

---

# NÍQUEL- Novos Parâmetros de Desenvolvimento

## ÁREA DE OPERAÇÕES INDUSTRIAIS 2 - AO2

DIRETOR

José Mauro Mettrau Carneiro da Cunha

SUPERINTENDENTE

Jorge Kalache Filho

Elaboração:

GERÊNCIA SETORIAL DE MINERAÇÃO E METALURGIA

**Maria Lúcia Amarante de Andrade – Gerente Setorial**

Luiz Maurício da Silva Cunha - Economista

Guilherme Tavares Gandra – Engenheiro

Caio Cesar Ribeiro - Estagiário

Editoração:

AO2/GESIS

Apoio Bibliográfico:

Marlene Cardoso da Matta

Maio de 2000

É permitida a reprodução parcial ou total deste artigo desde que citada a fonte.  
Esta publicação encontra-se disponível na Internet no seguinte endereço: <http://www.bndes.gov.br>

---

## ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO .....	1
2 – APRESENTAÇÃO E USO DO MATERIAL .....	1
3 – RESERVAS E PRODUÇÃO MINERAL .....	2
3.1- Reservas Minerais .....	2
3.2- Produção Mineral .....	4
4 – PROCESSOS DE PRODUÇÃO .....	5
4.1 – Introdução .....	5
4.2 – Descrição dos Processos .....	7
4.3 – Novos Projetos .....	12
4.4 – Considerações sobre Custo de Capital e Operacional .....	13
5 – CENÁRIO INTERNACIONAL .....	15
5.1 – Produção Mundial de Níquel Refinado .....	16
5.2 – Consumo Mundial .....	18
5.3 – Preços .....	20
6 – CENÁRIO BRASILEIRO .....	22
6.1 – Reservas Minerais de Níquel .....	22
6.2 – Produção Nacional .....	23
6.3 – Consumo Nacional .....	24
6.4 – Mercado Brasileiro .....	25
7 – TENDÊNCIAS .....	28

---

## 1 - Introdução

O metal níquel é obtido através da exploração dos minérios sulfetados e lateríticos, ambos com reservas e depósitos conhecidos, suficientes a nível mundial, para a exploração por mais de 100 anos. Este metal possui larga utilização na produção de aços inoxidáveis, juntamente com o cromo e o molibdênio, e na produção de ligas especiais, dentre outras aplicações.

O presente Relato Setorial pretende fornecer uma ampla visão do mercado de níquel incorporando as conclusões contidas nas apresentações realizadas no 2<sup>nd</sup> *Nickel & It's Markets Seminar*, realizado em setembro de 1999, Bruxelas, Bélgica. Procurou-se identificar suas características de produção à luz das novas rotas tecnológicas em desenvolvimento com a maior utilização de minério laterítico e que poderão, no futuro, alterar substancialmente os parâmetros de custo operacional vigentes, tornando o metal mais competitivo a nível mundial.

Inicialmente analisa-se os principais usos do níquel, reservas e depósitos, produção mineral, processos de produção, custos operacionais, bem como os potenciais projetos, no cenário mundial. Neste contexto, são apresentados também a evolução da produção e do consumo de níquel refinado e o comportamento dos preços.

No cenário brasileiro apresenta-se o nível de reservas, da produção com a identificação dos participantes nacionais, do mercado existente, incluindo o movimento de consumo, importação e exportação de níquel e finalmente, projetos em desenvolvimento.

Uma abordagem sobre o mercado de aço inoxidável e suas perspectivas foi também realizada, visando projetar-se a tendência e a demanda futura de níquel.

## 2 - Apresentação e Uso do Material

O níquel tem seu ponto de fusão em aproximadamente 1453°C, possuindo uma grande resistência a corrosão e oxidação.

Deste modo o níquel é utilizado, tanto puro como em ligas, em aproximadamente 300 mil produtos para consumo, indústria, material militar, moedas, transporte/aeronaves e em aplicações voltadas para a construção civil.

Nos países industrializados o níquel tem aproximadamente 70% de utilização na siderurgia, sendo os restantes, 30%, divididos em ligas não-ferrosas, galvanoplastia etc. Tal utilização se dá seguindo, também, a uma categorização assim expressa :

*Classe I:* Derivados com grande pureza, com no mínimo 99% de níquel contido (níquel eletrolítico 99,9% e "carbonyl pellets" 99,7%) tendo assim larga utilização em qualquer aplicação metalúrgica.

*Classe II:* Derivados com conteúdo entre 20% e 96% de níquel (ferro-níquel, matte, óxidos e sinter de níquel) com grande utilização na fabricação de aço inoxidável e ligas de aço.

Além da utilização em forma primária, pode-se mencionar a forma reciclada, largamente utilizada na siderurgia, dando origem ao níquel secundário ou sucata de níquel. Estima-se que grandes quantidades de sucata são coletadas e recicladas ao ano, tendo o níquel secundário atingido 288 mil t em 1998, correspondente a quase 28% da oferta anual de níquel.

### 3 – Reservas e Produção Mineral

#### 3.1- Reservas Minerais

No mundo, já foram identificadas reservas de minério de níquel em aproximadamente 20 países espalhados por todos os continentes, resultando em um teor global médio acima de 1%. As reservas de maior teor de níquel, a nível mundial, são estimadas em mais de 47 milhões de t, suficientes por 45 anos, considerando a demanda atual de níquel da ordem de 980 mil t/ano. Se forem considerados todos os depósitos com reservas medidas e indicadas, este montante atinge cerca de 130,6 milhões de t.

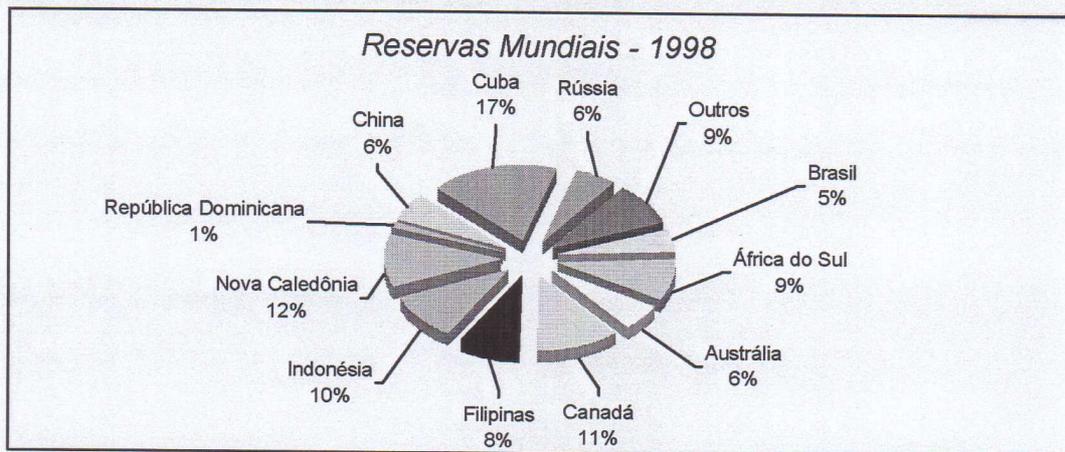
Cuba detém o 1º lugar no que se refere às reservas mundiais de níquel, com 17,6% do total, seguida por Nova Caledônia com 12%, Canadá com 11% e Indonésia com 10%. O Brasil, com 4,5%, encontra-se em 10º lugar no contexto mundial. Estima-se que, segundo os teores médios praticados, a demanda atual e as atuais reservas medidas e indicadas de níquel contido, dispõe-se de mais de 100 anos para exploração.

**Reservas Mundiais de Níquel**

Países	Reservas (milhões t)	
	1998	1993
Cuba	23,0	23,0
Canadá	15,0	14,0
Nova Caledônia	15,0	15,0
Indonésia	13,0	13,0
África do Sul	11,8	2,6
Filipinas	11,0	11,0
China	7,9	6,9
Austrália	7,3	6,8
Rússia	7,3	7,4
Brasil	6,0	6,1
República Dominicana	1,3	2,0
Outros Países	12,0	8,3
<b>Total</b>	<b>130,6*</b>	<b>116,1</b>

Fonte: Mineral Commodity Summaries – 1999

Nota: Inclui reservas medidas e indicadas, em níquel contido



Fonte: Mineral Commodity Summaries - 1999 / Inclui reservas medidas e indicadas, em níquel contido

O minério de níquel pode ser classificado em dois tipos principais, segundo sua composição: o sulfetado e o laterítico (também conhecido como oxidado). Os minérios sulfetados possuem em sua composição, além do níquel, sulfetos de cobre, cobalto e ferro, assim como alguns metais valiosos (platina, prata e ouro) e enxôfre, utilizado para a produção de ácido sulfúrico. Originados em camadas subterrâneas abaixo da região saprolítica, os depósitos de minério sulfetado correspondem atualmente a cerca de 20% das reservas de níquel do ocidente, sendo principalmente encontrados na Austrália e CIS, seguidos por Canadá, China, África do Sul e Zimbábue. Cerca de 55% da produção total de níquel é oriunda dos minérios sulfetados. Recentemente foi descoberto um importante novo depósito de minério sulfetado em Voisey Bay, no estado de Labrador, Canadá.

