

**MINERALURGIA DO NIQUEL
CONJUNTURA ATUAL
E PERSPECTIVA FUTURA**

Eng^o Silvio Benedito Alvarinho
Ministério da Fazenda / I.P.T.

Coordenador:
Dr. Tharcísio D. de Souza Santos
E.P.U.S.P. / I.E.A.

INTRODUÇÃO

Este trabalho é mais um da série sobre os não ferrosos onde já foram abordados o Alumínio, o Cobre, o Chumbo e o Zinco.

Como os anteriores, não têm a pretensão de esgotar o assunto, tendo como objetivo principal reunir em um só documento uma série de informações disponíveis sobre o níquel e procurar, ao final, sugerir algumas linhas gerais para o estabelecimento de diretrizes a serem seguidas num possível posicionamento sobre uma política para o metal.

O consumo de níquel no Brasil vem crescendo num ritmo acelerado, correlacionado que está com a demanda do aço.

Tal procura do metal só é atendida em parte pelas duas empresas aqui estabelecidas que o produzem sob a forma de ferro-níquel, exportando a parcela não absorvida pelo mercado interno. O metal puro, isto é, o níquel eletrolítico continua ainda sendo importado tendo, no ano passado, atingido o valor de 22 milhões de dólares.

As perspectivas futuras porém, são boas pois o país possui reservas abundantes de minérios oxidados podendo ainda contar com seu imenso potencial de energia hidroeétrica, insumo importante na obtenção do metal.

Diante de um mercado internacional francamente consumidor, o Brasil apresenta-se pois como um exportador em potencial de níquel. Para consolidar sua posição neste mercado serão necessários, no entanto, investimentos de porte elevado, acompanhados de intensa pesquisa objetivando criar tecnologia nacional para o tratamento dos minérios oxidados.

1 – ASPECTOS GERAIS

1.1 – PROPRIEDADES

O níquel é um metal branco prateado, possuindo boa resistência mecânica, sendo ao mesmo tempo dúctil. É ferromagnético e seu peso específico é $8,9 \text{ g/cm}^3$. Funde a 1455°C e entra em ebulição a 3075°C . É adequado para formar ligas binárias e ternárias com outros metais fazendo dele um importante constituinte de mais de 3000 ligas, usadas principalmente para resistir ao calor e à corrosão.

Quimicamente o níquel é similar ao ferro e ao cobalto, pertencendo os três ao mesmo grupo da Tabela Periódica. O níquel dissolve-se em ácido liberando hidrogênio, mas não reage com álcalis.

Os aços-liga (a base de níquel) são dúcteis e maleáveis. A adição de cromo torna-os adequados para alicações estruturais, possuindo, os aços de alta liga, notável resistência à corrosão, aos ácidos e ao calor.

A maior parte do níquel produzido é utilizado na confecção de aços-ligas e uma variedade de ligas de ferro-níquel especialmente ligas magnéticas de alta permeabilidade magnética, força coercitiva e indução. É importante também o uso em ligas de níquel-ferro-cromo resistentes ao calor, utilizadas em resistência elétrica e termopares.

Outro importante grupo de ligas de níquel são as de cobre-níquel e cobre-zinco.

O níquel puro é utilizado na confecção de instrumentos, tubos de vácuo, baterias, etc. O sulfato de níquel é utilizado em revestimentos por eletrodeposição, baterias e como catalizador.

1.2 - HISTÓRICO

O níquel, juntamente com o cobre e o ferro, tem contribuído de forma significativa para o desenvolvimento de nossa civilização. Usado muito antes de ser conhecido como metal, o níquel já aparece em épocas bastante remotas como componentes de armas de superior qualidade. Moedas chinesas de 800 anos A.C. já continham níquel.

O níquel foi isolado pela primeira vez por Axel Frederik Cronstedt em 1751 e confirmado por Tobern Bergman em 1775.

O níquel era minerado em pequenos depósitos do Canadá, China, Alemanha, Grécia, Itália, Noruega.

Em 1872 foi formada a "Société Le Ferro - Nickel" que em 1875 começou a explorar os grandes depósitos de Nova Caledônia.

A confecção do aço ligado com níquel foi iniciada no final do século XIX. Entre 1835 e 1845 foi desenvolvida por Golding Bird, Joseph Shore e outros a técnica de deposição eletrolítica do níquel.

Em 1890 começa a produção, no Canadá, de níquel a partir de minérios sulfetados.

Em 1889 Ludwig Mond descobriu o processo Níquel Carbonil.

1.3 - USOS

O níquel é usado principalmente sob a forma metálica, notadamente em ligas (acima de 90% da produção é usada sob essa forma). A propriedade mais importante do níquel é sua habilidade para resistir à corrosão e transmitir essa característica às ligas, bem como resistência a altas temperaturas.

A distribuição do consumo em 1968 para os Estados Unidos é dada no quadro a seguir.

QUADRO I - NÍQUEL - USOS

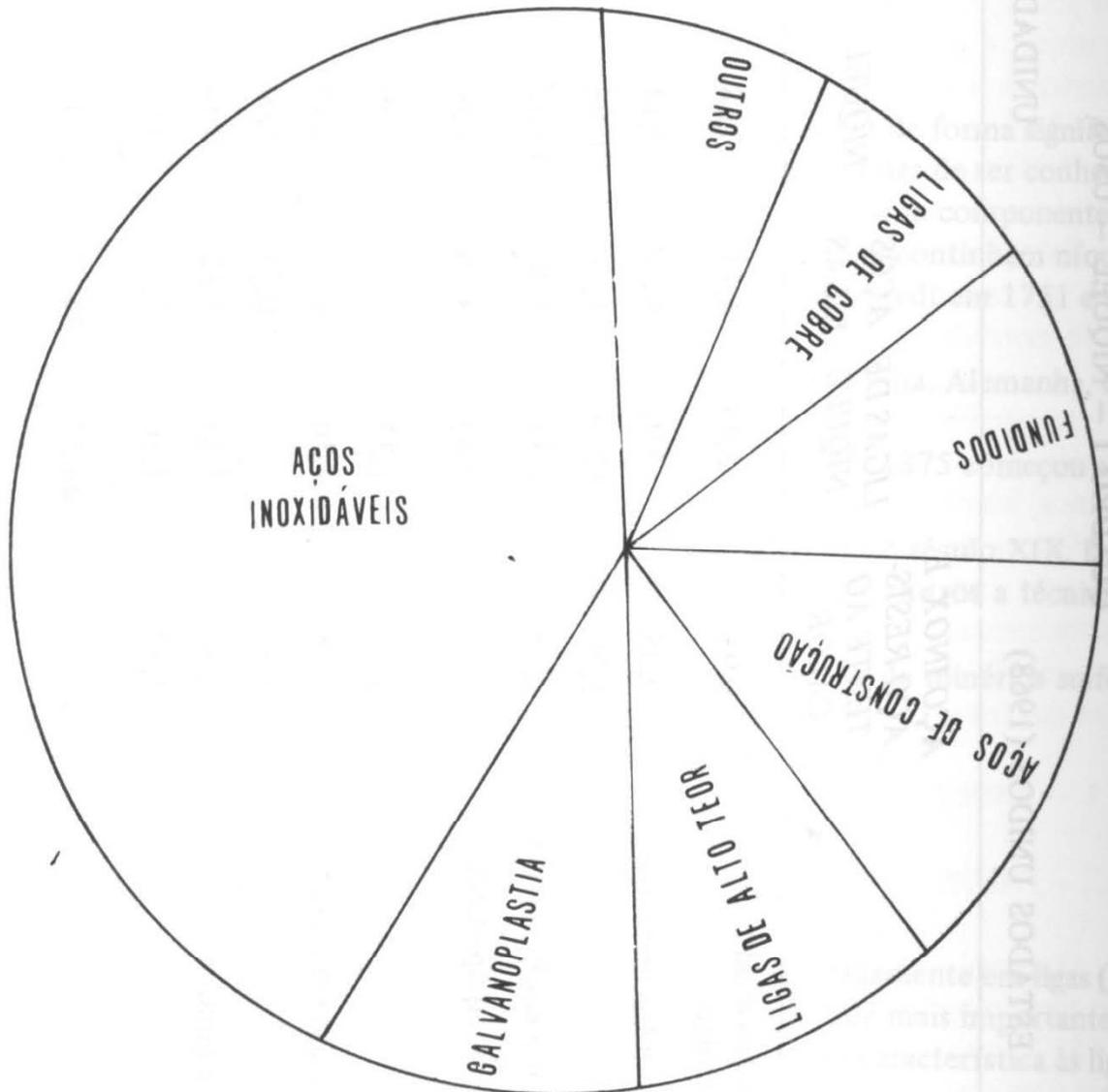
ESTADOS UNIDOS (1968)

UNIDADE: MIL TONELADAS

| | AÇO INOX. E AÇO RESIS- TENTE AO CALOR | LIGAS DE AÇOS NÍQUEL LIGAS | NÍQUEL | LIGAS A BASE DE COBRE | OUTROS | TOTAL | % | |
|---|--|----------------------------------|--------|-----------------------------|--------|-------|--------|-------|
| Química e produtos aliados e refinação de petróleo | 9,91 | 8,45 | 4,77 | 0,68 | 1,64 | 5,27 | 30,72 | 18,07 |
| Produção de produtos metálicos | 10,05 | 5,91 | 4,64 | 0,14 | 0,14 | 1,41 | 22,27 | 13,10 |
| Aviação | 5,09 | 12,36 | 1,91 | 0,86 | - | 1,82 | 22,05 | 12,97 |
| Veículos a motor e equipamentos | 2,68 | 0,36 | 1,36 | 13,32 | 0,82 | 1,45 | 20,0 | 22,76 |
| Máquinas elétricas, equipamentos e suprimentos | 2,64 | 7,00 | 3,00 | 1,59 | 1,68 | 2,45 | 18,36 | 10,80 |
| Uso doméstico | 6,73 | 1,32 | - | 4,59 | - | 3,86 | 16,50 | 9,70 |
| Máquinas (excluídas elétricas) | 1,18 | 4,36 | 4,82 | 0,18 | 0,09 | 0,77 | 11,41 | 6,71 |
| Construção civil | 6,36 | - | 0,73 | 1,00 | - | 1,27 | 9,36 | 5,50 |
| Indústria naval e reparos | 1,36 | 3,68 | 1,32 | 0,14 | 0,86 | 0,91 | 8,27 | 4,86 |
| Outros usos | 1,82 | 1,36 | 1,77 | 0,91 | 0,09 | 5,14 | 11,09 | 6,52 |
| TOTAL | 47,82 | 44,82 | 24,32 | 23,41 | 5,32 | 24,36 | 170,05 | 100,0 |
| % | 28,12 | 26,36 | 14,30 | 13,77 | 3,13 | 14,33 | 100,0 | |

A distribuição do consumo de níquel no Brasil em 1971 foi:

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Aços inoxidáveis | 41% |
| Galvanoplastia | 16% |
| Ligas com alto teor de Níquel | 12% |
| Aços para construção | 10% |
| Fundidos de ferro e aço | 9% |
| Ligas de cobre | 3% |
| Outros | 9% |



1.4 – GEOLOGIA

Os depósitos de níquel podem basicamente ser classificados em duas categorias, sendo a primeira delas formada por minérios sulfetados e a segunda por minérios oxidados.

As jazidas de minérios sulfetados são formadas por segregação magmática e os minerais de níquel encontram-se disseminados em corpos maciços ou concentrados em veios, fissuras, falhas, etc. O mineral mais importante é a pentlandita ($(\text{FeNi})\text{S}$), podendo aparecer associada à calcopirita (CuFeS_2) e pirrotita (FeS_x).

As jazidas de minérios oxidados são formadas por meio de lixiviação de rochas ultra básicas ígneas, das quais é retirado parte da sílica, ferro e magnésio e o níquel sofre uma concentração residual. Os corpos de minérios oxidados se localizam em regiões tropicais e subtropicais ou em locais de elevado índice de precipitação pluviométrica. O processo de lixiviação é facilitado muitas vezes por metamorfismo da rocha matriz para serpentina. Nesses depósitos uma parte do níquel se apresenta como garnierita, um silicato de níquel magnésio, que tem sido descrito como uma variedade de crisotila serpentina, na qual o níquel substitui parte do magnésio. Outros consideram que o modo de ocorrência do níquel em minérios oxidados é obscura.

Pode-se dividir os minérios oxidados de níquel em dois tipos, de acordo com a predominância de silicatos ou predominância de ferro e magnésio.

1.5 – MINERAÇÃO

Os depósitos de sulfeto são normalmente minerados por lavra subterrânea, sendo empregados vários métodos dependendo das características da ocorrência.

Os depósitos de minerais oxidados são minerados por lavra a céu aberto.

