." Overview and Summary. February, 1977.
- SKILLING'S MINING REVIEW. "World Steel Output Up 5.8 in 1976". Jan. 1977.
- SUPRIYA RAY. "Mineralogy of the Different Genetic Types of Manganese Deposits". Depart. of Geological Sciences, Jadavpur University — Calcutá, India. July, 1968.
- CONSIDER. "Matérias Primas para o Plano Siderúrgico Nacional: Reservas, Recursos e Problemas". Março, 1974.
- CONSIDER. Painei II — "Consolidação do Plano Mestre de Siderurgia, IBS7". Abril, 1977.
- E/MJ — EDITOR'S NOTE. "Denver Conference Examines Chinese Mining Industry". May, 1977.
- CIA. PAULISTA DE FERRO-LIGAS. "Manganês para a Fabricação do Aço".
- SYED IQBAL ALI. "A Study of Manganese Ore Deposits Las Bela, West Pakistan". 1971.
- U. S. BUREAU OF MINES. "Manganese Bureau of Mines Minerals Yearbook" 1974.
- C. RICHARD TINSLEY. "Manganese Gains Depend on Rate of Recovery in Steel Industry". E/MJ. March, 1977.

- INDUSTRIAL MINERALS. "Manganese Ore: Supplies Adequate from a Choice of Sources". Nov., 1975.
- J. V. BATTY E R. HAVENS. "Concentration of Oxide Manganese Ores from Black Rock, Kramer and Morgan". Cromar Properties. Toole and Juab Countries, Utah, Jan., 1952.
- S.N.M.G. "Servicio Nacional Minero Geologico". Rep. Argentina. Revista. Dez., 1972.
- EUGENE DIMARIA. "Ferroalloy Plant Start to Make México Exporter". American Metal. Aug., 1976.
- FRIK SKOV. "Manganese, Supply and Demand 1980 and 1985". Resource Development. March, 1977.
- METAL BULLETIN. "Brazilian Alloy Forecasts". Jan., 1977.
- METAL BULLETIN. "Mn Bargaining Starts". Dec., 1976.
- METAL BULLETIN. "Mn Conflict Simmers". June, 1977.
- METAL BULLETIN. "Fe-Mn Market Squalls". April, 1977.
- METAL BULLETIN. "Fe-Mn Pressures in EEC". April, 1977.
- METAL BULLETIN. "Mn Seltled for 76". June, 1976.
- METAL BULLETIN. "World Pig Iron Production — 1970 até 1976", June, 1977.
- METAL BULLETIN. "Top Steel Producers in 1976". May, 1977.
- METAL BULLETIN. "World Raw Steel Production". May, 1977.
- METAL BULLETIN. "All at Sea". May, 1977.
- MINMINAS. "Valor de la Produccion Mineral Nacional — Anos 1970 a 1975". Co-lômbia.
- W. D. SIAPNO. "Exploration Tecnology and Ocean Mining Parameters". Mining Congress Jornal. May, 1976.
- PROFESSIONAL STAFF STUDY — Ocean Mining Administration. U. S. Dep. of Interior — "Manganese Nodule Resources and Mine Site Availability". Aug., 1976.
- A. A. ARCHER. Seminar on the Exploitation of the Deepseabed. "Economic Aspects: The Definition of Nodule Resources and their Extent".
- CHARLES H. JACOBY. "Manganese".
- C. RICHARD TINSLEY. "The Effect of Manganese Nodule Mining on Manganese Forecasting".
- MINING CONGRESS JOURNAL. Nov., 1973.
- SKILLING'S MINING REVIEW. "First U.S. Steel Ocean Mining Venture — Under Way". March, 1977.
- MINING MAGAZINE. "Pacific Manganese Nodules Mining Venture". March, 1972.
- U. S. BUREAU OF MINES. "1976 — Commodity Summaries Manganese".

- U. S. BUREAU OF MINES. "1977 — Commodity Summaries Manganese".
- C. RICHARD TINSLEY. "Nodule Miners Ready for Prototype Testing". E/MJ. Jan., 1977.
- JOHN M. MURPHY. "Deepsea Mining Legislation Viewed as Urgent". Mining Congress Journal. March, 1976.
- Ta M. Li e C. R. TINSLEY. "Meeting the Challenge of Material Demands from the Oceans". Mining Engineering. April, 1975.
- C. RICHARD TINSLEY. "Economics of Deep Ocean Resources — A Question of Manganese or Non Manganese". Mining Engineering. April, 1975.
- SHELDON HALL E KYLE JENSEN. "How Photography Maps the Sea Floor to Find Mineral Deposits". World Mining. June, 1977.
- JOHN M. MURPHY. "Deepsea Mining Legislation Viewed as Urgent". Mining Congress Journal. March, 1976.
- ARNOLD J. ROTHSTEIN E RAYMOND KAUFMAN. "The Approaching Maturity of Deep Ocean Mining. The Pace Quickens".
- O.N.U. "Sense and Nonsense in the Law of the Sea". Mining Engineering. April, 1975.
- MINING ENGINEERING. "Prospecting and Exploration Techniques for Ocean Resource Development". April, 1975.
- MINING ENGINEERING. "Up-to-date on Offshore Mining — The Unheralded Mineral Producer". April, 1975.
- MINING ENGINEERING. "Deep Ocean Floor Nodule. Mining First Generation Techniques Are Here". April, 1975.
- C. RICHARD TINSLEY. "Processing — No Langer a Problem". Mining Engineering. April, 1975.
- CONRAD G. WELLING. "Ocean Mining Systems". Mining Congress Journal. Set., 1976.
- CONRAD G. WELLING. "Next Step in Ocean Mining — Large Scale Test". Mining Congress Journal. Dec., 1976.
- C. RICHARD TINSLEY. "A New Picture Emerges in Deep Ocean Mining", Mining Engineering. April, 1976.
- A. G. MONCRIEFF E K. B. SMALE ADAMS. "The Economics of First Generation Manganese Nodule Operations".
- D.N.P.M. 3.º Distrito. "Encontro Nacional sobre Manganês". Maio, 1976.
- D.N.P.M. "Boletim de Preços n.º 16".
- D.N.P.M. "Perfil Analítico do Manganês". Boletim n.º 37, 1976.
- D.N.P.M. "Balanço Mineiro Econômico". Região Centro-Oeste. Nov., 1975.
- D.N.P.M. "Balanço Mineiro Econômico". Região Centro-Oeste. Set., 1976.