Quanto ao minério laterítico, sua ocorrência se dá numa região mais superficial, mais especificamente a saprolítica. Seus depósitos, situados principalmente no Brasil, Cuba, Austrália, Indonésia, Nova Caledônia e Filipinas, possuem teores médios de níquel em torno de 1,95% e teores de óxido de ferro acima de 24%, além da presença de cobalto e magnésio.

A região do pacífico asiático dispõe de extensos depósitos de minério laterítico, com teores de médio a alto. Nesta região, aproximadamente 70% da produção de níquel refinado é oriunda de minérios lateríticos, sendo os 30% restantes originados de minérios sulfetados. Com base nas expansões previstas e nos projetos em desenvolvimento nesta região, estima-se o crescimento da produção a partir de minério laterítico, passando de 210 mil t para 296 mil t no período 1998/2000.

Vários especialistas têm apontado a necessidade de desenvolver as possibilidades de exploração das reservas de minério laterítico, visando o atendimento à demanda futura e a redução dos custos de produção do metal.

### 3.2- Produção Mineral

A Rússia detém o primeiro lugar como produtor de minério de níquel concentrado com representativos 24,4%, através das empresas Norilsk Nickel com 86% da produção do país e Ural Nickel respondendo pelo restante. Em segundo lugar vem o Canadá com 20,7% seguido pela Austrália com 13,4%, posição esta que poderá ser mudada com o novo processo PAL ( Pressure Acid Leach ) de tratamento do minério laterítico e que vem sendo desenvolvido principalmente na Austrália. O Brasil ocupa a 10ª colocação como produtor mundial de concentrado de níquel.

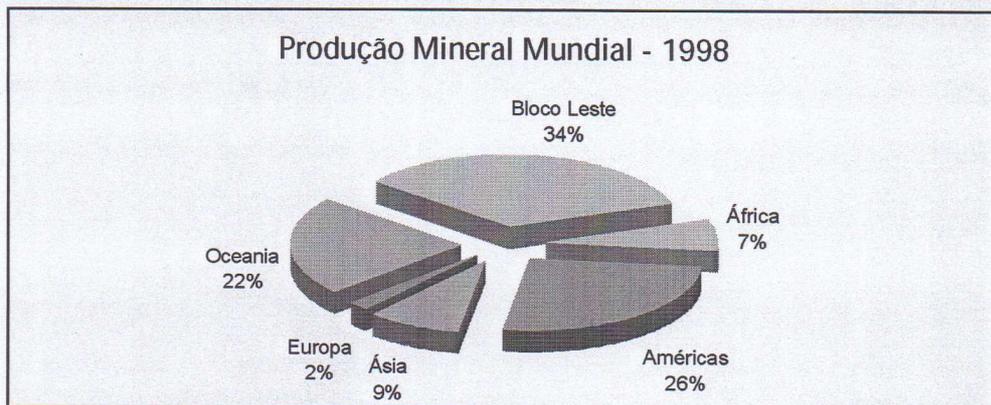
No período 1987/92 a produção do minério de níquel no mundo foi crescente, atingindo ao redor de 930 mil t de níquel contido, em 1992. No período 1993/96 a produção reduziu-se ou manteve-se ao redor deste patamar. Entretanto, a partir de 1997, começou a ser sinalizado aumento gradual atingindo 1.099 mil t em 1998. No período 1996/98 cabe destacar incrementos na produção europeia da ordem de 36%; Cuba e Rússia com crescimentos de 26% e 17%, respectivamente; Austrália com 20% e Ásia com incremento de 22%. Houve crescimento da produção de concentrado de níquel no Brasil, face à expansão da lavra da Cia. Níquel Tocantins obtendo-se um acréscimo de 33% ,no mesmo período, em termos de níquel contido.

Novos projetos estão sendo implantados, principalmente na Austrália, e que devem gerar novos incrementos na produção para os próximos anos.

Mil t.

Países	Produção Mineral de Níquel*							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Cuba	33,3	32,2	29,6	31,1	41,2	53,6	61,5	67,7
Canadá	192,3	186,4	188,1	149,9	181,8	192,6	190,5	208,2
Nova Caledônia	99,8	99,6	97,1	97,3	119,9	124,8	114,4	105,4
Indonésia	66,1	78,1	65,8	81,2	86,6	87,9	75,3	74,5
África do Sul	29,0	28,4	28,9	30,1	29,8	33,6	33,7	38,5
Filipinas	13,7	14,0	7,7	14,6	17,2	14,7	17,4	23,7
China	30,4	32,8	30,7	36,9	41,8	43,8	46,6	40,7
Austrália	69,0	57,0	64,7	79,0	98,5	113,1	123,7	136,3
Rússia	200,0	275,0	209,0	212,0	224,0	230,0	260,0	270,0
Brasil	13,8	14,7	15,2	16,5	15,7	16,4	18,2	21,1
Rep. Dominicana	29,1	27,5	23,9	30,5	30,7	29,8	32,5	25,0
Outros Países	<b>96</b>	<b>90,5</b>	<b>85,3</b>	<b>87,7</b>	<b>86,3</b>	<b>91,7</b>	<b>91,3</b>	<b>88,5</b>
<b>Total</b>	<b>872,5</b>	<b>936,2</b>	<b>846,0</b>	<b>866,8</b>	<b>973,5</b>	<b>1.032,0</b>	<b>1.065,1</b>	<b>1.099,6</b>

Fonte: World Metal Statistics - 1999 \* em níquel contido.



## 4 – Processos de Produção

### 4.1 – Introdução

A escolha da rota tecnológica e do produto final a ser produzido por uma unidade industrial de níquel depende diretamente das características do minério a ser alimentado na planta.

Segundo estatísticas fornecidas em 1995, o minério sulfetado era o mais utilizado para a produção de níquel, numa relação de 65% do sulfetado contra 35% do minério laterítico. A crescente preocupação com a oferta de minério e a redução dos custos de extração têm motivado, entretanto, uma tendência de maior utilização do minério de níquel de origem laterítica.

O minério sulfetado apresenta uma vantagem em termos de custo energético, pois este representa 15% do custo total da produção, enquanto no laterítico esta participação atinge 45%, segundo informações fornecidas em relatório do Banco Mundial, em 1995. Entretanto, dois pontos reforçam a utilização do minério laterítico:

- As reservas de níquel sulfetado têm elevado custo de extração, dado sua localização profunda;
- Rendimento superior dos minério lateríticos. Numa amostragem, referente a 28% da produção mundial de níquel primário, realizada pela Preston Resources Ltda. e apresentada no 2<sup>nd</sup> Nickel & It's Markets Seminar, em setembro de 1999 em Bruxelas, Bélgica, foi concluído pela empresa que os teores de níquel do minério de origem laterítica são superiores aos dos sulfetados, os quais apresentam, portanto, rendimento inferior, como pode ser observado no quadro a seguir.

	Minério (Mil t)	% Teor	Níquel (Mil t)	%
<b>Níquel Sulfetado</b>	10.594	0.58	62	31
<b>Níquel Laterítico</b>	10.382	1.34	140	69
<b>Total</b>	20.976	0.96	202	100

Fonte: Preston Resources Ltda.