1.6 – METALURGIA

1.6.1 – MINÉRIOS SULFETADOS

Os minérios sulfetados são concentrados por métodos tradicionais de tratamento de minérios. Normalmente o minério sofre uma cominuição até a liberação dos minerais úteis que são em seguida flotadas. No tratamento de minérios mistos podem ser obtidos os seguintes tipos de concentrados.

- a) Concentrado de Níquel (ex. pentlandita)
- b) Concentrado de Cobre (ex. calcopirita)
- c) Concentrado de Ferro (ex. pirita, pirrotita)
- d) Concentrado misto de níquel e cobre.

O concentrado de níquel pode ser tratado de vários modos. Se o concentrado é suficientemente puro ele é calcinado para formar óxido de níquel. O óxido é fundido em fornos de revérbero com coque de petróleo e o metal resultante é moldado em anodos para posterior refino eletrolítico.

O concentrado de cobre misto é fundido para obtenção de mate de níquel, cobre,

ferro. O mate é soprado num conversor com sílica para eliminação de ferro e parte do enxofre. O mate é resfriado vagarosamente para facilitar o crescimento de cristais de sulfeto de níquel e sulfeto de cobre. Obtém-se também uma liga cobre-níquel. A massa de cristais é pulverizada e separam-se por flotação o sulfeto de níquel e sulfeto de cobre; a liga cobre-níquel é separada magneticamente. O sulfeto de níquel e sulfeto de cobre são tratados independentemente como descrito anteriormente e a liga é tratada por eletrólise.

1.6.2 – MINÉRIOS OXIDADOS

As técnicas desenvolvidas para tratamento de minérios oxidados podem ser agrupadas em quatro itens:

- Pirometalurgia
- Hidrometalurgia
- Vapormetalurgia
- Outras

a – Pirometalurgia

Os processos pirometalúrgicos correntes são o da produção de ferro-níquel e produção de mate níquel-ferro.

a.1 – Processos de produção de ferro-níquel

Em todos os processos são envolvidas as seguintes etapas:

- 1 – Secagem do minério, visando a eliminação da água e pré-aquecimento.
- 2 – Redução do níquel, cobalto e parte do ferro para o estado metálico.
- 3 – Fusão do minério e separação de uma fase metálica e uma escória.
- 4 – Purificação e modificação da liga.

Um resumo dos processos em uso bem como do equipamento utilizado é dado na tabela abaixo:

| <i>Processo</i> | <i>Procedimento</i> |
|-----------------|---|
| Le Nickel | a) Secagem e pré-redução em forno rotativo aquecido por óleo (800°C). b) Fusão em forno elétrico (1500–1600°C) c) Refino em conversor capacidade de produção: 64.500 t de níquel contido por ano |
| Sumitomo | a) Secagem e aglomeração por sinterização b) Fusão em forno elétrico c) Refino em segundo forno elétrico capacidade de produção 1970 – 15.000 t/ano |
| Taiheiyo | a) Secagem e pré-redução em forno rotativo aquecido com gás natural |

- b) Fusão em forno elétrico.
 c) Refino em conversor
 capacidade de produção em 1965 – 4.000 t/ano
- Simura Kako a) Secagem e aglomeração por sinterização
 b) Fusão em forno elétrico.
 c) Refino em L.D.
 capacidade de produção em 1970 – 6.000 t/ano
- Nippon Mining a) Secagem em forno rotativo
 b) Briquetagem do minério seco
 c) Fusão em alto forno
 d) Refino em conversor
 capacidade de produção em 1970 – 11.000 t/ano
- Morro do Níquel a) Secagem e pré-redução em forno rotativo aquecido por óleo
 b) Fusão em forno elétrico
 c) Refino em segundo forno elétrico e L.D.
- Nippon Yakin (Krupp Renn) a) Preparação do minério pela mistura com agentes de redução e fluxantes
 b) Briquetagem
 c) Redução e parcial fusão em forno rotativo
 d) Separação física do ferro-níquel e escória
 e) Refino em forno elétrico
 capacidade de produção em 1970 – 11.000 t/ano
- Falconbridge a) Preparação do minério por mistura, homogeneização e briquetagem
 b) Secagem e redução em forno vertical
 c) Fusão em forno elétrico
 d) Refino em segundo forno elétrico
 capacidade de produção em 1973 – 28.000 t/ano
- Hanna a) Secagem e redução do ferro para óxido ferroso em forno rotativo.
 b) Fusão dos óxidos em forno elétrico
 c) Redução dos óxidos líquidos no forno elétrico por adição de ferro silício
 d) Refino em segundo forno elétrico
 capacidade de produção – 12.000 t/ano
- Larco a) Secagem e pré-redução em forno rotativo
 b) Fusão em forno elétrico
 c) Refino em L.D.

44 - Geologia e Metalurgia

A análise do ferro-níquel obtido pelos processos descritos é dada no quadro abaixo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 |
|-------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Níquel | 20,0-30,0 | 23,0-28,0 | 25,0 | 18,0-23,0 | 18,0-28,0 | 250-40,0 | 25,0 | 48,5 | 23,0-28,0 |
| Cobalto | 0,6 | 0,6 | | 0,5 | 0,6 | N.A. | 0,6 | 0,5 | 1,25 |
| Enxôfre | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,005 | 0,07 | |
| Fósforo | 0,02 | N.A. | 0,01 | N.A. | N.A. | 0,03 | 0,03 | 0,01 | N.A. |
| Carbono | 0,03 | 0,2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| Silício | 0,02 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | 0,03 | 0,01 | 0,9 | N.A. |
| Ferro | restante | restante | restante | restante | restante | restante | restante | restante | restante |
| Cobre | - | - | - | - | - | - | 0,1 | 0,1 | |

- 1 - Le Nickel
- 2 - Sumitomo
- 3 - Taiheiyo
- 4 - Shimura Kako
- 5 - Nippon Mining
- 6 - Morro do Níquel
- 7 - Nippon Yakin
- 8 - Hanna
- 9 - Larco

* contém 0,25% de arsênico

a.2 – Processos de produção de mate

Todos os processos de produção de mate têm em comum as seguintes etapas:

- 1 – Preparação do material para o forno por britagem, classificação, aglomeração dos finos e pré-aquecimento.
- 2 – O minério preparado é misturado com redutor e uma fonte de enxofre, e fundido.
- 3 – O mate resultante é tratado num conversor para eliminar impurezas e controlar sua composição.

As características principais dos processos em atividade são dadas no quadro abaixo:

| <i>Processo</i> | <i>Procedimento</i> |
|-----------------|---|
| Le Nickel | a) Preparação do minério por sinterização e pelletização b) A Fonte de enxofre é a gipsita c) Fusão em alto forno d) Refino em conversor capacidade de produção – 18.000 t/ano de níquel contido |
| Sumitomo | a) Preparação do minério por mistura e briquetagem b) Fonte de enxofre – Sulfeto de níquel c) Fusão em alto forno d) Refino em conversor e) Mate ustulado para produzir óxido f) Óxido reduzido em forno elétrico em presença de coque g) Níquel refinado eletroliticamente capacidade de produção em 1970 – 7.000 t/ano |
| Inco | a) Pré-redução e sulfidização em forno rotativo b) Fonte de enxofre não conhecida c) Fusão em forno elétrico d) Refino em conversor Kaldor – Conversor rotativo com oxigênio capacidade de produção em 1976 – 14.000 t/ano |

b – Métodos hidrometalúrgicos

Entre a piro e a hidrometalurgia, existe uma diferença econômica fundamental. O preço de obtenção do metal para a primeira é proporcional à quantidade de mineral tratado para obter-se uma unidade de metal, enquanto que o preço de obtenção da segunda se prende à quantidade de metal extraído; de sorte que a hidrometalurgia se apresenta mais atraente para tratamento de minérios de baixo teor.

Os procedimentos hidrometalúrgicos de maior interesse são o amoniacoal, sulfúrico,

b.1 – Processo amoniacal

A dissolução do níquel se efetua por meio de lixiviação com solução de amoníaco carbonato de amônio.

O tratamento do minério cru não é possível, e ele deve preliminarmente sofrer uma redução seletiva a 700 – 900°C para colocar o níquel sob a forma metálica.

A solução de lixiviação dissolve o níquel e o cobalto que permanece em solução sob uma forma complexa. A seguir separa-se a ganga e a solução carregada de níquel é levada a ebulição para recuperação do amoníaco e CO₂ e precipitar um carbonato de níquel e cobalto. Pode-se também separar o cobalto da solução amoniacal por meio de H₂S.

Algumas modificações sobre a lixiviação amoniacal, permitem classificar atualmente dois procedimentos. O processo Caron Nicaro e o processo Sherrit Gordon, cujos procedimentos básicos são dados no quadro abaixo:

| <i>Processo</i> | <i>Procedimento</i> |
|-----------------|--|
| Nicaró | <ul style="list-style-type: none"> a) Redução antes da lixiviação b) Agente lixiviante amoníaco carbonato de amônio c) Lixiviação e pressão atmosférica d) Recuperação do níquel da solução de lixiviação como hidróxido de níquel e) O produto final é óxido de níquel sinterizado. |
| Sherrit Gordon | <ul style="list-style-type: none"> a) Calcinação redutora antes da lixiviação b) Agente lixiviante amoníaco carbonato de amônio com oxigênio livre c) Lixiviação a pressão atmosférica a temperatura moderada. d) Recuperação do níquel da solução de lixiviação sob a forma de <ul style="list-style-type: none"> 1 – sulfetos de níquel e cobalto 2 – carbonato de níquel e) O produto final é níquel em pó ou briquetes mas pode ser níquel eletrolítico. |

b.2 – Processo sulfúrico

Em todas as variantes do processo sulfúrico a reação básica é a de solubilizar o níquel sob a forma de sulfato. O que se pretende nos processos de sulfatação é ajustar as condições de ataque do ácido sulfúrico de modo que haja um máximo de extração do níquel e uma extração mínima de ferro e magnésio.

No processo utilizado em Moa Bay, Cuba, pela Bay Mining Company, o minério é atacado por ácido sulfúrico em autoclaves a uma temperatura de 230 – 260°C conseguindo-se com isso grande seletividade de ataque, não dissolvendo praticamente o ferro. Esse processo se aplica bem aos minérios do tipo limonítico.

Um outro processo desenvolvido pela Sherrit Gordon compreende como etapas básicas a preparação do minério, sua ativação, mistura do minério seco com ácido sul-

fúrico e calcinação sob atmosfera controlada, lixiviação em água e precipitação do níquel pela ação do H_2S .

No segundo processo desenvolvido pela Sherrit Gordon o minério é pré-reduzido para levar o níquel a forma metálica. O minério quente forma uma pasta com água e é tratado com SO_2 e oxigênio para formar sulfato de níquel e cobalto.

O resumo dos procedimentos dos processos sulfúricos são dados no quadro abaixo:

| <i>Processo</i> | <i>Procedimento</i> |
|-----------------|---|
| Moa Bay | a) Preparação do minério por moagem a úmido e classificação b) Agente lixiviante — ácido sulfúrico c) Lixiviação sob pressão a temperatura média d) Recuperação do níquel e do cobalto da solução como sulfetos. e) Produto final níquel em pó. |
| Sherrit Gordon | a) Minério, com adição de ácido sulfúrico b) Pelotização c) Pelotas são calcinadas d) Lixiviação em água e) Recuperação do níquel da solução por H_2S . |

c — Vapor metalurgia

Dois processos básicos de vapor metalurgia são apresentados para tratamento do níquel: a cloretação volatilizante e o processo carbonila.

O primeiro deve operar entre $950 - 1000^\circ C$ que é a temperatura de volatilização do cloreto de níquel. Sobre lateritas a volatilização pode ser feita em condições oxidantes e desse modo se consegue alguma seletividade com relação ao ferro. Nas garrineritas o níquel está ligado de uma maneira mais enérgica e isso faz necessário condições redutoras, perdendo-se assim seletividade de ataque com relação ao ferro.

O segundo processo, o de carbonila, é bastante antigo, tendo sido descoberto em 1889 por Langer e Mond. Presentemente o grupo da INCO tem intensificado esforços no sentido de utilizar o processo. As etapas básicas são:

- a) Preparação do minério por secagem, britagem, classificação e calcinação redutora.
- b) Gaseificação do níquel por monóxido de carbono sob pressão moderada.
- c) Liquefação da carbonila gasosa.
- d) Separação do níquel carbonil do ferro carbonil.
- e) Decomposição do níquel carbonil para a forma de pelotas de níquel puro.

d — Outros métodos

O processo que pode ser considerado seriamente para aplicação comercial dentro de um futuro próximo é o de segregação. As principais características do processo de segregação são dadas abaixo.

- a) Preparação do minério por cominuição, classificação e mistura com agentes geradores de cloro e com carvão.
- b) Aquecimento até 1000°C onde se dá a segregação.
- c) Separação do níquel segregado por flotação ou separação magnética.
- d) Refino do concentrado de níquel por várias maneiras.