- JOÃO G. G. LYRIO. "Manganês no Brasil" — V Semana de Estudos Geológicos — Universidade Federal Rural do R.J. — Maio, 1977.
- GLYCON DE PAIVA. "Comportamento do Brasil Face às Deficiências Mineraias" — Carta Mensal — Órgão do Conselho Técnico da Confederação Nacional do Comércio. Junho, 1976.
- ROOZ-ALLEN & HAMILTON — MANAGEMENT CONSULTANTS. "Minerals and Outlook". Brazil, 1977.
- CLÁUDIO MARGUERON — ARTHUR D. LITTLE LIMITADA. "Tendência da Oferta e Procura do Minério de Manganês. Maio, 1970.
- WARREN L. ANDERSON, ROBERT C. DYER E DOMINGOS D. TORRES. "Ocorrências de Manganês na Bacia do Rio Itacaiúnas". Centro Leste do Estado do Pará. 1974.
- FERNANDO FREITAS LINS E JOÃO BATTISTA BRUNO. "Contribuição ao Estudo da Pelotização de Minério de Manganês". IV Encontro Nacional de Trat. de Min. C.T.A. Anais Volume I. 1976.
- CEZAR T. DE ARAÚJO E JOÃO B. BRUNO. "Aspectos da Flotação de Minérios de Ferro-Manganês". IV Encontro Nacional de Trat. de Min. C.T.A. Anais Volume I. 1976.
- PROF. IPHYGÊNIO S. COELHO. Diversas Publicações.
- LUIZ FRANCISCO G. D'ASSUMPCÃO. "Estudos Preliminares de Reconhecimento e Concentração dos Folhelhos Manganésíferos da Jazida do Azul. C.V.R.D. Fev., 1977.
- JORNAL DO BRASIL: LEI DO MAR. "A Busca de uma Nova Jurisprudência".
- GAZETA MERCANTIL. D.N.P.M. Revela Mais Manganês". 24 de agosto de 1976. 1.^a página.
- GAZETA MERCANTIL. "Manganês — Descobertas Várias Ocorrências no Ceará". 6 de janeiro de 1977.
- GAZETA MERCANTIL. "Ferbasa Descobre Manganês na Bahia", 24 de maio de 1977.
- GAZETA MERCANTIL. "Direitos do Mar". 26 de maio de 1977.
- GAZETA MERCANTIL. "Minérios do Mar". 21 de junho de 1977.
- GAZETA MERCANTIL. "Direitos do Mar". 6 de junho de 1977.
- GAZETA MERCANTIL. "Como Desenvolver a Tecnologia?". 28 de julho de 1977.
- O GLOBO. "Manganês em Rondônia". 19 de outubro de 1976.
- ILAFJA-JBS-ABRAFE — V SEÇÃO TÉCNICA. "Evolução do Mercado Brasileiro de Ferro-Ligas". Salvador/Bahia. Junho, 1975.
- COMÉRCIO INTERNACIONAL. "Produção Brasileira — Manganês". Separata de Comércio Internacional. Março, 1952.

- ALCEU F. BARBOSA — FERNANDO DE ALMEIDA E OUTROS. "Geologia e Metalurgia — Manganês n.º 19". 1959.
- XX CONGRESSO GEOLÓGICO INTERNACIONAL. "Symposium sobre Yacimientos de Manganese. Tomo II". África-México. 1956.
- XX CONGRESSO GEOLÓGICO INTERNACIONAL. "Symposium sobre Yacimientos de Manganese. Tomo III". América-México. 1956.
- REVISTA MINÉRIOS. Extração e Processamento n.º 3 — Abril, 1977.
- MINERAÇÃO E METALURGIA. "Manganês do Urucum Atingirá em 77 Mercado Externo. Jan., 1977.
- PAULO CÉSAR PEREIRA DA ROCHA. "Estudos Preliminares da Caracterização e Tratamento Químico dos Minérios de Manganês de Corumbá". IV Enc. Nac. de Trat. de Min. C.T.A. Anais, Volume I. 1976.

PROJETO DONCICÃO — DESCRIÇÃO DAS NOVAS
INSTALAÇÕES

Eng.º JOSÉ ARMANDO FIGUEIREDO CAMPOS