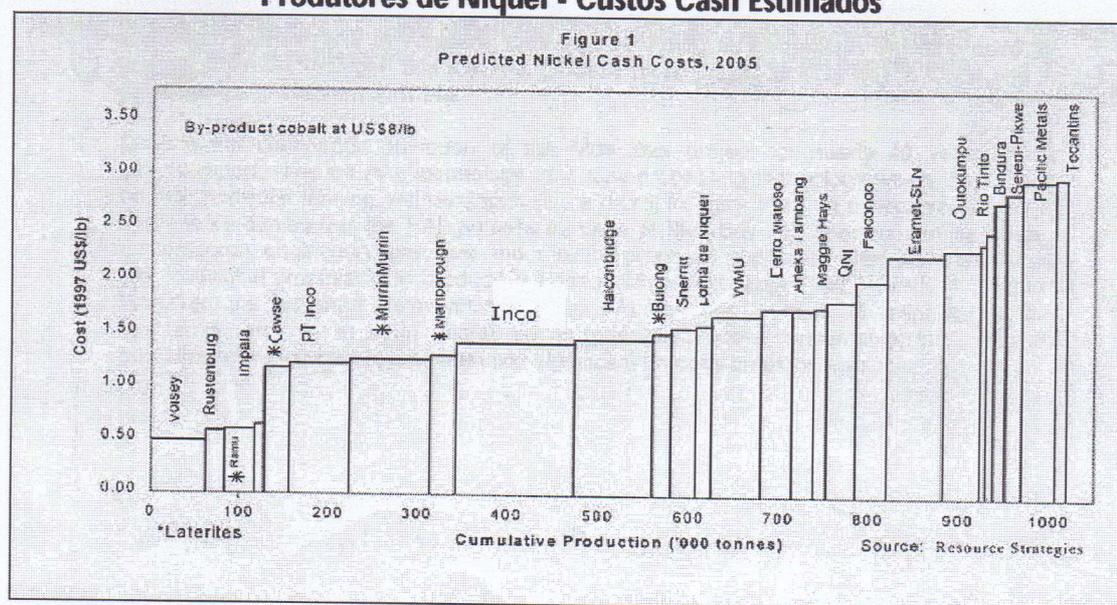
Atualmente, os minérios lateríticos são mais utilizados para a produção de ferro-níquel e níquel eletrolítico, sendo os sulfetados direcionados principalmente ao processamento de níquel eletrolítico. Cerca de 45% da produção mundial de níquel contido é proveniente de minérios lateríticos.

Na metade desta década, os elevados preços do níquel e do cobalto levaram a indústria do níquel a buscar alternativas de processos que pudessem reduzir os custos operacionais, para manter a rentabilidade do negócio em níveis de preços mais baixos para o níquel e o cobalto. A queda brusca no preço do metal durante 97/98 não reduziu o interesse no desenvolvimento de novos projetos de níquel.

O desenvolvimento do PAL( Pressure Acid Leach) , da tecnologia de extração do níquel por solvente (SX), aliado ao declínio do preço do enxofre -agente neutralizador-, propiciou a alguns produtores a oportunidade de reconsiderar o maior desenvolvimento da exploração do minério laterítico, possibilitando inclusive o aproveitamento de minérios lateríticos com outras características, os quais não eram utilizados para a produção através dos processos tradicionais.

Recentemente, decidiu-se pela exploração de três depósitos lateríticos no oeste da Austrália e outros na região do pacífico asiático, com desdobramentos na África, Cuba e América Central. A atração por estes novos projetos com minérios oxidados que utilizam o processo hidrometalúrgico PAL, recuperando o níquel com maior pureza, além do cobalto, tem o grande predicado de custos operacionais menores se comparados aos custos correntes , praticados por inúmeros produtores como visto no quadro a seguir.

### Produtores de Níquel - Custos Cash Estimados



Fonte: Resource Strategies

---

Pode-se observar que os projetos assinalados com um asterístico representam aqueles com tecnologia PAL, com custos cash operacional projetados para 2005 no intervalo compreendido entre US\$ 0,40 a US\$ 1,50 por libra de níquel. Observa-se também que neste intervalo existem custos reais e projetados de exploração de níquel de origem sulfetada, porém em menor quantidade do que aqueles com custos reais e projetados superiores situados entre US\$ 1,50 e US\$ 3,00 por libra e que representam mais da metade da produção de níquel apontada da ordem de 1.100 mil t.

Os custos da empresas brasileiras Codemin, produtora de ferro-níquel e da Cia. Níquel Tocantins-CNT, produtora de níquel eletrolítico, situam-se ao redor de US\$ 2,40 e US\$ 3,00 por libra de níquel, estando dentro da linha de alto custo cash operacional. No caso da Cia. Níquel Tocantins, a última expansão desenvolvida em 1997 contempla o aproveitamento da produção de cobalto em parte de sua produção, o que deverá contribuir para a redução do seu custo cash operacional, tornando-a mais competitiva.

#### ***4.2 - Descrição dos Processos***

Historicamente, as inovações do processo de produção do níquel são fruto principalmente do aproveitamento da tecnologia inicialmente empregada no beneficiamento do urânio, e que mais tarde foi também aplicada à indústria do cobre. Um bom exemplo disso é o processo de extração por solvente (SX).

Utilizando-se das tecnologias pirometalúrgica e hidrometalúrgica, existem hoje quatro processos que são avaliados e utilizados pela indústria do níquel. As atuais tecnologias de processo diferenciam-se basicamente pela etapa inicial. Após a obtenção do sulfeto, todas elas são bastante semelhantes. Como pode ser observado a seguir:

### Descrição dos Processos de Produção do Níquel

<b>PIROMETALÚRGICO</b>	<b>PAL</b>	<b>LIXIVIAÇÃO AMONÍACAL</b>	<b>FERRONÍQUEL SMELTING</b>
Concentração, para elevação do teor do minério a ser alimentado na planta	Descarte de material de baixo teor		
		Britagem, Moagem e desumidificação do minério	Britagem, Calcinação em fornos rotativos
Produção de calor por <b>Oxidação do Enxofre</b> (fornos)	<b>Lixiviação</b> com ácido sulfúrico sob alta pressão e temperatura, para obtenção dos sulfatos	<b>Redução</b> em fornos verticais	Fusão em fornos elétricos
Formação de um <b>Matte</b> (Sulfetos)	<b>Precipitação</b> seletiva dos sulfetos	Resfriamento para solubilização dos metais por amônia obtendo-se aminas solúveis	Formação de <b>Matte</b> utilizando-se de enxofre
<b>Ataque com ácido</b> para obtenção dos sulfatos solúveis	<b>Ataque com ácido</b> para obtenção dos sulfatos solúveis	<b>Precipitação e Filtragem</b> dos carbonatos de níquel e cobalto	ou <b>Refino</b> para a eliminação de impurezas e obtenção do ferroníquel
Extração por solvente ( <b>SX</b> ) do cobalto e níquel			
<b>Eletrólise</b> para obtenção dos catodos de níquel e cobalto			
<b>Metais valiosos</b> precipitados para tratamento separado	ou <b>Redução com hidrogênio</b> , para obtenção de pó que é briquetado		
<b>Escória</b> tratada em separado em um forno elétrico para disposição dos sulfetos			
Catodo Ni ou Matte	Catodo ou Briquette Ni	Catodo Ni	Ferroníquel ou Matte

Fonte: Codemin, BNDES

O processo mais utilizado para o beneficiamento de minérios sulfetados consiste em duas principais etapas. Na primeira, o minério é submetido a uma concentração (via flotação, no caso de Serra de Fortaleza) que eleva o teor do minério alimentado na planta em até 10 vezes. Em seguida, ocorre a oxidação do enxofre em fornos *flash* ou fornos retangulares, proporcionando a obtenção do matte (composto metálico de sulfetos em geral). A escória resultante segue para tratamento separado em forno elétrico para deposição de sulfetos. O matte produzido pode ser então comercializado ou seguir para o refino (segunda etapa do processo). O refino consiste no ataque com ácido sulfúrico para obtenção dos sulfatos solúveis, seguido da extração por solventes (SX) e finalmente a eletrólise, para obtenção dos catodos de níquel e cobalto. Os metais valiosos são precipitados para tratamento em separado.

No caso do processamento dos minérios lateríticos, muitas opções apresentam-se disponíveis para aplicação. Entretanto, a seleção do melhor processo a ser implantando em determinada planta depende inicialmente do minério disponível. De um modo geral, pode-se estabelecer alguns critérios, como observa-se no quadro a seguir.