2 – PANORAMA MUNDIAL

2.1 – RESERVAS

A estimativa de reservas mundiais de minério de níquel, considerada pessimista, indicava em 1970 um total de 66 milhões de toneladas (em termos de metal contido), assim distribuídas:

| <i>PAÍS</i> | <i>10⁶t</i> |
|-----------------|------------------------|
| Austrália | 0,9 |
| Canadá | 9,0 |
| Cuba | 16,2 |
| Rep. Dominicana | 0,7 |
| Guatemala | 0,9 |
| Indonésia | 7,2 |
| N. Caledônia | 14,8 |
| Filipinas | 4,0 |
| Rússia | 9,0 |
| Estados Unidos | 0,2 |
| Outros | 3,1 |

Fonte: Mineral Facts and Problems

Estas reservas, aos níveis de consumo da época, seriam suficientes para atender a demanda durante cento e cinquenta anos. Admitindo-se taxas de crescimento anual em torno de 3,4% este prazo seria reduzido para 31 anos. Se as reservas quintuplicassem e o consumo crescesse à mesma taxa, haveria minério suficiente para 55 anos. (Fonte: Massachusetts Institute of Technology – Clube de Roma)

Estes números estão sendo, porém, substancialmente alterados pela crescente significação econômica dos minérios lateríticos abundantes nas áreas subtropicais e tropicais do mundo. Eles são classificados como reservas em Cuba, Guatemala, República Dominicana, Porto Rico, Filipinas, Indonésia, Nova Caledônia e, também, no Brasil.

Em adição a estas reservas existem dezenas de bilhões de toneladas de material com baixo teor, nestes e em outros países, que constituem minérios em potencial.

Ultimamente vem crescendo de importância a descoberta de nódulos metálicos que ocorrem em pontos das plataformas continentais. Contudo, a extensão destes

nódulos ainda não está suficientemente delineada para considerá-los uma fonte potencial.

2.2 – PRODUÇÃO MINERAL

Apenas três países, o Canadá, Nova Caledônia e Rússia são responsáveis por mais de 70% da produção mundial de minério de níquel que, em 1973, atingiu 666,4 mil toneladas de metal contido.

Juntamente com Austrália, Cuba e R. Dominicana esta percentagem vai a 86,2% da produção total (Quadro III e Anexo I).

As minas de Ontario e Manitoba, Canadá, produzem mais de 70% do níquel primário do mundo livre. As minas da Nova Caledônia são responsáveis por quase 20% e as minas da República Dominicana, Finlândia, Indonésia, Rodésia do Sul, África do Sul e Austrália, produzem a maior parte do restante.

A Rússia é o maior produtor entre os países comunistas, com quase 80% do total e as minas de lateritas de Cuba produzem quase todo o restante.

Quadro III – Maiores Produtores Mundiais de Minério (1973)

| PAÍS | PRODUÇÃO (10 ³ t)* | % DA PRODUÇÃO TOTAL |
|---------------|----------------------------------|------------------------|
| Canadá | 241,2 | 36,2 |
| N. Caledônia | 115,9 | 17,4 |
| URSS | 115,0 | 17,3 |
| Austrália | 40,1 | juntos 15,3 |
| Cuba | 32,0 | |
| R. Dominicana | 30,1 | |

(*) Níquel contido

Fonte: World Metal Statistics

2.3 – PRODUÇÃO METALÚRGICA

Ao contrário da produção mineral, a produção de níquel na forma metálica, pura ou em ligas, está dispersa por um número maior de países. Ainda assim, cabe ao Canadá, URSS e Japão apenas, cerca de 58% da produção total. Outras quatro nações conjuntamente, são responsáveis por mais 23% (Quadro IV e Anexo I).

Quadro IV – Maiores Produtores Mundiais de Níquel Metálico (1973)

| <i>PAÍS</i> | <i>PRODUÇÃO (10³t)</i> | <i>% DA PRODUÇÃO TOTAL</i> |
|---------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Canadá | 150,2 | 23,7 |
| URSS | 129,0 | 20,4 |
| Japão | 87,7 | 13,9 |
| Noruega | 42,7 | |
| R. Unido | 36,8 | |
| N. Caledônia | 35,8 | juntos 23,0 |
| R. Dominicana | 30,1 | |

Fonte: World Metal Statistics

As principais companhias produtoras no mundo livre são “The International Nickel Co. of Canada Ltda.”, “Falconbridge Nickel Mines Ltda. e Sherritt Gordon Mines Ltda. of Canada”, e “Société le Nickel” da França.

Contudo, a “Hanna Mining Co.” dos Estados Unidos, “Western Mining Corp.” da Austrália, “Sulawesi Nickel Develop. Cooperative” do Japão, e produtores independentes no Canadá, Brasil, Finlândia e África do Sul, alcançam também alguma expressão na obtenção do metal primário.

As maiores companhias produtoras são verticalmente integradas, isto é, extraem o minério e o transformam em um produto comercial de níquel.

O níquel importado pelos Estados Unidos provém principalmente do Canadá e N. Caledônia, e, eventualmente, de refinarias da Inglaterra, Noruega e França. Os países europeus obtêm o metal do Canadá, N. Caledônia, Rodésia do Sul e África do Sul. Os japoneses obtêm minério de N. Caledônia e Indonésia, processando-o no país.

2.4 – CONSUMO

Praticamente todo o níquel produzido no mundo é consumido nos países industrializados: 92% em apenas oito nações.

Estados Unidos, Rússia e Japão consomem 66,6% da produção mundial (Quadro V e Anexo II)

Quadro V – Maiores Consumidores Mundiais de Níquel (1973)

| PAÍS | CONSUMO (10 ³ t) | % DO CONSUMO TOTAL |
|----------|--------------------------------|-----------------------|
| USA | 179,4 | 27,4 |
| URSS | 145,2 | 22,2 |
| Japão | 111,2 | 17,0 |
| Alemanha | 54,8 | |
| R. Unido | 31,5 | |
| França | 29,6 | 25,4 |
| Suécia | 26,8 | |
| Itália | 23,2 | |

Fonte: World Metal Statistics

O níquel é consumido principalmente na forma do metal refinado, como ferro-níquel e como óxido. Nos Estados Unidos, em 1973 o consumo estava assim distribuído:

| | |
|-----------------|-------|
| Níquel Refinado | 57,1% |
| Ferro-Níquel | 17,8% |
| Óxido de Níquel | 15,4% |
| Sais de Níquel | 1,8% |
| Outros | 7,9% |

2.5 – PREÇOS

Os produtores canadenses exercem tal hegemonia sobre o mercado mundial de níquel que o preço deles é praticamente imposto a todos. E como a cotação é feita em cents por libra peso, o preço do metal nos demais países está sujeito às contínuas desvalorizações do dólar como tem ocorrido nos últimos anos.

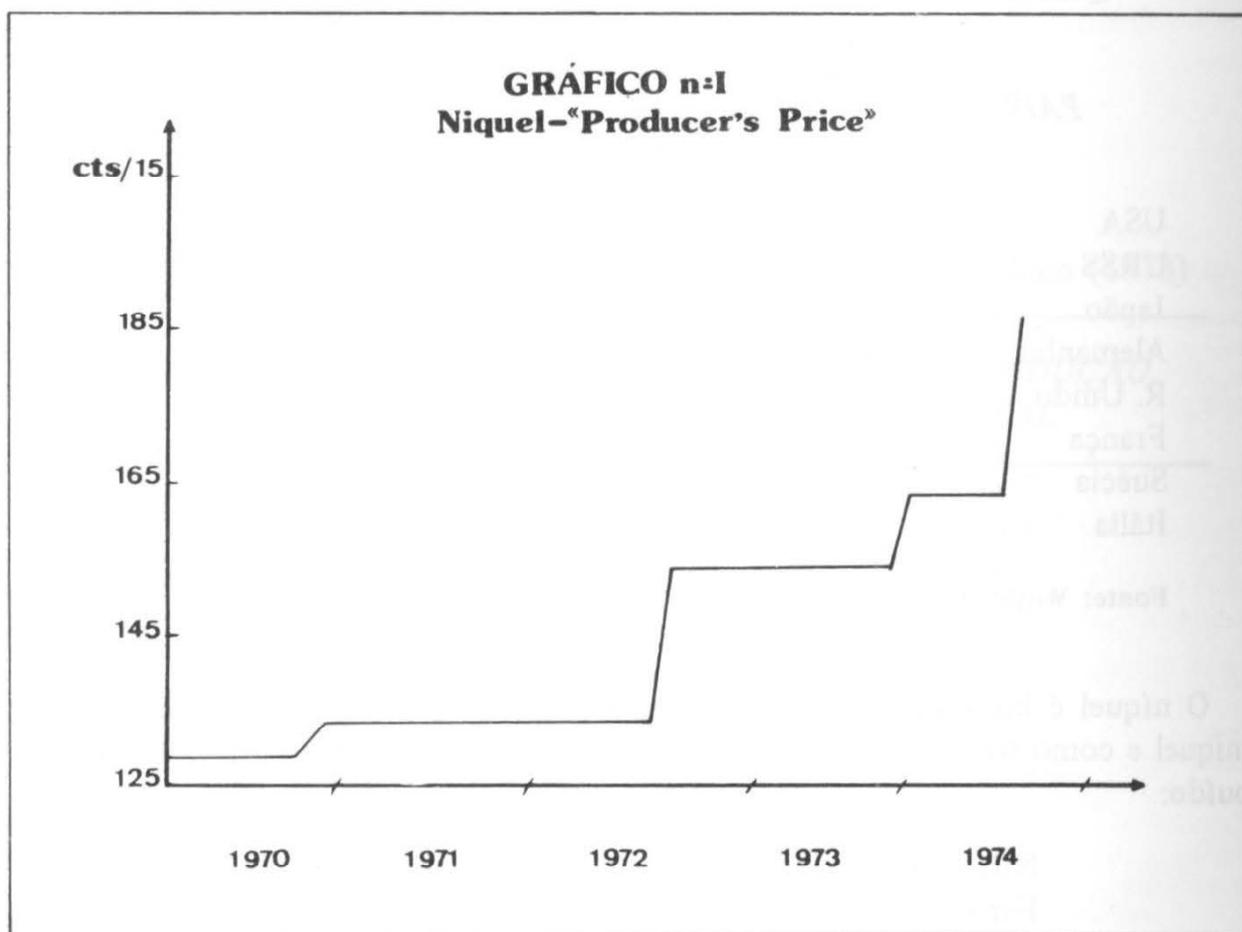
Assim, algumas das altas que ocorreram na LME – London Metal Exchange –, foram devidas unicamente ao reajuste da paridade da libra esterlina (fevereiro e março de 73, por exemplo).

Mas as cotações internacionais do níquel têm como principal referência o mercado americano (CASH NEW YORK) ao contrário de alguns outros metais (Cu, Zn, Pb), para os quais a LME é o mais importante centro de comercialização.

O “producer’s price” era de 128 cts/lb (US\$ 2.816/ton) em janeiro de 1970 e atingiu 185 cts/lb (US\$ 4.070/ton) em julho de 1974, tendo sido reajustado apenas quatro vezes neste período (Gráfico nº I).

A cotação do dia 10/01/75 indicava 201 cts/lb (US\$ 4.422/ton) para o níquel com 99,9% de pureza.

No Brasil, o custo de importação em novembro de 74 era de aproximadamente Cr\$ 32,00/Kg.



3 – PANORAMA NACIONAL

3.1 – RESERVAS

As reservas brasileiras de níquel conhecidas, até o momento, são do tipo silicatado e estão em torno de 250 milhões de toneladas com cerca de 3 milhões de toneladas de níquel contido.

Podemos pois considerar que as nossas reservas deste tipo são abundantes e, em consequência, a pesquisa geológica deve visar sobretudo a descoberta de jazidas sulfetadas. Há notícias de que a METAGO estaria estudando uma ocorrência de sulfetos de cobre e níquel em Goiás, porém, os dados até o momento conhecidos não permitem uma definição quanto ao seu aproveitamento econômico.

No quadro a seguir estão relacionadas as principais jazidas do país segundo um levantamento efetuado pela Rio Doce Geologia e Mineração – DOCEGO. Nota-se a concentração das ocorrências em Minas e Goiás (ver mapa de localização das jazidas no anexo III).