### Seleção de Processo para Produção de Níquel

ITENS	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
<b>COMPOSIÇÃO</b>					
Fe (%):	>38	17 – 38	10 – 17	<10	<10
Mg (%):	1	5	12	16	18
Ni (%):	1,2	1,5	1,7	1,6	1,7
Co (%):	>0,1	0,07 – 0,1	0,03 – 0,1	<0,03	<0,03
<b>PROCESSO</b>	PAL	PAL / lixiviação amoniaca	Ferro-níquel / lixiviação amoniaca	Ferro-níquel	Ferro-níquel
<b>PESQUISA BÁSICA DE PROCESSO</b>	Consumo de ácido, reologia da polpa, separação sólido – líquido, eliminação das impurezas	Para PAL, idem CLASSE 1. Para lixiviação amoniaca, pré-redução do níquel e cobalto, reologia da polpa, separação sólido – líquido, eliminação das impurezas	Para ferro-níquel, comportamento do material em movimento nas várias etapas do processo, química da escória. Para lixiviação amoniaca, conforme classe 2	Conforme CLASSE 3 para ferro-níquel.	Conforme classe 4.
<b>MEIO – AMBIENTE</b>	Forte impacto ambiental. Solução deve ser neutralizada. Descarte de efluente é proibido. Em regiões secas usa-se tanques de evaporação. Em regiões tropicais, deposição em mar profundo (considerada somente nos estudos de novos projetos)	Idem CLASSE 1 para lixiviação ácida. Para lixiviação amoniaca, forte impacto ambiental. Necessário tratamento do efluente	Para ferro-níquel, o impacto é mínimo; obtém-se um resíduo sólido inerte que pode ser usado para fabricação de fertilizantes. Para a lixiviação amoniaca, idêntico à CLASSE 2.	Idem considerações para ferro-níquel em CLASSE 3	Idem classe 4
<b>OBSERVAÇÕES</b>	Crítico em relação a materiais (autoclave revestida de titânio, tanques de expansão, bombas, etc). Meio altamente corrosivo e abrasivo.	Idem para PAL. Para lixiviação amoniaca, fortemente dependente do grau de metalização do Ni e Co que por sua vez depende do minério e da tecnologia utilizada. Recuperação de Co baixa e de Ni, muito aquém dos outros processos.	Para ferro-níquel, amplo domínio do processo-engenharia-materiais. Grande potencial no campo da conservação de energia. Para lixiviação amoniaca, idem CLASSE 2	Para ferro-níquel, idem CLASSE 3.	Idem CLASSE 4.

Fonte: Codemin

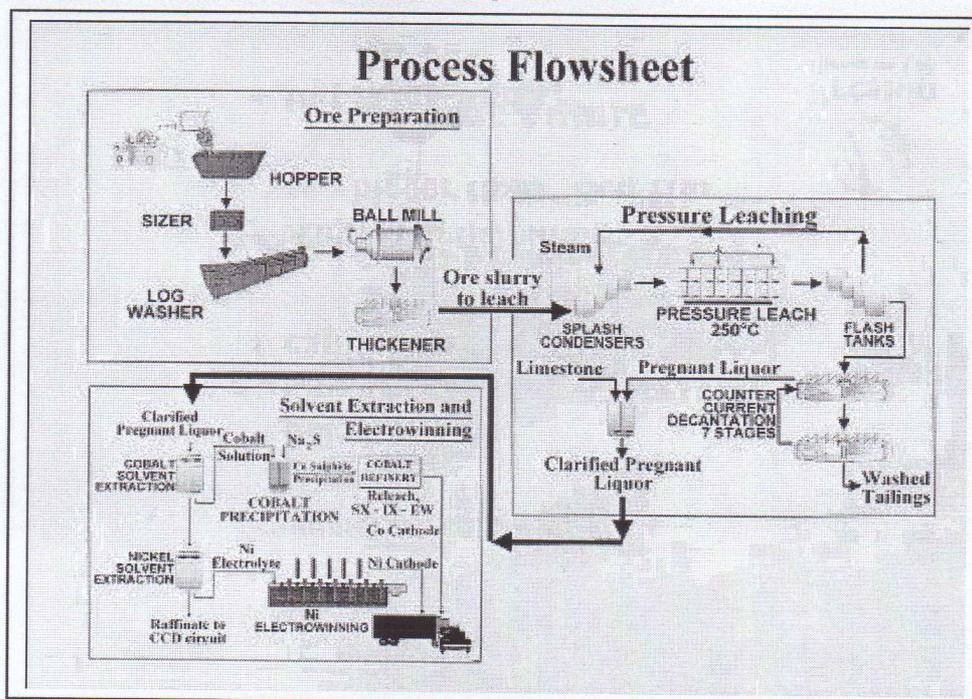
O processo pirometalúrgico ( FerroNickel Smelting), que é utilizado pela Codemin e destina-se à produção do ferro-níquel, utiliza-se de minérios da classe 3, 4 ou 5, que após britados, sofrem fusão em fornos elétricos e em seguida passam por um processo de refino e eliminação das impurezas como o enxôfre e o fósforo.

Entretanto, o enxôfre pode ser aproveitado para a produção do matte que será tratado de forma semelhante ao utilizado para minérios sulfetados.

O processo hidrometalúrgico (Caron/Lixiviação Amoniacal), usado tradicionalmente pela CNT é destinado à produção de níquel eletrolítico. Este processo utiliza-se de minérios da classe 2 ou 3, os quais são britados, moidos, secos e reduzidos em fornos verticais, após isso, são formados os carbonatos que passam por filtragens e pela eletrólise para a obtenção dos catodos.

O processo PAL inicia-se com a preparação do minério que é levado a um funil de carga, passando em seguida por um lavador e finalmente conduzido para a britagem. Após esta fase, o minério britado e molhado é levado para a seção de lixiviação, onde é condensado e lixiviado a uma temperatura de 250° C, para em seguida passar por sete estágios de decantação onde se obtém o licor clarificado, sendo o refugo levado para locais adequados como depósito. Em seqüência, o licor clarificado entra em contato com solventes para a recuperação do cobalto. Uma vez feito isso, o licor recebe uma nova dose de novos solventes para, finalmente, recuperar o níquel. Este níquel recuperado passa por um novo processo de eletrólise que gera os produtos finais níquel eletrolítico e o catodo de níquel. O cobalto recuperado sofre um novo processo através de solventes a base de sódio e enxofre, gerando o cobalto refinado. Na seqüência, utilizando o processo SX-IX-EW se obtém finalmente o catodo de cobalto.

### Fluxograma do processo PAL



Fonte: Preston Resources Ltd.; Projeto Bulong

Entre outros projetos, o processo Caron está sendo utilizado no projeto Yabulu em Queensland, Austrália; o processo *Ferronikel Smelting*, utilizado no minério importado pelo Japão; e o processo PAL, utilizado a longo tempo no projeto Moa Bay, em Cuba e, no presente, em maior desenvolvimento no leste da Austrália.

Apesar da continuidade de operação tecnologicamente defasada de Moa Bay pelos últimos 40 anos, muitos analistas vêem a nova tecnologia PAL com grande expectativa, pois a mesma poderá revolucionar a indústria do níquel. O processo PAL utilizado em Moa Bay é ultrapassado e vem sendo modernizado com a utilização de novos materiais e novas práticas de engenharia de forma a adequá-lo às características do produto LME classe 1, níquel de alta pureza. Entretanto, esta aparente reinvenção do PAL se dá mais em resposta a substancial redução do preço do enxofre no mundo, o que vem proporcionando uma redução no regime de custo operacional, tornando-o atrativo à produção de muitas empresas.

Comparando-se as características destes três processos, em evidência, para o tratamento do minério laterítico, temos:

#### **Características dos Processos de Tratamento do Minério de Níquel Laterítico**

Processo	Características
<b>Caron Process (esquenta/lixiviação amônia)</b>	1 – Energia intensiva.
	2 – Baixo custo dos reagentes.
	3- 75-80% de recuperação de níquel e 40-50% de recuperação de cobalto.
	4- Custo-capital de US\$ 8-12/anual por libra de níquel.
<b>Ferronickel Smelting</b>	1 – Energia intensiva, requer força hidroelétrica para viabilidade.
	2 – Aplicabilidade para poucos minérios de ferro ou somente minérios "sapolite".
	3 – 75-85% de recuperação de níquel e nenhuma recuperação de cobalto.
	4 – Custo-capital de US\$ 8-12/anual por libra de níquel.
<b>Pressure Acid Leach (PAL)</b>	1 – Baixo custo dos reagentes, fornecendo minérios com baixa concentração de magnésio e alumínio.
	2 – Largo uso de reagentes.
	3 – Mais baixa quantidade de energia, significante produção de energia de ácidos na indústria.
	4 – Mais de 90% de recuperação de níquel e 85-90% de recuperação de cobalto.
	5 – Relativa insensibilidade a tipos de minérios.
	6 – Linha de produtos flexível.
	7 – Custo-capital de US\$ 8-11/anual por libra de níquel.

Fonte: *Metal Bulletin – 2<sup>nd</sup> Nickel & Its Markets Seminar.*

---

A despeito da suposta vantagem operacional e de custo de capital, a tecnologia PAL não está livre de potenciais problemas. O processo de lixiviação que vem sendo utilizado em Moa Bay, mas com modernizações na engenharia e a inclusão de *down stream*, visando a obtenção de metal com grau LME adequado, além das questões relacionadas sobre custos de capital e operacional precisam ter melhores respostas diante das novas experiências. Os três projetos, em curso de autorização ou de execução, deverão fornecer os indicadores que serão necessários como base de informações valiosas para o planejamento das próximas gerações de projetos. As lições aprendidas no andamento destes projetos deverão ser incorporadas nos futuros projetos, resultando em custos de capital e operacional próximos daqueles originalmente projetados.

A flexibilidade, baixo custo de capital, alta recuperação de metais e um baixo regime de custo operacional, além da geração de energia traduzem-se na logística que poderá indicar que o processo tecnológico PAL possa ser o escolhido no desenvolvimento de depósitos lateríticos, no médio e longo prazos.

Muitos analistas acreditam que, com base na tecnologia PAL, os custos de operação poderão sofrer uma redução entre 15/25% em relação aos atuais custos praticados no mercado pelos principais grupos produtores. Espera-se ainda investimentos (custo de capital/ano) menores.

#### **4.3 – Novos Projetos**

A região do pacífico asiático possui os depósitos lateríticos na forma mais úmida, distribuídos através da Nova Caledônia, Indonésia, Filipinas e Papua Nova Guiné. Esta região, mais o oeste australiano, onde se tem depósitos lateríticos secos, deverão concentrar os maiores investimentos na exploração de níquel nos próximos cinco anos, gerando um potencial adicional de cerca de 300 mil t/ano de nova capacidade pelo processo PAL, de acordo com os programas atuais em desenvolvimento. Os três primeiros projetos com processo PAL -Murrin Murrin, Cawse e Bulong- encontram-se em desenvolvimento, sendo que o primeiro, localizado no oeste da Austrália, iniciou sua produção em 99, pela empresa Anaconda Nickel Ltd. Este projeto de extração de níquel em Murrin Murrin, avaliado em US\$ 636 milhões, tem capacidade para produzir anualmente 44mil t de níquel e 3 mil t de cobalto. Em recente relatório de produção de dezembro passado, atingiu 600 t de níquel e 53 t de cobalto, sinalizando que o empreendimento ainda não está no ritmo ideal programado. Os dois outros projetos concorrentes, o Cawse e o Bulong, situados em reservas geológicas semelhantes de níquel, também estão sendo desenvolvidos, com boas expectativas de sucesso.

O futuro crescimento da produção de níquel, nesta região, está calcada no desenvolvimento da produção do minério laterítico, considerando os seguintes projetos:

### **Novos e Potenciais Projetos de Níquel Laterítico – PAL**

Depósitos	Mil t	Grade	
		% Ni	% Co
<b>Indonésia</b>			
Weda Bay	92.100	1,39	0,01
Gag Island	175.000	1,50	-
Soroako	105.000	1,81	-
<b>Nova Caledônia</b>			
Goro	165.000	1,57	0,16
Koniambo	50.000	2,50	-
Nakety	125.500	1,47	0,12
Bogota	17.200	1,52	-
<b>Papua Nova Guiné</b>			
Ramu	143.000	1,01	0,10
<b>Filipinas</b>			
Nonoc	82.000	1,16	0,11
<b>Austrália</b>			
Murrin Murrin	256.000	1,02	0,08
Cawse	213.000	0,64	0,04
Bulong	140.000	1,00	0,08
Mount Margaret	144.000	0,79	0,05
Malborough	210.000	1,02	0,06
Ravensthorpe	150.000	0,90	0,04
Syerston	27.400	0,96	0,13

Fonte: Highlands Pacific Ltd – Austrália

#### **4.4 – Considerações sobre Custo de Capital e Operacional**

Observações realizadas indicam que para um dado depósito de minério laterítico em desenvolvimento empregando tecnologia PAL, este apresenta pouca ou nenhuma vantagem de custo de capital sobre as tecnologias Caron ou Ferronickel. A grande distinção vantajosa, fora a mobilidade para manejar vários tipos de minérios, reside no potencial de redução do custo operacional do empreendimento. A mineração e o processamento do minério laterítico são maleáveis em combinação com o complexo conjunto da planta química. Dependendo do tipo de minério, a utilização de reagentes no circuito PAL é altamente variável, indo de 0,5 t até 1,0 t de reagente por tonelada de minério tratado. Neste processo, o custo do local de extração, dos reagentes e o processamento do minério na planta serão os elementos que, no processo PAL, terão

---

o maior impacto no custo operacional do que qualquer outro fator, até mesmo sobre o ganho da geração de energia.

Enxofre, um dos agentes neutralizadores e o custo de energia, em conjunto, representam algo em torno de 40% do custo cash operacional. O enxofre, calcário, magnesita e outros são essenciais no processo PAL para neutralizar os resíduos de ácido. Adequados depósitos com alta concentração e materiais reagentes localizados próximos à planta de processamento, são essenciais para manter um baixo regime de custo operacional.

A qualidade e a quantidade de água também são essenciais no processo PAL. A utilização de água retirada de poços profundos em regiões muito áridas e seu tratamento, podem representar custos elevados para o processo. Se contiver um alto grau de sais haverá necessidade de aumento de neutralizadores, encarecendo o custo de manutenção da planta. Nos trópicos, a viabilidade de grandes volumes de água com boa qualidade, minimiza este problema.

Um minério laterítico tipicamente tropical, que demonstra homogeneidade requerendo mínima quantidade de controle e mistura, promoverá um suprimento consistente de baixo custo no processo PAL. O minério homogêneo facilita a otimização do processo, minimizando o custo operacional e maximizando a sua recuperação.

A eliminação dos resíduos e refugos pode também ter um significativo custo adicional. Para plantas com minério laterítico seco, a solução para os refugos são os tanques para evaporação, entretanto requerem algumas modificações e manutenção constantes para manter sua integridade. Nos trópicos, onde chove muito, prejudicando a taxa de evaporação, sua operacionalidade torna-se mais complexa. Entretanto, a maioria dos depósitos tropicais estão localizados em ilhas, possuindo bacias naturais de decantação, facilitando esta operação, ou utilizando o fundo do mar com técnicas modernas, para a alienação dos refugos.

Levando em consideração adequada localização, engenharia de processo compatível e minérios homogêneos e considerando a capacidade de geração de energia, pode-se chegar a um custo operacional da ordem de US\$1,10 a 1,50 /lb de níquel. Com o crédito do cobalto, a US\$10,00/lb, pode-se esperar uma queda no custo operacional, chegando a algo em torno de US\$0,40 a 0,80/lb de níquel.

Um bom exemplo é o Projeto Ramu desenvolvido em Madang, província da Papua Nova Guiné, utilizando-se depósitos de minérios lateríticos tropicais úmidos, localizados em montanhas perto da Cadeia de Bismark. Os principais indicadores podem se visualizados no quadro a seguir.

### **Indicadores do Projeto Ramu (Tecnologia PAL)**

<b>Oferta de Minério</b>	
Recursos (milhões de t)	143,2
Grau Ni %	1,01
Grau Co %	0,10
<b>Produção (média anual para 20 anos)</b>	
Grau LME 1 cátodo de níquel (t/ano)	32.800
Cloreto de Cobalto (t/ano)	3.200
<b>Custo Capital (dólares de 1998)</b>	
US\$ milhões	838
<b>Custo Cash Operacional (dólares de 1998 / média de 20 anos)</b>	
US\$ / lb – Mina	0,28
US\$ / lb – Refinaria	1,10
US\$ / lb – Total antes do crédito do cobalto	1,38
US\$ / lb – Valor do crédito do cobalto	0,97
US\$ / lb – Total depois do crédito do cobalto (US\$ 10/ lb)	0,41
<b>Vida da Mina</b>	<b>20 anos</b>
<i>(recursos suficientes para 40 anos)</i>	

Fonte: 2<sup>nd</sup> Nickel & Its Markets Seminar – Metal Bulletin.

Na discriminação do custo de capital, aquele referente às áreas de operação é o mais representativo com 73,5%, tendo como componente significativo o da refinaria com 55,5% e o da mina com 13,1%. Já o custo de capital da infraestrutura representa 26,5%, tendo como componente expressivo os referentes a utilidades e facilidades com 49,3% e custo de implementações com 35,6%.

Na discriminação do custo operacional apresentado, verifica-se que a mina contribui com 20,3% do total, tendo como componentes significativos de sua formação a energia com 26%, a força de trabalho com 22% e a manutenção dos materiais com 18%. Já a refinaria, que é a maior parcela do custo operacional, representando 79,7%, possui como principais componentes os reagentes com 45,5%, a força de trabalho com 17,2% e a manutenção dos materiais com 12%.

A fase de implementação, com confiável desenvolvimento, através de licenças para refinaria e produção e o início das vendas de níquel e cobalto, estender-se-á por 30 meses aproximadamente.

Assim, o projeto Ramu, ainda em planta piloto, após as licenças e financiamentos, tem a expectativa de começo da construção durante o primeiro semestre de 2000, resultando na produção dos primeiros metais somente em 2003.