Quadro VI – Reservas Brasileiras de Níquel Silicatado (DOCEGEO)

| TIPO | UF | MEDIDO (10 ⁶ t) | % Ni | Ni cont. (10 ³ t) | ESTIMADO (10 ⁶ t) | % Ni | Ni cont. (10 ³ t) | Ni contido Total (10 ³ t) |
|-----------------------------|----|-------------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|---|
| BÁSICO-ULTRABÁSICO | | | | | | | | |
| Barro Alto | GO | 42 | 1.9 | 733 | 25 | 1.4 | 350 | 1148 |
| Niquelândia-CNT | GO | 4 | 3.2 | 128 | 20 | 1.5 | 300 | 428 |
| Niquelândia-CODEMIN | GO | 18 | 1.4 | 252 | | | | 252 |
| S. J. do Piauí | PI | 17 | 1.6 | 272 | 3 | 1.3 | 39 | 311 |
| ULTRABÁSICO | | | | | | | | |
| Morro do Níquel | MG | 3.5 | 1.7 | 59.5 | | | | 59.5 |
| Ipenara (Sta. Cruz) | MG | | | | 2.5 | 2.0 | 50 | 50 |
| Ipanema (Sta. Maria) | MG | | | | 1.5 | 1.5 | 22.5 | 22.5 |
| Liberdade | MG | 0.5 | 1.74 | 8.7 | | | | 8.7 |
| ALCALINO-ULTRABÁSICO | | | | | | | | |
| Morro do Engenho | GO | 25 | 1.4 | 350 | 15 | 1.4 | 210 | 560 |
| Água Branca | GO | | | | 30 | 1.4 | 420 | 420 |
| Salobinha | GO | | | | 15 | 1.5 | 225 | 225 |
| Santa Fé | GO | | | | 12 | 1.5 | 180 | 180 |
| Jacupiranga | SP | 2 | 1.53 | 30.6 | 4.5 | 1.5 | 87.5 | 88.1 |
| Rio dos Bois | GO | | | | 5.5 | 1.6 | 88 | 88 |
| TOTAL | | 112 | 1.89 | 1888.8 | 134 | 1.45 | 1952.0 | 3858.3 |

Fonte: DOCEGEO – Panorama do Níquel no Brasil – 1974)

Os números oficiais, isto é, reservas aprovadas pelo DNPM são, no entanto, bem mais modestos como pode ser visto pelo quadro VII, reproduzido do Anuário Estatístico Mineral de 1973.

Quadro VII – Reservas Brasileiras de Níquel (DNPM)

| Unidade da Federação | Medida | | Medida | | Medida | | Teor Médio |
|-------------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| | Minério | Contido | Minério | Contido | Minério | Contido | |
| Goiás | 17.377.163 | 267.285 | 1.340.000 | 22.900 | | | 1,55% Ni |
| Minas Gerais | 9.225.012 | 158.482 | 9.483.551 | 138.234 | 12.774.990 | 170.213 | 1,47% Ni |
| Rio de Janeiro | 150.000 | 3.750 | 380.000 | 9.500 | | | 2,50% Ni |
| São Paulo | 591.725 | 8.284 | | | 1.000.000 | 14.000 | 1,39% Ni |
| TOTAL | 27.443.900 | 437.901 | 11.203.551 | 170.634 | 13.774.990 | 184.213 | |

Fonte: DNPM – Anuário Mineral Brasileiro – 1973

Em 1973 foi aprovada mais uma jazida em Goiás, pertencente ao Grupo da FERTECO, com as seguintes reservas (toneladas de minério):

| | | |
|----------|---|------------|
| medida | — | 44.684.000 |
| indicada | — | 16.635.000 |
| inferida | — | 8.436.000 |

3.2 – EMPRESAS PRODUTORAS DE FERRO-NÍQUEL

No Brasil, até o momento, o níquel só é obtido sob a forma de ferro-níquel. Duas empresas apenas, a Morro do Níquel S.A. e a Cia. Níquel do Brasil, são responsáveis por toda a produção, embora dois novos projetos estejam sendo estudados.

O primeiro trata-se de uma empresa denominada BAMINCO, resultante de associação da INCO com a METALLGE SELLSCHAT, concessionária da jazida de Barro Alto, e prevê a produção de 22.000 t/ano de níquel contido no ferro-níquel e um investimento de 200 milhões de dólares.

A DOCEGEO, subsidiária da Cia. Vale do Rio Doce, concessionária da jazida de S. João do Piauí, desenvolve também no momento, estudos tecnológicos visando o aproveitamento do minério. O maior problema encontrado é a ocorrência de cobre em teores elevados, pois, pelos processos usuais de obtenção da liga, este metal acompanha o níquel até o final do processo alcançando teores indesejáveis. Além disto, os investimentos deverão ser mais altos que os usuais, pois a região não dispõe de infra-estrutura.

A seguir é feita uma descrição sumária das duas empresas produtoras.

3.2.1 – MORRO DO NÍQUEL S.A.

A empresa, instalada na Fazenda Morro do Níquel, em Pratápolis, MG, foi fundada em 1960 e iniciou a produção em 1962.

O seu capital social em 16/05/73 era de 27 milhões de cruzeiros sendo os dois maiores acionistas a Mineração Sertaneja S.A. com 22% e a Excibra com 14% das ações, ambas do Grupo BRASIMET-ROTHSCHILD.

A potência instalada em 1973 era de 18.400 KVA distribuídas em dois fornos com capacidade de produção total de 10.290 t/ano de Fe-Ni alto carbono. Destas 10.290 t/ano, um pouco mais de 70% é refinada pela própria empresa obtendo-se um Fe-Ni de baixo carbono.

O quadro VIII mostra a evolução da produção de 1963 a 1973.

| Quadro VIII – Produção da MONIQUEL | | | | | Unid.: t |
|------------------------------------|-------|-------|--------|--------|----------|
| Ferro Ligas | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 |
| Fe Ni | 5.072 | 8.520 | 10.072 | 10.504 | 9.676 |

Maiores detalhes sobre a empresa encontram-se nos anexos IV e V.

3.2.2 – Cia. Níquel do Brasil (CNB)

A empresa está localizada em Liberdade, MG, e foi fundada em 1932 tendo iniciado a sua produção em 1935.

O seu Capital Social era de 18 milhões de cruzeiros em 1973 e os maiores acionistas era a Sigla Holding S.A. com 60%, Cláudio Lins de Barros com 14% e Ricardo Alberto Lins de Barros com 5%.

A produção dos últimos cinco anos, está mostrada no quadro IX. A capacidade de produção em 1973 era de 340 t/ano de Fe-Ni: alto carbono e a potência instalada de 1720 KVA em um só forno.

Quadro IX – Produção da CNB Unid.: t

| Ferro Liga | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 |
|------------|------|------|------|------|------|
| Fe Ni AC | 307 | 286 | 314 | 309 | 322 |

Os planos de expansão da CNB prevêem a instalação de mais um Forno de 10,5 MVA para produzir 3560 t/ano a partir de 1977. Para isto será implantada uma nova usina hidroelétrica de 9 MW em Airuoca – MG (outras informações nos anexos VI e VII).

3.3 – PREÇOS DE FERRO-NÍQUEL

Os preços de ferro-níquel no mercado interno são determinados pelo CIP apenas para a empresa Morro do Níquel S.A. que controla praticamente o mercado.

Para o FN-4 e FN-1 cujas análises estão no quadro X abaixo, os preços por quilo, já incluído o ICM de 12% são, no momento (janeiro de 75) os seguintes:

| | | |
|-------|------------|-----------------|
| FN 4: | Cr\$ 27,33 | (liga bruta) |
| FN 1: | Cr\$ 31,10 | (liga refinada) |

Quadro X – Análise dos Ferro-Liga da Morro do Níquel

| Elemento | FN-4 | FN-1 |
|----------|-----------|-----------|
| Ni | 25 a 32% | 25 a 35% |
| Si | 2,2 min. | 0,04 máx. |
| C | 1,6 a 2,2 | 0,04 máx. |
| S | 0,3 máx. | 0,04 máx. |
| P | 0,3 máx. | 0,04 máx. |

3.4 – *CONSUMO APARENTE DE FERRO NÍQUEL*

O consumo aparente de ferro níquel apresentou um crescimento bastante elevado entre 1962 e 1973. A taxa de crescimento médio entre 1964 a 1973 foi de 15% a.a.

Existem oscilações bastante acentuadas no consumo aparente, o que significa variação de estoque, que podem ser comprovadas através dos dados de vendas efetivas.

Quadro XI – Evolução do Consumo Aparente de Ferro Níquel 1962/1973

| <i>Anos</i> | <i>Produção</i> | <i>Importação</i> | <i>Exportação</i> | <u>Unid.: t</u> |
|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| | | | | <i>Consumo aparente</i> |
| 1962 | 331 | — | — | 331 |
| 1963 | 238 | — | 43 | 195 |
| 1964 | 3.223 | — | 1.511 | 1.712 |
| 1965 | 3.582 | — | 1.810 | 1.772 |
| 1966 | 3.767 | — | 756 | 3.011 |
| 1967 | 3.823 | — | 2.678 | 1.145 |
| 1968 | 3.781 | — | 1.531 | 2.250 |
| 1969 | 5.379 | — | 2.129 | 3.250 |
| 1970 | 9.006 | — | 7.400 | 1.606 |
| 1971 | 10.386 | — | 5.572 | 4.814 |
| 1972 | 10.813 | — | 7.781 | 3.032 |
| 1973 | 9.998 | — | 4.058 | 5.940 |

Quadro XII – Vendas Internas

| <i>Ano</i> | <i>Consumo Aparente</i> <i>t</i> | <i>Vendas Internas</i> <i>t</i> |
|------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1969 | 3.250 | 2.945 |
| 1970 | 1.606 | 2.337 |
| 1971 | 4.814 | 3.641 |
| 1972 | 3.032 | 4.152 |
| 1973 | 5.940 | 6.094 |

3.5 – *PROJETOS PARA A PRODUÇÃO DE NÍQUEL ELETROLÍTICO*

Conforme foi dito anteriormente o níquel consumido no país é todo importado. No entanto dois projetos visando a obtenção do níquel eletrolítico estão sendo anunciados sendo um pela Empresa de Desenvolvimento de Recursos Minerais “CODEMIN” S/A e o outro pela Cia. Níquel Tocantins.

3.5.1 – Codemin

A empresa pertence ao grupo BRASIMET-ROTSCHILD. O projeto prevê um investimento total de US\$ 130 milhões e a produção de 10.600 t/ano de níquel eletrolítico, a partir de 1977. Existe a alternativa de produzir-se 5.000 t/ano com um investimento de US\$ 63 milhões.

O maior problema para a implantação do projeto tem sido o fornecimento de energia a preço razoável, de tal forma que o metal obtido possa ter competitividade no mercado internacional.

A energia elétrica é o principal insumo do processo consumindo-se cerca de 64.000 Kwh/t Ni, quatro vezes mais que para a obtenção de igual quantidade de alumínio.

A solução que parece ter sido acertada entre o Governo e a empresa foi a participação desta na construção da hidrelétrica de São Félix mediante aquisição de obrigações no valor de US\$ 42,7 milhões equivalentes a 100 Mw instalados, ao custo de US\$ 427/Kw. A energia custará à CODEMIN cerca de 10 mills/Kwh consumido.

De 1978 até 1982, quando São Félix entrará em operação, a energia será suprimida por FURNAS através da linha Brasília-Niquelândia, a um preço de 13 mills/Kwh.

A descrição do processo metalúrgico a ser empregado pela CODEMIN, transcrita a seguir foi retirada do “Estudo de Viabilidade” elaborado pela empresa:

“O minério extraído da mina, apresentando um teor médio de 1,45% Ni e umidade máxima de até 25%, é fornecido à Usina Pirometalúrgica contendo blocos de até 1.200 mm, de tamanho.

Após ser britado até menos de 300 mm o minério é armazenado, por cerca de 50 dias, em pilhas cobertas cuja finalidade é permitir uma secagem natural, com diminuição da umidade de cerca de 5%, tanto por efeito da evaporação como por drenagem da água. A armazenagem do minério grosso também visa obtenção de um efeito homogeneizador na composição química, devido ao fato do mesmo ser empilhado por meio de camadas horizontais e ser desempilhado por meio de cortes transversais.

Depois o minério grosso é britado até menos de 35 mm e a fração menor de que 5 mm (cerca de 40%) é separado por peneiração, briquetada e, tanto o minério britado quanto os briquetes são então armazenados, a coberto, com a finalidade de “curar” os briquetes e de permitir a regularização do processo posterior.

Os briquetes e o minério britado são misturados e a mistura resultante é calcinada em fornos rotativos a 800–900°C.

Ao minério calcinado quente adiciona-se coque e (ou) carvão vegetal e a mistura é fornecida a fornos elétricos de redução. A escória formada é vasada regularmente, sendo granulada e descartada.

O ferro níquel bruto (35% a 40% Ni) é vasado periodicamente e refinado em conversores a oxigênio tipo LD, onde são feitas adições a fim de regular a composição e temperatura. Impurezas tais como enxôfre, fósforo, carbono, silício e a maior parte do ferro são eliminadas, resultando como produto final um ferro níquel com 85% a 90% de Ni, que é a seguir granulado por água.