## **5 – Cenário Internacional**

A indústria de níquel continua com elevado grau de concentração, embora novas empresas comecem a despontar, principalmente na Austrália, utilizando modernos processos de produção, como o PAL. Desta forma, entre os maiores

grupos produtores tem-se a Norilsk da Rússia, Inco do Canadá, Falconbridge da Noruega, Eramet da França, Sumitomo e Pamco do Japão e as empresas australianas Western Minig Corporation (WMC) associada a Anglo-American e Queensland Nickel Industries (QNI), subsidiária da Billiton.

A indústria de níquel encontra-se em processo de reestruturação, visando maior competitividade, com a formação de "joint-ventures" como: Inco canadense, que controla a PT Inco da Indonésia; e a Falconbridge, majoritária da Falcondo da República Dominicana. Algumas indústrias utilizam minério importado, como a Sumitomo, que importa quase a totalidade do concentrado de níquel da Indonésia, Nova Caledônia e Filipinas. Entretanto a verticalização é significativa neste setor, existindo grande quantidade de empresas mineradoras interligadas às unidades de refino.

### 5.1 – Produção Mundial de Níquel Refinado

A Rússia mantém-se como o maior produtor de níquel refinado no mundo, seguindo-se com certa distância o Canadá e o Japão. Esses três países juntos agregam quase 50% da produção mundial de níquel refinado.

Países	Produção de Níquel Refinado*					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Rússia	187,8	190,7	201,9	190,5	234,2	227,4
Canadá	123,1	105,1	121,5	126,7	127,3	146,7
Japão	105,4	112,6	135,0	130,1	124,6	124,0
Austrália	50,4	66,6	77,3	74,0	73,7	79,2
Noruega	56,8	68,4	53,2	61,6	62,7	70,2
Nova Caledônia	36,9	39,5	42,2	42,2	44,3	44,5
China	30,5	31,3	38,9	44,6	39,9	40,5
Reino Unido	28,0	28,4	35,1	42,0	36,6	42,0
Finlândia	17,9	19,8	21,3	33,3	39,2	43,4
Cuba	16,2	14,1	21,6	27,0	34,0	38,8
República Dominicana	23,9	30,5	30,7	29,8	32,5	25,0
Colômbia	20,2	20,8	24,6	22,9	25,2	28,1
Brasil	15,2	16,5	15,7	16,4	18,2	21,1
Outros	<b>84,3</b>	<b>87,6</b>	<b>101,1</b>	<b>114,9</b>	<b>124,6</b>	<b>104,7</b>
<b>Total</b>	<b>796,6</b>	<b>831,9</b>	<b>920,1</b>	<b>956,0</b>	<b>1.017,0</b>	<b>1.035,6</b>

Fonte: World Metal Statistics - 1999

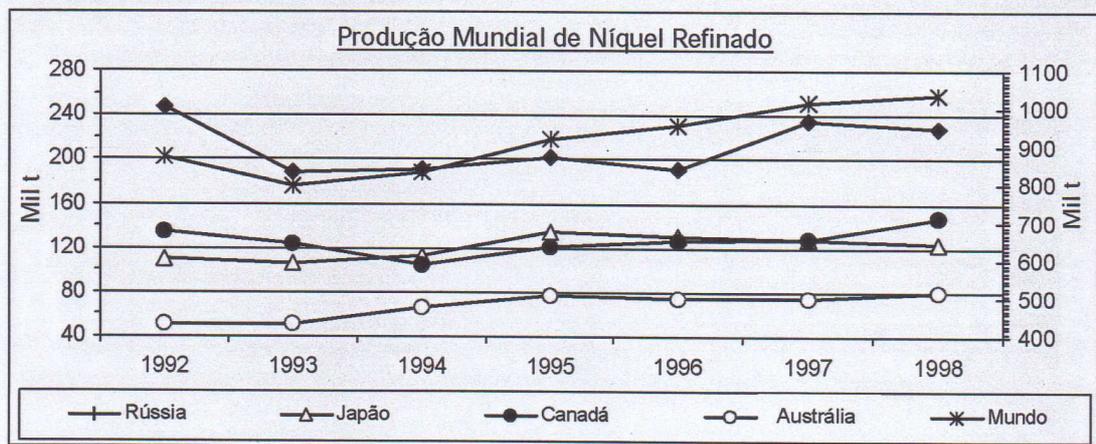
\* incluindo níquel eletrolítico, pelotas, níquel contido em ferro níquel e sucata.

Rússia, Canadá, Austrália, Nova Caledônia, China, África do Sul, República Dominicana, Colômbia e Brasil são, também, grandes produtores de minério de

níquel, enquanto que Japão, Noruega, Reino Unido entre outros, necessitam de importações do concentrado para a fabricação do níquel refinado.

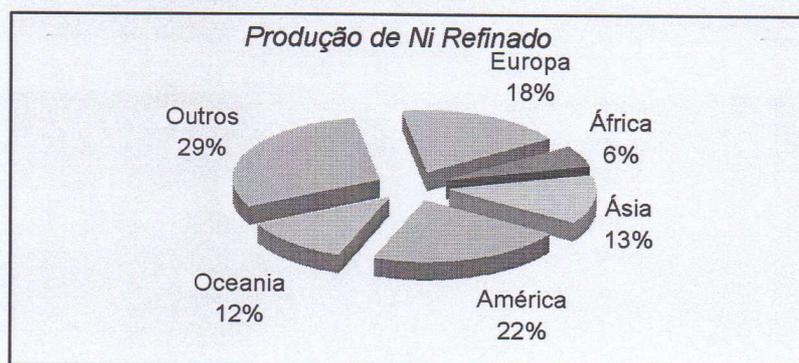
A produção mundial, após queda significativa em 1993, resultante do menor nível de consumo do níquel primário e maior utilização de sucata, apresentou retomada vertiginosa a partir de 1994 e nos anos seguintes, atingindo 1.035 mil t em 1998. O crescimento médio da produção mundial de níquel refinado atingiu 5,3% a.a., no período 1993/98. A estimativa para 1999 é de que a produção tenha se mantido em aproximadamente 1,03 milhões de t, com fraco incremento da produção primária japonesa e ligeiro decréscimo da russa para 225 mil t. A produção australiana tem previsão de aumento para 82 mil t em 1999, significando 11 mil t a menos do que a expectativa informada na reunião de abril da International Nickel Study Group (INSG).

A seguir apresenta-se a evolução da produção mundial de níquel refinado com a abertura por continente.



Fonte: World Metal Statistics - 1999

Nota: A escala da direita refere-se ao Mundo.



Fonte: World Metal Statistics - 1999

Entre 1989 e 1992, 50% da produção total de níquel estava comprometida na produção de níquel eletrolítico (Classe I), através de minérios sulfetados e lateríticos com predominância do sulfetado. Em 1994 este índice já atingia 55% e em 1998, 54,6%, ressaltando-se que nestes acréscimos de produção os minérios

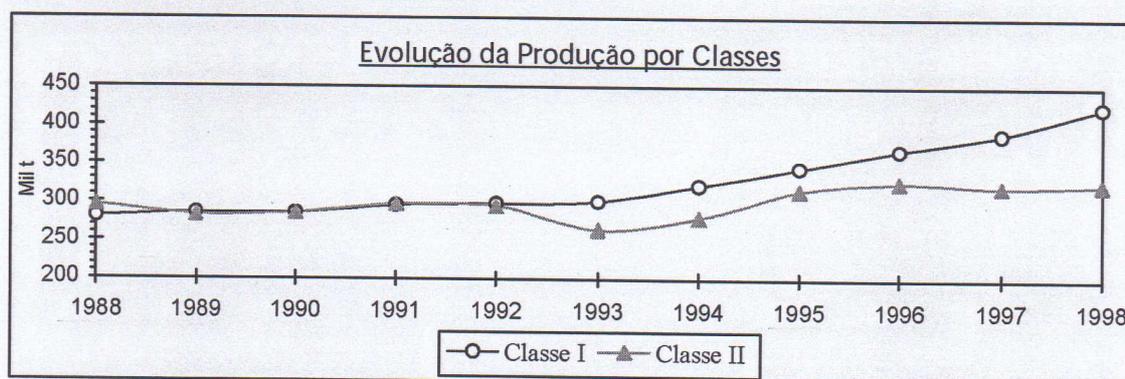
lateríticos vem sendo mais utilizados. Deste modo o aumento da produção de níquel eletrolítico vem se dando a taxa superior à do ferro-níquel. Em termos de logística, o níquel eletrolítico apresenta menor custo de transporte por conter mais níquel por tonelada transportada. Por outro lado a utilização de ferro-níquel na siderurgia tem a vantagem de se adquirir o níquel, obtendo-se o ferro como prêmio.