Em seguida o ferro níquel de alto teor granulado é transportado para a Refinaria

Eletrolítica onde é moído, a úmido, até 85% passando na malha 200 mesh.

O material moído é então lixiviado, em conjunto com operações de purificação de soluções, eliminando-se impurezas (cobre, cobalto) e o ferro restante. O Ni é obtido em forma de sulfato de níquel puro, em solução.

Da solução de sulfato de níquel, por eletrólise, obtém-se cátodos de níquel com 99,9% de pureza.

Como sub-produtos obtém-se hidróxido de cobalto, concentrado de cobre e sal de Glauber (sulfato de sódio decahidratado).

3.5.2 – *Cia. Níquel Tocantins*

A CNT, integrante do Grupo VOTORANTIN (Ermírio de Moraes), é concessionária de uma jazida situada em Niquelândia, Goiás, na mesma região da CODEMIN.

O processo a ser empregado por esta companhia parece ser uma modificação do Sherrit-Gordon, descrito na parte de Tecnologia.

A preparação do minério é seguida de uma redução seletiva e uma lixiviação amoniacal que dissolve a maior parte do níquel, cobalto e cobre, deixando quase todo o ferro do minério sob forma insolúvel, juntamente com a ganga. Os metais lixiviados entram em solução sob a forma de carbonatos. O cobre e o cobalto são então precipitados como sulfetos usando-se para isto o gás sulfídrico, e, o níquel, é então recuperado da solução sob a forma de hidróxido, o qual é solubilizado novamente em H_2SO_4 e vai para a eletrólise.

O investimento previsto é da ordem de Cr\$ 200 milhões (US\$ 28 milhões) e as etapas de tratamento e lixiviação serão realizadas próximas à mineração enquanto a eletrólise será efetuada em São Paulo ao lado da Cia. Nitro Química Brasileira, do mesmo grupo.

3.6 – *IMPORTAÇÕES DE NÍQUEL ELETROLÍTICO*

O níquel, sob diversas formas (cátodos, chapas, barras e perfilados, fios, etc.) é importado por quase noventa empresas e provém principalmente dos Estados Unidos, França, Países Baixos e Alemanha Ocidental.

A importação de níquel e suas ligas entre 1961 e 1974, como é visto no quadro XIII sofreu oscilações acentuadas, significando variação de estoques nas mãos dos consumidores. Nota-se um aumento acentuado nas importações a partir de 1969.

Quadro XIII – Importações de Níquel

| <i>Ano</i> | <i>Quantidade</i> | <i>Valor US\$ CIF</i> |
|------------|-------------------|-----------------------|
| 1961 | 847,9 | 1.558.101 |
| 1962 | 1.192,0 | 2.540.800 |
| 1963 | 660,4 | 1.644.159 |
| 1964 | 682,5 | 1.575.380 |
| 1965 | 562,2 | 1.348.709 |
| 1966 | 878,8 | 2.070.742 |
| 1967 | 840,3 | 2.476.359 |
| 1968 | 1.242,2 | 3.889.211 |
| 1969 | 1.007,1 | 3.509.444 |
| 1970 | 1.422,3 | 6.121.567 |
| 1971 | 3.278,5 | 11.653.609 |
| 1972 | 2.581,6 | 8.654.752 |
| 1973 | 3.517,0 | 10.627.000 |
| 1974 | 5.512,0 | 22.636.000 |

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 1973
M.F.

Comparando-se as quantidades importadas nos últimos três anos observa-se que houve um acréscimo de 36% entre 72 e 73 e de 57% entre 73 e 74.

Como não ocorreu nenhuma elevação brusca no consumo interno do metal durante 1974, conclui-se que foram efetuadas importações desnecessárias acarretando pois, níveis elevados de estoques ao final do ano. Esta suposição é tanto mais válida se se comparar a quantidade efetivamente importada com a prevista pelo CONSIDER que era apenas de 1.600 toneladas. Sabe-se ainda que o problema de estocagem elevada se verificou também com outros metais (Al, Pb, Cu).

3.7 – CONSUMO APARENTE DE NÍQUEL

O consumo aparente do níquel foi levantado, pela adição da quantidade de níquel contido no ferro-níquel consumido internamente à quantidade de níquel importada.

Não foi considerada a importação de níquel sob a forma de sais, e nem o níquel contido em produtos siderúrgicos importados (aços inoxidáveis etc.).

Quadro XIV

Consumo Aparente de Níquel

| | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|---------------------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Produção | 0,23 | 1,00 | 1,02 | 1,11 | 1,05 | 1,07 | 1,04 | 1,28 | 2,50 | 2,59 | 2,70 | 2,50 | 2,39 |
| Importação | 1,19 | 0,66 | 0,68 | 0,56 | 0,88 | 0,84 | 1,24 | 1,01 | 1,42 | 3,28 | 2,58 | 3,52 | 5,51 |
| Exportação | | | 0,48 | 0,56 | 0,21 | 0,75 | 0,41 | 0,49 | 2,07 | 1,40 | 1,95 | 1,01 | |
| Consumo Aparente | 1,42 | 1,66 | 1,22 | 1,11 | 1,72 | 1,19 | 1,87 | 1,80 | 1,85 | 4,47 | 3,33 | 5,01 | |
| Taxa de Crescimento | | 17% | (27%) | (9%) | 55% | (31%) | 57% | 4% | 3% | 142% | (26%) | 50% | |
| | | | | | | | 14% | | | | | | |

3.8 – PROJEÇÃO

Foram efetuadas duas projeções de consumo aparente. O primeiro critério foi baseado na correlação do consumo aparente de níquel com a produção de aço e o segundo critério baseado nas necessidades de níquel na indústria siderúrgica e de fundição e admitindo que a distribuição setorial de consumo permaneça inalterada sendo o setor siderúrgico e de fundição responsável por 60% do consumo total.

3.8.1 – Correlação – Consumo Aparente de Ferro-Níquel com produção de Aço

A série de consumo aparente de níquel foi transformada, de modo que o consumo aparente de um ano determinado passa a ser a média aritmética do consumo do ano considerado, do ano antecedente e do ano subsequente.

Quadro XV

| Ano | Consumo Aparente de Níquel (t) | Produção de Aço em Lingotes (t) |
|------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1964 | 1,33 | 3.015.698 |
| 1965 | 1,35 | 2.982.994 |
| 1966 | 1,34 | 3.781.797 |
| 1967 | 1,59 | 3.733.700 |
| 1968 | 1,62 | 4.453.187 |
| 1969 | 1,84 | 4.924.532 |
| 1970 | 2,71 | 5.390.360 |
| 1971 | 3,22 | 6.010.998 |
| 1972 | 4,27 | 6.518.386 |

Foi realizada uma correlação linear e obtida a seguinte equação:

$$Y = 0,7296 X - 2.197$$

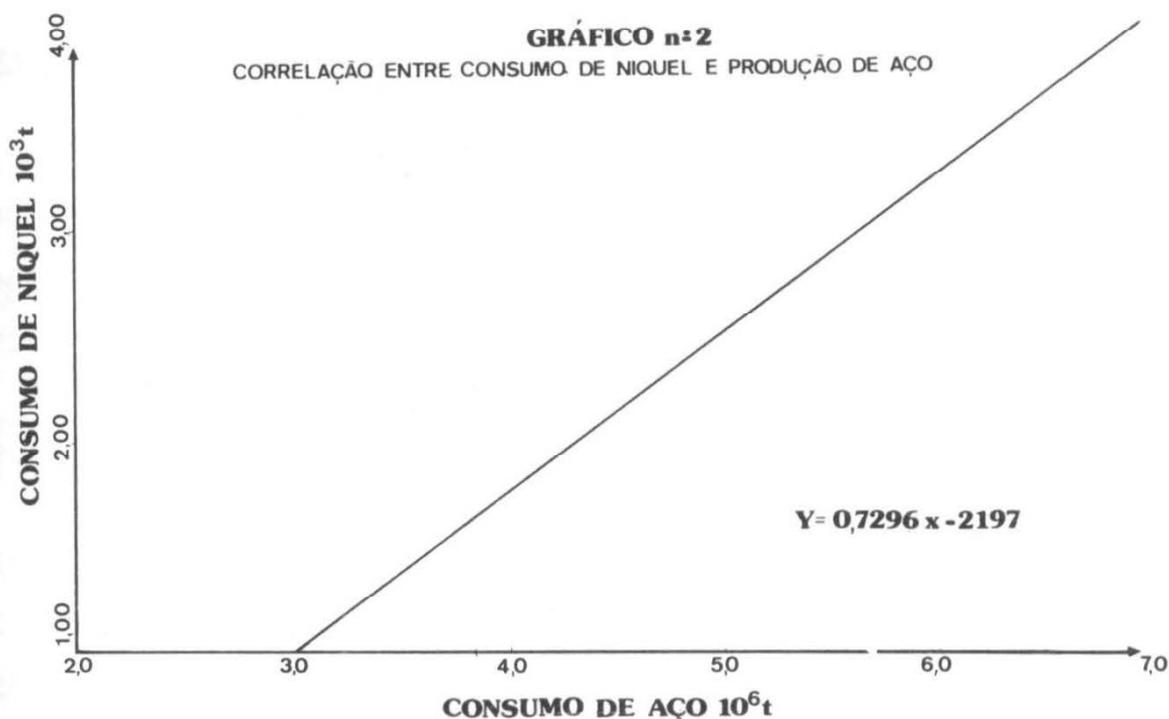
onde:

Y = consumo aparente de níquel em t

X = produção nacional de aço em lingotes em 10^3 t.

No Gráfico 2 é dada a representação gráfica da equação de regressão.

Os valores obtidos de consumo aparente de níquel para o período 1974 a 1982 são:



Quadro XVI

| Ano | Produção de Aço 10^3 t | Consumo Aparente de Níquel t |
|------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1974 | 8.677 | 4.134 |
| 1976 | 12.748 | 7.104 |
| 1978 | 19.013 | 11.675 |
| 1980 | 28.830 | 18.837 |
| 1982 | 38.650 | 26.000 |

A taxa de crescimento anual obtido é de 25,8% a.a.

3.8.2 – Projeção a partir da Previsão de Consumo de Níquel na Siderurgia e Fundição

As previsões de consumo de níquel no setor de siderurgia e de fundição foram realizadas pela Tecnometal no trabalho sobre ferro-ligas realizado a pedido da ABRAFE, BNDE, CONSIDER e IBS.

3.8.2.1 – *Previsão do Consumo de Níquel na Siderurgia*

No Quadro XVII é dada a previsão de produção de aço, por sub-setores e por processo de refino.

Quadro XVII – Previsão da Produção de Aço

| <i>Setor</i> | <i>Processo</i> | unid.: 10 ³ t de lingotes | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1974 | 1976 | 1978 | 1980 | 1982 |
| 1 – Planos Comuns | SM | 654 | 636 | 80 | – | – |
| | LD | 2.544 | 4.828 | 7.565 | 9.951 | 12.304 |
| | SUB-TOTAL | 3.198 | 5.464 | 7.645 | 9.951 | 12.304 |
| 2 – Planos Especiais | LD | – | – | 212 | 412 | 529 |
| | EL | 80 | 125 | 96 | 15 | – |
| | SUB-TOTAL | 80 | 125 | 308 | 427 | 529 |
| 3 – Planos Revestidos | SM | 801 | – | – | – | – |
| | LD | – | 1.155 | 1.155 | 1.925 | 2.372 |
| | SUB-TOTAL | 801 | 1.155 | 1.555 | 1.925 | 2.372 |
| 4 – Não Planos Comuns | SM | 1.448 | 1.575 | 1.762 | 1.552 | 1.352 |
| | LD | 540 | 637 | 2.116 | 3.391 | 5.591 |
| | EL | 1.469 | 2.229 | 2.644 | 3.514 | 3.684 |
| | SUB-TOTAL | 3.457 | 4.441 | 6.522 | 8.457 | 10.627 |
| 5 – Não Planos Especiais | SM | 20 | 65 | 97 | 97 | 97 |
| | LD | 438 | 560 | 588 | 638 | 721 |
| | EL | 683 | 938 | 1.398 | 1.935 | 2.600 |
| | SUB-TOTAL | 1.141 | 1.563 | 2.083 | 2.670 | 3.418 |
| 6 – Semi-Acabados | LD | – | – | 900 | 5.400 | 9.400 |
| TOTAL | SM | 2.923 | 2.276 | 1.939 | 1.649 | 1.449 |
| | LD | 3.522 | 7.180 | 12.936 | 21.717 | 30.917 |
| | EL | 2.232 | 3.292 | 4.138 | 5.464 | 6.284 |
| TOTAL GERAL | | 8.677 | 12.748 | 19.013 | 28.830 | 38.650 |

Com os dados da tabela anterior e os dados de consumo unitário na siderurgia (Quadro XVIII) levanta-se o consumo de ferro-níquel na siderurgia.