### Produção de Níquel

	Mil t									
<b>Produção</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	
Classe I	285,2	295,5	298,0	300,4	321,8	344,8	367,7	389,1	423,4	
Classe II	285,7	297,0	294,8	263,6	279,4	314,9	326,2	320,3	323,6	
<b>Sub - Total</b>	<b>570,9</b>	<b>592,5</b>	<b>592,8</b>	<b>564,0</b>	<b>601,2</b>	<b>659,7</b>	<b>693,9</b>	<b>709,4</b>	<b>747,0</b>	
Reciclagem	287,0	249,3	279,2	232,6	230,7	260,4	262,1	307,6	288,0	
<b>Total Geral</b>	<b>857,6</b>	<b>841,8</b>	<b>872,0</b>	<b>796,6</b>	<b>831,9</b>	<b>920,1</b>	<b>956,0</b>	<b>1.017,1</b>	<b>1.035,6</b>	

Fonte: World Metal Statistics. - 1999

Na composição da produção de níquel refinado, o níquel secundário, em 1989 representava 33,7%, reduzindo-se esta participação para 27,8% em 1998. Portanto verifica-se um gradual aumento da produção de níquel primário sendo representado pelo Classe I e Classe II. Embora a reciclagem ainda seja bastante representativa na formação da oferta de níquel.



Fonte: World Metal Statistics - 1999

### 5.2 - Consumo Mundial

O consumo de níquel tem apresentado oscilações. Ressalta-se queda significativa entre 1988/91, devido à redução da produção de aço inoxidável. Entretanto, a partir de 1993 iniciou-se uma retomada que se estendeu até 1995. Após este ano seguiu-se queda de 4,7% em 1996, voltando a crescer aproximadamente 3,5% em 1997 e 0,8% em 1998. A taxa média anual para o crescimento do consumo mundial de níquel atingiu 4,0% no período 1993/98. Observa-se que, neste período, a taxa média de crescimento da produção foi 1,3% superior à evolução do consumo, propiciando o aumento dos estoques mundiais. Em 1998 registrou-se crescimento de 2,7% dos estoques em relação ao ano anterior.

Em 1999, face à estabilização da produção, houve maior utilização dos estoques para atendimento do consumo.

Mil t

Países	Consumo Mundial de Níquel						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Japão	148,1	157,2	181,1	195,9	187,1	177,4	170,0
EUA	119,1	122,1	131,0	147,8	143,1	134,1	151,8
Alemanha	74,0	75,0	87,8	106,1	86,0	93,4	91,1
Itália	29,6	38,5	44,0	49,0	44,0	49,5	58,4
França	35,0	36,5	44,4	49,4	43,4	48,3	54,9
Reino Unido	28,5	29,8	38,0	41,9	42,2	37,6	30,9
China	35,0	39,0	42,0	38,0	46,3	36,9	34,4
Rússia	128,7	95,1	66,7	68,5	32,1	34,8	31,7
Austrália	1,5	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6
Brasil	11,1	12,2	14,2	15,3	15,4	14,9	16,8
Outros	188,4	196,7	248,1	268,4	286,0	337,4	363,1
<b>Total</b>	<b>799,0</b>	<b>803,6</b>	<b>898,7</b>	<b>981,8</b>	<b>935,7</b>	<b>968,9</b>	<b>1.004,7</b>

Fonte: World Metal Statistics. - 1999.



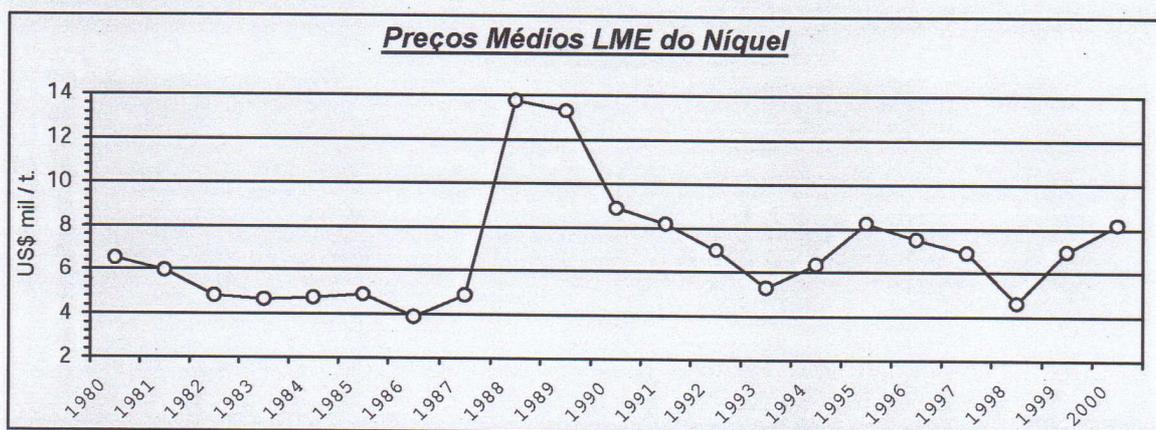
Fonte: QNI (apresentado no 11<sup>th</sup> Internacional Stainless Steel Conference em Bruxelas, Bélgica)

O consumo mundial de níquel primário atingiu 1,07 milhões de t em 1999, representando aumento de 6,5% em relação a 1998, e um incremento de volume de 65 mil t. A Ásia, que encontra-se em fase de recuperação de suas economias, é responsável por 37 mil t deste acréscimo, com aumento de 9,7% em comparação a 1998. O consumo de níquel primário no Japão atingiu 175 mil t com crescimento de 3,5%. Coreia, Taiwan, Malásia e Indonésia estão dividindo esforços para promover sua recuperação, atingindo assim, um crescimento acima do japonês. Europa e Estados Unidos apresentam crescimento de cerca de 5,3% e 1,3%, respectivamente. A tendência de crescimento mantém-se com estimativa da ordem de 4% ao ano para o período de 2000/05.

### 5.3 - Preços

O preço do níquel era determinado na década de 50, após a Guerra da Coreia, pelos Estados Unidos que passaram a controlar os estoques e a distribuição do níquel. Na década de 70, mais precisamente em 1979, os preços do níquel começaram a ser cotados na London Metal Exchange (LME). Na década de 80, a demanda de níquel nos países desenvolvidos caiu devido à recessão, influenciando o declínio até 1986 do preço cotado na LME a uma taxa média anual negativa de 8,3%. No final da década de 80, devido ao crescimento da produção de aço inox, onde o níquel tem sua maior aplicação, registrou-se uma alta dos preços chegando em abril de 1988 a US\$ 17.900/t, sua cotação máxima.

A partir de 1989, com o preço situando-se em US\$ 13.312/t o cenário indicava queda, confirmada na década de 90, com o preço chegando a US\$ 4.617/t no ano de 1998. Nota-se uma forte influência da crise asiática nos preços do metal em 1997/98, considerando que até 1997 o Japão era o maior consumidor mundial de níquel, para a produção de aço inoxidável. Observa-se portanto no período 1990/98 queda dos preços à taxa média anual de 7,9%.

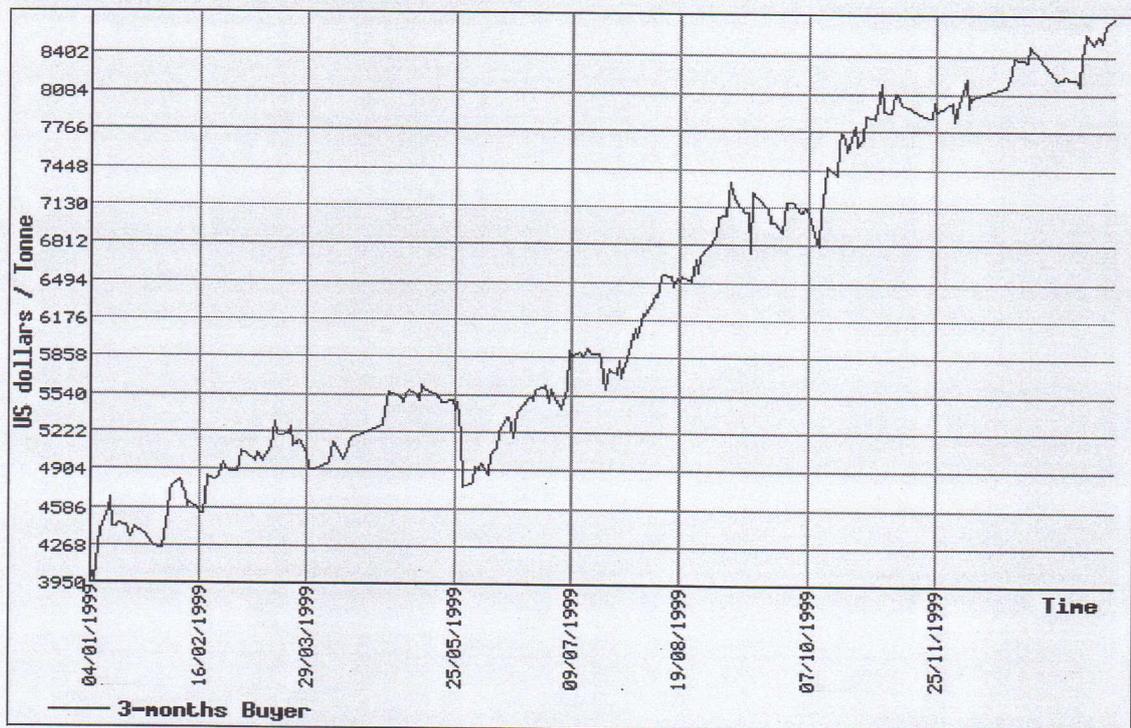


Fonte: London Metal Exchange.