Quadro XVIII – Consumo Unitário de ferro-níquel na siderurgia

| | SETOR 1 | | | | | SETOR 2 | | | | | SETOR 3 | | | | | SETOR 4 | | | | | SETOR 5 | | | | | SETOR 6 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|---------|----|----|----|-------|---------|--------|----|----|----|---------|--------|----|----|----|---------|----|----|----|----|-------|--|--|--|--|--------|--------|-------|--|--|
| | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | | | | | | | | | | |
| SM | 0,901 | | | | | | | | | | | | | | 0,900 | | | | | | 0,189 | | | | | 0,197 | | | | | 0,265 | | | | | 0,116 | | | | |
| LD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,040 | | | | | 0,038 | | | | | 0,011 | | | | | 0,007 | | | | |
| EL | | | | | | 6,550 | | | | | 14,944 | | | | | 23,331 | 23,208 | | | | 23,330 | 28,331 | | | | 23,331 | | | | | 0,900 | | | | | | | | | |
| MED | 0,184 | | | | | 0,550 | | | | | 14,944 | | | | | 23,331 | 23,208 | | | | 23,330 | 28,331 | | | | 23,331 | | | | | 0,900 | | | | | 0,084 | | | | |
| | 0,115 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,079 | | | | |
| | 0,009 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,075 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,024 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,003 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6,931 | 8,924 | 2,082 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7,488 | 9,255 | 5,395 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9,462 | 11,337 | 5,468 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10,830 | 13,300 | 5,071 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11,413 | 13,093 | 7,183 | | |

3.8.2.2. – Consumo de Ferro-Níquel na Fundição de Ferro e do Aço

O consumo de ferro-níquel na fundição de ferro e aço foi efetuado de maneira análoga ao do setor siderúrgico. Montou-se a matriz de produção futura e a matriz de consumo unitário e a partir desses dados o consumo de ferro níquel.

As fundições de ferro e aço foram divididas nos seguintes grupos:

Fundições de Ferro

- Grupo A Fundição cativa Ind. Automobilística
- Grupo B Fundição mercado para setor de transporte
- Grupo C Fabricantes de tubo centrifugado
- Grupo D Fundição de usinas siderúrgicas
- Grupo E Fundições especializadas
- Grupo F Fundições cativas indústrias mecânicas
- Grupo G Outras – ABIFFA
- Grupo H Outras

Fundições de Aço

- Grupo A Fundições cativa Ind. Siderúrgica
- Grupo B Fundição mercado para setor de transporte
- Grupo C Fundição de peças pesadas e desgaste
- Grupo D Fundição de aço ao carbono (2000 t)

64 *Geologia e Metalurgia*

| | |
|---------|--------------------------|
| Grupo E | Fundição de aço especial |
| Grupo F | Micro Fusão |
| Grupo G | Outras |

Quadro XIX – Matriz de consumo unitário no setor fundição

Kg/t peças boas

| <i>Grupo</i> | <i>Ano</i> | <i>Fundição de Ferro</i> | <i>Fundição de Aço</i> |
|--------------|------------|--------------------------|------------------------|
| A | 74 | 0,015 | 0,63 |
| | 76 | 0,015 | 0,63 |
| | 78 | 0,016 | 0,63 |
| | 80 | 0,015 | 0,63 |
| | 82 | 0,016 | 0,63 |
| B | 74 | 0,401 | |
| | 76 | 0,459 | |
| | 78 | 0,396 | |
| | 80 | 0,398 | |
| | 82 | 0,394 | |
| C | 74 | | 1,67 |
| | 76 | | 1,67 |
| | 78 | | 1,67 |
| | 80 | | 1,67 |
| | 82 | | 1,67 |
| D | 74 | 0,006 | |
| | 76 | 0,008 | |
| | 78 | 0,008 | |
| | 80 | 0,008 | |
| | 82 | 0,008 | |
| E | 74 | 0,034 | |
| | 76 | 0,028 | |
| | 78 | 0,025 | |
| | 80 | 0,028 | |
| | 82 | 0,028 | |
| F | 74 | | |
| | 76 | | |
| | 78 | | |
| | 80 | | |
| | 82 | | |
| G | 74 | | |
| | 76 | | |
| | 78 | | |
| | 80 | | |
| | 82 | | |
| H | 74 | | |
| | 76 | | |
| | 78 | | |
| | 80 - 82 | | |

3.8.2.3 – *Projeção de demanda*

A projeção de consumo de ferro-níquel foi realizada através da aplicação dos índices unitários de consumo nos setores consumidores à matriz de produção futura dos mesmos setores.

Com a finalidade de manter os níveis relativos de estoque das empresas é necessário complementar o fornecimento. Dessa forma foi definida a demanda futura de ferro níquel.

O nível de estoque médio admitido foi de 2 meses de produção. É possível expressar as necessidades adicionais de estoque em termos de porcentagem do consumo em um dado ano por meio da expressão:

$$N = \frac{U \times V}{1 + V}$$

onde N = necessidades de reposição de estoque em termos de porcentagem do consumo.

U = nível relativo de estoque dos consumidores 2/12 do consumo no ano.

V = Taxa anual de crescimento do consumo.

Os índices médios de consumo de ferro-níquel são dados no Quadro XX abaixo:

Quadro XX – Kg/t de lingotes ou peças boas

| <i>Anos</i> | <i>Siderurgia</i> | <i>Fundição de Ferro</i> | <i>Fundição de Aço.</i> |
|-------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1974 | 1,051 | 0,299 | 0,566 |
| 1976 | 1,137 | 0,280 | 0,549 |
| 1978 | 1,410 | 0,293 | 0,564 |
| 1980 | 1,357 | 0,284 | 0,570 |
| 1982 | | | |

O quadro seguinte apresenta o detalhamento do consumo para o período 1974/1982

Quadro XXI – Proteção do Consumo Interno de Feni

| Setores | | 1974 | 1976 | 1978 | 1980 | 1982 |
|--------------------------|---|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| SIDERURGIA | | | | | | |
| Setor | 1 | 550 | 572 | 72 | — | — |
| | 2 | 524 | 1.868 | 7.186 | 9.962 | 12.342 |
| | 3 | 721 | — | — | — | — |
| | 4 | 292 | 352 | 492 | 205 | 32 |
| | 5 | 6.995 | 11.703 | 19.064 | 28.970 | 39.215 |
| | 6 | — | — | — | — | — |
| TOTAL | | 9.121 | 14.495 | 26.814 | 39.137 | 51.590 |
| FUNDIÇÃO DE FERRO | | | | | | |
| Setor | A | 2 | 3 | 5 | 5 | 6 |
| | B | 91 | 149 | 220 | 241 | 304 |
| | C | — | — | — | — | — |
| | D | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| | E | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| | F | — | — | — | — | — |
| | G | — | — | — | — | — |
| | H | 227 | 275 | 348 | 408 | 556 |
| TOTAL | | 323 | 431 | 577 | 659 | 873 |
| FUNDIÇÃO DE AÇO | | | | | | |
| Setor | A | 5 | 7 | 9 | 11 | 14 |
| | B | — | — | — | — | — |
| | C | 57 | 71 | 90 | 115 | 146 |
| | D | — | — | — | — | — |
| TOTAL | | 62 | 78 | 99 | 126 | 160 |
| TOTAL GERAL | | 9.506 | 15.004 | 27.490 | 39.922 | 52.623 |

A taxa de crescimento do consumo entre 1974 a 1982 será de 23,85% a.a. com necessidades de reposição de estoque de 3,22%:

A demanda interna projetada é dada no quadro seguinte:

Quadro XXII – Projeção de demanda interna de ferro-níquel

| <i>Ano</i> | <i>Demanda t</i> |
|------------|------------------|
| 1974 | 9.812 |
| 1976 | 15.487 |
| 1978 | 28.375 |
| 1980 | 41.207 |
| 1982 | 54.317 |

3.8.2.4 – Demanda de Níquel

A partir da demanda de ferro-níquel, calcula-se a demanda de níquel através das seguintes hipóteses simplificadoras:

- 1 – Teor de níquel no ferro níquel: 25%
- 2 – A estrutura do consumo não se modificará nos próximos anos, ou seja, os outros setores consumidores de níquel terão sua demanda crescendo na mesma taxa que o setor de siderurgia e fundição.
- 3 – Os setores de siderurgia e fundição são responsáveis por 60% do consumo.

A partir dessas hipóteses a demanda de níquel é calculada e dada no Quadro abaixo:

Quadro XXIII – Demanda de Níquel

| <i>Ano</i> | <i>Demanda (t)</i> |
|------------|--------------------|
| 1974 | 4.086 |
| 1976 | 6.453 |
| 1978 | 11.823 |
| 1980 | 17.170 |
| 1982 | 22.631 |

A demanda futura projetada pelos dois critérios é dada no quadro XXIV abaixo.

Face as hipóteses simplificadoras assumidas, os números dados devem ser encarados dentro da validade de ditas hipóteses. As projeções de demanda aqui efetuadas, foram baseadas na produção de aço e portanto uma modificação na previsão de consumo de aço redundaria em modificação na demanda do níquel.

Quadro XXIV – Demanda projetada de níquel

| Ano | Demanda | |
|------|------------|------------|
| | Critério 1 | Critério 2 |
| 1974 | 4.134 | 4.086 |
| 1976 | 7.104 | 6.453 |
| 1978 | 11.675 | 11.823 |
| 1980 | 18.837 | 17.170 |
| 1982 | 26.000 | 22.631 |

Taxa de
crescimento

25,8% a.a.

23,85% a.a.

3.9 – ÍNDICES COMPARATIVOS DE CONSUMO

3.9.1 – Consumo per capita

A evolução do consumo per capita é mostrado no Quadro XXV admitindo o primeiro critério para projeção de demanda. No Quadro XXVI é dado o consumo per capita de alguns países.

Quadro XXV – Consumo per capita

| | 1974 | 1976 | 1978 | 1980 | 1982 | Taxa de crescimento |
|---------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|------------------------|
| Demanda (t) | 4.134 | 7.104 | 11.675 | 18.837 | 26.000 | 25,8% a.a. |
| População (10 ⁶ hab) | 104,1 | 110,0 | 116,3 | 122,9 | 129,6 | — |
| Consumo per capita | 0,040 | 0,065 | 0,100 | 0,163 | 0,200 | 22,5% a.a. |

Kg/hab

Quadro XXVI – NÍQUEL

F.1.2 – CONSUMOS PER CAPITA MUNDIAIS

Unidade Kg/hab

| | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | Taxa de crescimento do período % a.a. |
|---------------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|
| BRASIL | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 10,6 |
| JAPÃO | 0,59 | 0,66 | 0,95 | 0,86 | 0,91 | 16,2 |
| AL. OCIDENTAL | 0,59 | 0,61 | 0,67 | 0,67 | 0,53 | (1,0) |
| AUSTRÁLIA | 0,29 | 0,23 | 0,34 | 0,31 | 0,31 | 2,1 |
| E. UNIDOS | 0,73 | 0,63 | 0,69 | 0,56 | 0,70 | (2,8) |
| FRANÇA | 0,62 | 0,63 | 0,71 | 0,63 | 0,64 | 2,8 |
| ITÁLIA | 0,33 | 0,30 | 0,36 | 0,33 | 0,28 | (1,9) |
| REINO UNIDO | 0,60 | 0,45 | 0,62 | 0,52 | 0,50 | (3,0) |
| ESPAÑA | 0,06 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 7,2 |
| MUNDO | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,14 | 0,15 | 1,6 |

Fontes: World Metal Statistic, Feb. 73
 Statistical Yearbook 1972, United
 ABA – Anuário Estatístico de 1972
 MIC – STI

3.9.2 – Relação entre Demanda de Níquel e Produção de Aço

Quadro XXVII

| | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Demanda de níquel | 4.134 | 7.104 | 11.615 | 18.837 | 26.000 |
| Produção de aço (10 ³) | 8.677 | 12.748 | 19.013 | 28.830 | 38.650 |
| Relação níquel : aço | 1:2099 | 1:1794 | 1:1628 | 1:1530 | 1:1486 |

No Quadro XXVII é mostrada a evolução da relação demanda de níquel : produção de aço.

No Quadro XXVIII é dada a relação entre consumo de níquel : consumo de aço de alguns países.

A evolução da relação níquel : aço é bastante significativa, mostrando um aumento efetivo no consumo de níquel em relação ao aço, e se considerarmos apenas a produção de aço para consumo interno, teríamos em 1982 um consumo de 28.345 x 10³ t. e a relação consumo de níquel consumo de aço seria 1 : 1.092.

Quadro XXVIII – NÍQUEL
— COMPARAÇÃO ENTRE AS TAXAS DE CRESCIMENTO DO CONSUMO NÍQUEL/AÇO

| | CONSUMOS APARENTES | | | | | | | | | | Relação entre Consumos Níquel:Aço | | Relação entre Crescimento Níquel/Aço 1968-72 |
|---------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------|---------|--------|---|-----------------------------------|--|--|
| | NÍQUEL | | | | | AÇO | | | | | | | |
| | 1968 10 ³ t | 1972 10 ³ t | Taxa Cresc. 1968-72 % a.a. | 1968 10 ³ t | 1972 10 ³ t | Taxa Cresc. 1968-72 % a.a. | 1968 | 1972 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | |
| Brasil | 1,0 | 2,9 | 13,8 | 4.766 | 8.644 | 17,9 | 1:2.648 | 1:2.981 | 0,77 | | | | |
| Japão | 59,2 | 96,0 | 17,5 | 49.908 | 73.202 | 8,0 | 1: 843 | 1: 753 | 2,19 | | | | |
| Al. Ocidental | 35,4 | 32,7 | 0 | 34.864 | 43.025 | 5,7 | 1: 985 | 1:1.316 | 0 | | | | |
| Austrália | 3,4 | 4,0 | 4,0 | 5.884 | 6.000 | | 1:1.731 | 1:1.500 | 2,35 | | | | |
| E. Unidos | 144,5 | 145,6 | (1,6) | 137.751 | 135.633 | 3,9 | 1: 953 | 1: 932 | (0,41) | | | | |
| França | 30,7 | 33,3 | 3,8 | 17.945 | 24.204 | 4,4 | 1: 585 | 1: 727 | 0,86 | | | | |
| Itália | 17,4 | 15,2 | (1,0) | 17.153 | 21.708 | 5,1 | 1: 986 | 1:1.428 | (0,20) | | | | |
| Reino Unido | 33,1 | 28,1 | (2,4) | 23.309 | 23.488 | 1,6 | 1: 704 | 1: 836 | 1,53 | | | | |
| Espanha | 2,6 | 3,6 | 8,5 | 6.091 | 9.500 | 13,6 | 1:3.046 | 1:2.639 | 0,63 | | | | |
| Mundo | 495,4 | 553,2 | 3,6 | 527.023 | 628.150 | 4,2 | 1:1.065 | 1:1.125 | 0,86 | | | | |

OBSERVAÇÃO:

Coluna 9 = Coluna 3 ÷ Coluna 6

FONTES:

World Metal Statistics, Feb. 1973

The Steel Market in 1971, United

Nations IBS

MIC - STI

Da análise das tabelas anteriores, verifica-se que embora a nossa demanda possa crescer em taxa bastante alta, ainda assim não teremos posição de destaque como consumidores de níquel, ou antes teremos um consumo per capita e uma relação entre consumo de níquel: consumo de aço, bastante distante das nações mais desenvolvidas.

3.10 – OFERTA – DEMANDA

No quadro XXIX é feita a comparação entre a demanda projetada e a oferta futura, considerando tão somente a produção efetiva atual, projetos de ampliação e novas instalações.

Os valores negativos representam nossas necessidades de importação ou o campo para novas instalações dentro do mercado interno. Os valores positivos representam o nosso saldo exportável ou excesso de oferta no mercado interno.

Quadro XXIX

| | 1974 | 1976 | 1978 | 1978 | 1982 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Demanda (t) | 4.134 | 7.104 | 11.675 | 18.837 | 26.000 |
| Oferta (t) | 2.460 | 2.760 | 20.638 | 20.638 | 20.638 |
| Diferença (t) | -1.674 | -4.344 | 8.963 | 1.801 | -5.362 |

O parque ofertante considerado foi o seguinte:

Quadro XXX

| | 1974 | 1976 | 1978 | 1980 | 1982 |
|-------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Níquel do Brasil | 198 | 218 | 2.496 | 2.496 | 2.496 |
| Morro do Níquel | 2.262 | 2.542 | 2.542 | 2.542 | 2.542 |
| Níquel Votorantim | — | — | 5.000 | 5.000 | 5.000 |
| CODEMIN | — | — | 10.600 | 10.600 | 10.600 |
| TOTAL | 2.460 | 2.760 | 20.638 | 20.638 | 20.638 |

Obs.: teores de níquel considerado no ferro-níquel:

| | | |
|------------------|---|-------|
| Níquel do Brasil | — | 64,0% |
| Morro do Níquel | — | 24,2% |

4 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

4.1 – CONCLUSÕES

4.1.1. — As importações de níquel em 1974 atingiram 5.512 toneladas no valor de 22 milhões de dolares. O consumo aparente elevou-se para 7.800 toneladas superando em 4.600 toneladas a previsão para o mesmo ano.

A taxa de crescimento situa-se em torno de 25% a.a. levando-se a uma demanda de 18.000 toneladas em 1980. Teremos um “deficit” na produção interna até 1977 e em 1978 teremos um saldo de oferta que subsistirá apenas até 1980, se considerarmos os projetos de instalações e expansões até aqui enunciados.

4.1.2. — As reservas de minério de níquel, todas do tipo silicatado, atingem atualmente cerca de três milhões de toneladas de níquel contido e seriam suficientes para uma exploração durante 100 anos ao nível de 30 mil toneladas/ano e as possibilidades dessas reservas virem a ser aumentadas são razoáveis. O problema de obtenção do níquel se prende então à etapa de metalurgia extrativa e refino.

4.1.3. — O panorama tecnológico dentro da área de tratamento e metalurgia dos minérios oxidados não está totalmente definido, e os processos clássicos, até aqui empregados, não representam e nem se aproximam do que podemos chamar um processo ideal. O campo de pesquisas em busca de novos processos está aberto e esta busca deve ser incentivada.

4.1.4. — O processo mais adequado para o tratamento de minérios oxidados é o de produção de ferro-níquel, porquanto as alternativas existentes estão ainda em nível de pesquisa ou, quando muito, nos primeiros testes em escala piloto. Em termos de bom senso e confiabilidade deve-se pois expandir a produção de ferro-níquel até os níveis em que ela possa suprir cerca de 50% da nossa demanda, que é a porcentagem das nossas necessidades de níquel que pode ser absorvida sob esta forma.

Vê-se portanto que a produção de níquel eletrolítico é, sem dúvida indispensável, não existindo fatos conclusivos atualmente que tornem possível a eleição do processo mais adequado para a obtenção deste produto. Por outro lado, existem minérios com alto teor de cobre, tornando-os por esta razão impróprios para a fabricação de ferro-níquel, e, para os quais, o processo eletrolítico é a alternativa.

O refino de ferro-níquel com cobre está sendo pesquisado e se estas pesquisas forem bem sucedidas em volume apreciável de nossas reservas poderá, ser tratado, por processo de obtenção de ferro-níquel.

4.2 – SUGESTÕES

4.2 – SUGESTÕES

4.2.1 – A produção de ferro-níquel deverá ser estimulada visando não só atender o mercado consumidor interno mas também aproveitar as possibilidades de exportação, diminuído assim o “deficit” devido à importação de níquel eletrolítico que deverá permanecer até 1978, quando entrarão em operação as duas usinas anunciadas.

4.2.2 – Como o insumo que mais onera o custo de produção do níquel é a energia elétrica e devido também ao fato de que os minérios deste metal são de baixo teor sendo necessário pois manusear grandes quantidades de minério para posterior processamento nas usinas, a seleção de projetos para novas instalações que visem a obtenção do ferro-liga, deverá estar condicionada a estes dois fatores, entre outros, dando preferência à exploração das jazidas que se situem em regiões com disponibilidade de energia. Sabe-se que para a produção de uma tonelada de níquel contido no ferro-níquel são necessários cerca de 60 mil kwh e uma potência instalada de aproximadamente 6,8 kw por tonelada/ano de níquel.

4.2.3 – Uma atitude crítica deve ser assumida pelos órgãos governamentais encarregado da aprovação de projetos de novas instalações para que não seja corrido o risco de se ter usinas de produção com custos altos e não competitivas nos mercados nacional e internacional, principalmente neste último, onde os preços de produção são ditados por umas poucas empresas.

4.2.4 – Uma vez que o níquel eletrolítico pode perfeitamente substituir o ferro-níquel em todos os seus usos e tendo ainda uma gama adicional de utilizações, a instalação de produtoras de níquel eletrolítico deve ser preferencialmente estimulada desde que as condições tecnológicas de aproveitamento do minério e os fatores econômicos assim o indiquem.

4.2.5 – Motivar o desenvolvimento de plano de pesquisa visando a criação de tecnologia nacional para o tratamento de nossos minérios oxidados para a extração do níquel, através dos organismos existentes para tal fim (FINEP, STI, Fundação de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, etc.).

5- ANEXOS

ANEXO I - NÍQUEL - PRODUÇÃO MUNDIAL

| | (milhares de toneladas) | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1973 | | 1974 |
| | | | | | | Jul-Set. | Out-Dez | |
| MINÉRIO | | | | | | | | |
| EUROPA | | | | | | | | |
| Finlândia | 3.6 | 5.0 | 3.6 | 5.2 | 5.3 | 1.4 | 1.3 | 1.4 |
| Grécia | 5.6 | 8.6 | 10.6 | 11.3 | 13.9 | 3.5 | 3.5 | |
| ÁFRICA | | | | | | | | |
| África do Sul | 9.0 | 11.6 | 12.3 | 11.7 | 19.4 | 5.3 | 5.6 | 5.5 |
| Rodésia | 4.0 | 11.0 | 11.6 | 12.0 | 11.8 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| Marrocos | — | — | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| ÁSIA | | | | | | | | |
| Indonésia | 4.9 | 10.8 | 12.0 | 14.1 | 14.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 |
| Burma | 0.1 | 0.1 | 0.1 | — | 0.1 | — | — | — |
| Filipinas | — | 0.1 | 1.6 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| AMÉRICA | | | | | | | | |
| Canadá | 193.8 | 277.5 | 267.0 | 234.9 | 241.2 | 49.7 | 62.8 | 67.8 |
| U.S.A. | 15.5 | 14.5 | 15.5 | 15.3 | 15.4 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| Cuba | 37.0 | 40.0 | 35.0 | 32.0 | 32.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| Brasil | 1.6 | 2.9 | 2.3 | 8.4 | 3.5 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| R. Dominicana | — | — | 0.2 | 17.4 | 30.1 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| OCEANIA | | | | | | | | |
| Austrália | 11.2 | 29.8 | 31.1 | 35.5 | 40.1 | 10.2 | 9.9 | |
| N. Caledônia | 117.0 | 138.5 | 150.9 | 105.0 | 415.9 | 25.2 | 35.0 | 23.1 |
| TOTAL | 403.3 | 550.4 | 554.9 | 498.4 | 543.9 | 123.9 | 144.7 | |
| OUTROS PAÍSES | | | | | | | | |
| Rússia | 105.0 | 110.0 | 120.0 | 120.0 | 115.0 | 28.5 | 28.5 | 28.5 |
| Polônia | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Outros | 5.0 | 5.0 | 6.4 | 6.2 | 6.0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| TOTAL MUNDIAL | 515.3 | 667.4 | 683.3 | 626.1 | 666.4 | 153.4 | 175.2 | |
| METAL¹ | | | | | | | | |
| EUROPA | | | | | | | | |
| Finlândia | 3.7 | 4.0 | 3.9 | 5.5 | 5.8 | 1.0 | 1.6 | 1.5 |
| França | 9.5 | 11.0 | 9.9 | 13.1 | 10.9 | 1.7 | 2.4 | — |
| R.F. Alemanha | 0.8 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | — | — | — | — |
| Grécia | 5.6 | 8.6 | 10.7 | 11.3 | 13.9 | 3.5 | 3.5 | — |
| Noruega | 35.6 | 38.5 | 41.8 | 43.3 | 42.7 | 9.6 | 11.8 | 10.7 |
| Reino Unido | 29.7 | 36.7 | 38.7 | 31.9 | 36.8 | 10.0 | 6.4 | — |
| ÁSIA | | | | | | | | |
| Japão | 68.5 | 89.8 | 102.6 | 79.5 | 87.7 | 22.0 | 22.0 | 24.6 |
| ÁFRICA | | | | | | | | |
| Rodésia | 2.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| África do Sul | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 10.0 | 15.0 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| AMÉRICA | | | | | | | | |
| U.S.A. | 14.2 | 13.9 | 14.2 | 14.3 | 14.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 |
| Canadá | 124.0 | 189.8 | 185.3 | 134.0 | 150.2 | 34.3 | 45.0 | 50.7 |
| Cuba | 37.0 | 36.0 | 34.0 | 32.0 | 18.0 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| Brasil | 1.5 | 2.6 | 2.5 | 2.7 | 3.0 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| R. Dominicana | — | — | 0.2 | 17.4 | 30.1 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| OCEANIA | | | | | | | | |
| Austrália | — | 1.0 | 14.0 | 16.5 | 22.0 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| N. Caledônia | 23.9 | 28.0 | 28.9 | 39.1 | 35.8 | 8.8 | 9.7 | 10.6 |
| TOTAL | 364.0 | 477.5 | 486.9 | 460.8 | 495.9 | 117.6 | 128.1 | |
| OUTROS PAÍSES | | | | | | | | |
| U.R.S.S. | 109.0 | 114.0 | 124.0 | 124.0 | 129.0 | 32.0 | 32.0 | 32.0 |
| Polônia | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Outros | 5.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| TOTAL MUNDIAL | 480.0 | 598.5 | 618.9 | 592.3 | 632.4 | 151.8 | 162.1 | |

(1) Incluindo níquel refinado, níquel contido em ferro-níquel, óxido de níquel e mate.

Fonte: World Metal Statistics.

ANEXO II – NÍQUEL – CONSUMO MUNDIAL*

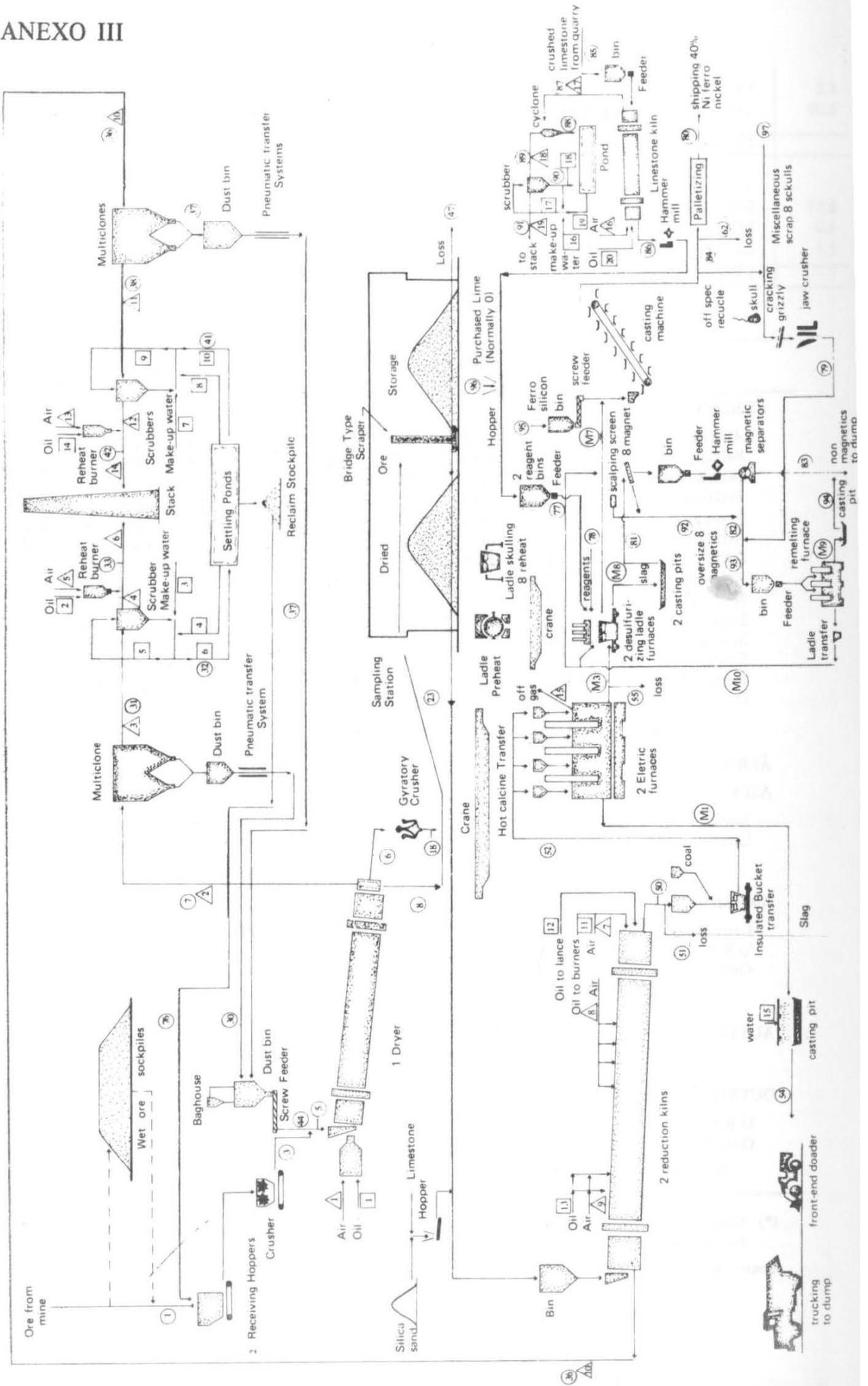
(milhares de toneladas)

| | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1973 | | 1974 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|
| | | | | | | Jul-Set | Out-Dez | Jan-Mar |
| EUROPA | | | | | | | | |
| Áustria | 5.0 | 5.6 | 3.0 | 3.1 | 5.3 | 1.4 | 1.3 | |
| Bélgica | 1.7 | 3.3 | 2.2 | 2.8 | 3.7 | 0.8 | 1.0 | 1.2 |
| Dinamarca | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | — | — | — |
| Finlândia | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| França | 31.8 | 36.1 | 32.3 | 37.8 | 29.6 | 6.1 | 9.6 | 8.4 |
| Alemanha | 36.8 | 40.9 | 34.3 | 43.0 | 54.8 | 12.0 | 13.4 | 11.4 |
| Itália | 16.2 | 19.8 | 18.0 | 21.0 | 23.2 | 5.0 | 6.0 | |
| Holanda | 0.6 | 1.0 | 0.7 | 1.0 | 1.3 | 0.4 | 0.4 | |
| Noruega | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 2.0 | 0.2 | 0.2 |
| Espanha | 2.9 | 3.1 | 3.4 | 4.3 | 5.3 | 1.7 | 1.3 | |
| Suécia | 16.1 | 23.1 | 19.0 | 21.4 | 26.8 | 5.1 | 6.9 | |
| Suíça | 2.1 | 2.0 | 1.8 | 1.5 | 1.0 | 0.3 | 0.2 | |
| Reino Unido | 24.0 | 34.7 | 29.3 | 30.0 | 31.5 | 6.7 | 6.6 | |
| Outros | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 0.3 | 0.3 | |
| TOTAL | 140.2 | 172.3 | 146.4 | 168.3 | 185.2 | 40.1 | 47.3 | |
| ÁFRICA | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 1.0 | 1.0 | 1.2 |
| ÁSIA | | | | | | | | |
| Japão | 75.4 | 97.8 | 89.5 | 85.7 | 111.2 | 27.8 | 27.8 | 32.6 |
| Outros | 2.2 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 4.5 | 0.8 | 0.8 | 1.0 |
| TOTAL | 77.6 | 100.8 | 92.5 | 88.7 | 115.7 | 28.6 | 28.6 | 33.6 |
| AMÉRICA | | | | | | | | |
| Canadá | 11.0 | 10.7 | 7.9 | 11.5 | 13.0 | 3.2 | 3.3 | 3.3 |
| U.S.A. | 128.6 | 141.3 | 116.0 | 145.6 | 179.4 | 42.2 | 49.1 | 51.1 |
| Outros | 2.7 | 3.2 | 5.0 | 5.0 | 6.0 | 1.2 | 1.2 | 1.5 |
| TOTAL | 142.3 | 155.2 | 128.9 | 162.1 | 198.4 | 45.4 | 52.3 | |
| AUSTRÁLIA | 2.8 | 4.3 | 4.0 | 4.0 | 4.2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| TOTAL | 366.9 | 436.6 | 375.8 | 427.1 | 508.5 | 116.1 | 130.2 | |
| OUTROS PAÍSES | | | | | | | | |
| U.R.S.S. | | | | | | | | |
| Outros | 125.0 | 130.0 | 140.0 | 150.0 | 145.2 | 37.5 | 37.5 | 36.0 |
| TOT.MUNDIAL | 491.9 | 566.6 | 515.8 | 577.1 | 653.7 | 153.6 | 167.7 | |

(*) Níquel refinado, níquel contido no ferro-níquel, óxido de níquel e mate. Excluído o níquel usado sob forma de sucata

Fonte: WORLD METAL STATISTICS.

ANEXO III



ANEXO IV

CNB – Cia. de Nickel do Brasil

POTÊNCIA INSTALADA E CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR FORNO

| Número de Fornos | Potência KVA | Disponibilidade MWh/ano | Tipo de Ferro Liga | Capacidade de Produção (t/ano) |
|------------------|--------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1 | 1.720 | 6.400 | Fe Ni AC | 340 |
| 1 | 1.720 | 6.400 | | 340 |

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR TIPO DE FERRO-LIGA

| Tipo de Ferro Liga | Destino da Produção | Disponibilidade MWh/ano | Capacidade de Produção (t/ano) |
|--------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Fe Ni AC | Mercado | 6.400 | 340 |
| Total | | 6.400 | 340 |

ANEXO V

L – MONIQUEL – MORRO DO NÍQUEL S. A. MINERAÇÃO IND E COMÉRCIO

LOCALIZAÇÃO: Sede – pça. da República, 497 – São Paulo – SP

Fábrica – Fazenda Morro do Níquel, s/nº – Tel.: 8 – Pratápolis – MG

INSTALAÇÃO: Fundada em 10/01/60

Início de produção de Fe Ligas em /10/62

PESSOAL OCUPADO: 428

CAPITAL SOCIAL (10³ Cr\$)

| | | | |
|----------|--------|----------|--------|
| 22/12/67 | 5.300 | 13/05/70 | 14.530 |
| 12/06/68 | 6.500 | 14/05/71 | 18.000 |
| 02/06/69 | 10.020 | 16/05/73 | 27.000 |

FORMAÇÃO DO CAPITAL

| | |
|------------------------------------|--------|
| Mineração Sertaneja S. A. | 21,82% |
| Excibra – Exa. Com. Ind. Bras. S/A | 13,88% |
| Outros | 64,30% |

DIRETORIA ATUAL

| | |
|--------------------------|----------------------|
| Luis Simões Lopes | Dir. Presidente |
| Lucas Lopes | Dir. Vice-presidente |
| Vicente de Paula Galliez | Dir. Vice-presidente |
| Ralf Weimberg Nathan | Dir. Geral |
| Roland Marc Giraud | Dir. Geral. |
| Luiz Blanquier | Dir. Secretário |
| Bernard Marcel Dubu | Dir. Geral Suplente |
| Arthur Wolff | Dir. Geral Suplente |

ANEXO VI

MONIQUEL – Morro do Níquel Mineração Indústria e Comércio

CAPACIDADE INSTALADA E CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR FORNO

| Número de Fornos | Potência k V A | Disponibilidade M W h/ ano | Tipo de | | | Capacidade de Produção (t/ ano) |
|------------------|----------------|----------------------------|---------|----|------|---------------------------------|
| | | | Ferro | Ni | Liga | |
| 1 | 13.500 | 92.200 | Fe | Ni | AC | 7.200 |
| 1 | 4.900 | 37.200 | Fe | Ni | AC | 3.090 |
| 2 | 18.400 | 129.400 | Fe | Ni | AC | 10.200 |

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO POR TIPO DE FERRO LIGA

| Tipo de Ferro Liga | Destino de Produção | Disponibilidade M W h / ano | Capacidade de Produção (t/ano) |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Fe Ni AC | Mercado | 36.400 | 3.000 |
| Fe Ni AC | Cativo | 93.000 | 7.290 |
| T o t a l | | 129.400 | 10.290 |

ANEXO VII

F – CNB – CIA DE NÍQUEL DO BRASIL

LOCALIZAÇÃO: Sede – Av. Princesa Isabel, nº 323 – tel. 236-2210 – Rio de Janeiro – GB
Fábrica – Liberdade – MG

INSTALAÇÃO: Fundada em 02/06/32
Início de produção de ferro-liga em -05/03/35

PESSOAL OCUPADO: 70

CAPITAL SOCIAL (10³ Cr\$)

| | | | |
|------|-------|------|--------|
| 1970 | 9.482 | 1972 | 9.482 |
| 1971 | 9.482 | 1973 | 18.014 |

FORMAÇÃO DO CAPITAL

| | |
|--------------------------------|--------|
| Sigla Holding S.A. | 59,60% |
| Cláudio Lins de Barros | 13,65% |
| Ricardo Alberto Lins de Barros | 4,47% |
| Outros | 22,28% |

DIRETORIA ATUAL

| | |
|------------------------|-----------------|
| Josef Otto Schumacher | Dir. Presidente |
| Claudio Lins de Barros | Diretor |
| John R. Martin | Diretor |
| John Hunicut | Diretor |

LINHA DE PRODUÇÃO EM 9173

Ferro Liga -- Fe Ni AC