Nota: Preços médios reais de 1999 e 2000 estimados.

Em 1999 registrou-se tendência de elevação da média dos preços do níquel devido ao aumento da demanda global, impulsionada pelas siderúrgicas asiáticas, e queda dos estoques. Portanto, é esperado que a média de 1999 atinja US\$ 6.850/t, projetando-se para 2000 uma média superior, alcançando US\$ 9.200/t. Fazendo uma menção ao ferro-níquel, seus preços são obtidos através de um balizamento feito pela LME sobre o preço do níquel contido. Desta forma, como o ferro níquel apresenta teores médios de 25% de níquel, os preços da liga de níquel situam-se em valores de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do preço do níquel cotado, podendo ter também descontos ou prêmios conforme as regras da LME.

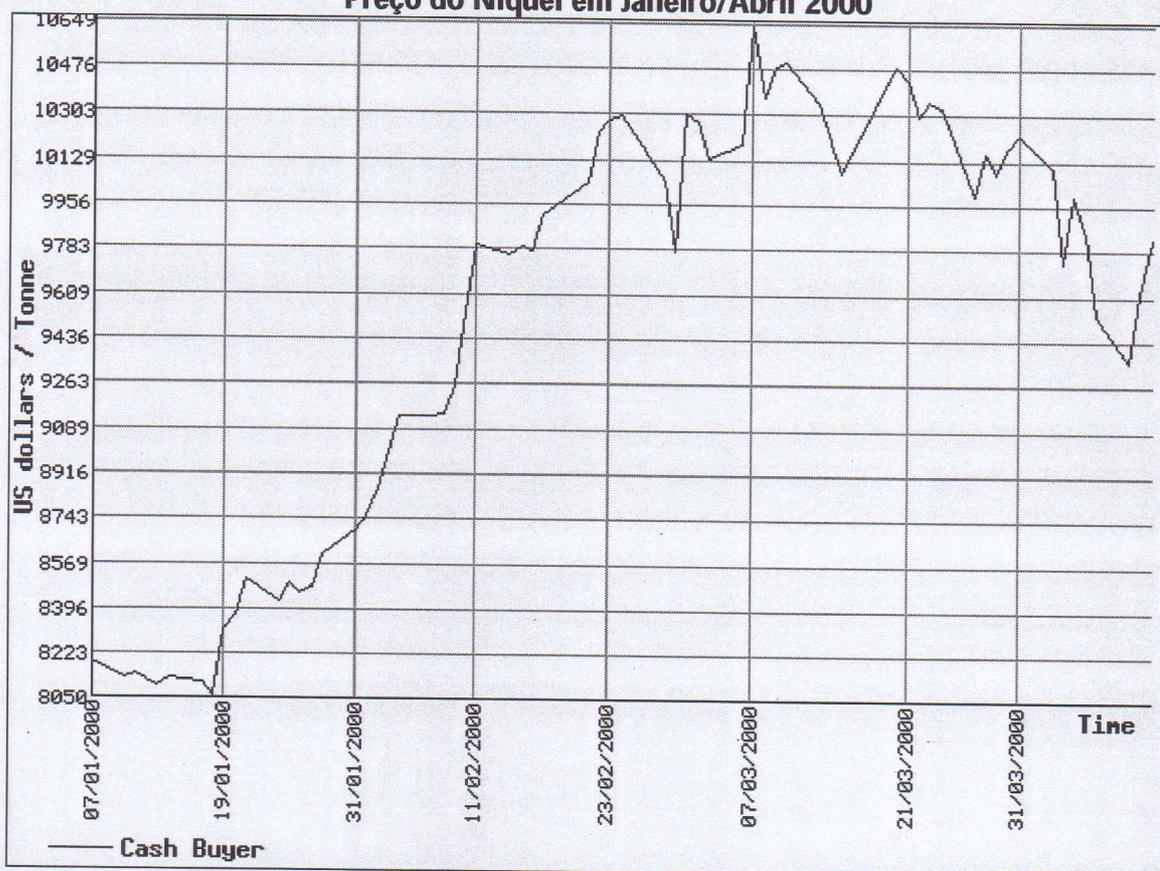
## Preço do Níquel no ano de 1999



Fonte: London Metal Exchange

No quadro apresentado, pode-se notar que a média de janeiro de 1999 esteve em US\$ 4.269/t, já sinalizando o aumento dos preços, já que a média de fechamento de 1998 ficou em torno de US\$ 4.172/t. Em junho de 1999, confirma-se a tendência de alta, com uma média de US\$ 5.195/t, indo até US\$ 8.083/t na média do mês de dezembro, portanto, pode-se estimar US\$ 6.850/t como média do ano de 1999. O ano 2000 registrou pequena queda no início, como é visível no gráfico a seguir, mas a tendência de alta se manteve, atingindo US\$ 10.600/t em março, valor mais alto dos últimos 4 anos. Posteriormente os preços se reduziram, estimando-se assim, para o final do ano média de fechamento em torno de US\$ 9.200/t, o que significa um crescimento de 34% sobre o preço médio verificado no ano de 1999.

Preço do Níquel em Janeiro/Abril 2000



Fonte: London Metal Exchange

## 6 - Cenário Brasileiro

### 6.1 - Reservas Minerais de Níquel

Estimativas do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) indicam que as reservas brasileiras alcançam 6 milhões de t de níquel contido, com teor no minério de 0,69% a 2,55%. Desta forma o Brasil concentra 4,6% das reservas mundiais atuais.

Das reservas minerais de níquel aproximadamente 75% se localizam no estado de Goiás onde encontram-se as mineradoras Cia. Níquel Tocantins-CNT, pertencente ao Grupo Votorantim, e Codemin, do Grupo Anglo-American, ambas na região de Niquelândia. Em Minas Gerais também encontra-se a Morro do Níquel S.A., do Grupo Anglo-American, localizada em Pratápolis e a Mineração Serra da Fortaleza Ltda., do Grupo britânico Rio Tinto Zinc-RTZ, localizada em Fortaleza de Minas.

As reservas da CNT em Niquelândia possuem um teor estimado de 1,56% de níquel, enquanto as minas da Codemin e da Morro do Níquel possuem teores entre 1,3% a 1,4%, acima dos teores médios mundiais de aproximadamente 0,8%.

### Reservas Brasileiras de Níquel

	Níquel Contido (mil t)	Teor Ni (%)
<b>Goiás</b>	<b>4.501,20</b>	
Americano do Brasil	67,52	0,69
Barro Alto	1.102,79	1,89
Ipora	198,95	1,47
Jampari	176,45	1,31
Jussara	795,81	1,48
Montes Claros de Goiás	944,35	1,26
Niquelândia	1.215,32	1,56
<b>Minas Gerais</b>	<b>273,00</b>	
Fortaleza de Minas*	70,98	2,55
Ipanema	16,38	1,45
Liberdade	8,19	1,27
<b>Pará</b>	<b>1.188,00</b>	
Marába*	274,07	1,50
São Félix do Piauí*	390,73	2,17
Piauí*	261,60	
São João do Piauí*	261,60	1,56
<b>São Paulo</b>	<b>37,80</b>	
Jacupiranga*	37,80	1,39
<b>Total Brasil</b>	<b>6.000,00</b>	

Fonte: Sûmario Mineral - 1999 / \* Reservas de minério sulfetado, sendo os demais de origem laterítica.

Estas reservas podem ser ampliadas dependendo das pesquisas em andamento no depósito de Americano do Brasil e de Barro Alto pelo Grupo Anglo-American.

#### 6.2 - Produção Nacional

A indústria de níquel primário no Brasil é constituída por quatro empresas: Cia. Níquel Tocantins, Codemin S/A, Mineração Morro do Níquel S/A e Mineração Serra da Fortaleza.

A produção brasileira, embora não tão significativa no cenário internacional, teve em 1998 um aumento de 15,8% em relação ao ano anterior, devido à entrada da Mineração Serra da Fortaleza com sua produção de matte de níquel.

## Produção Brasileira de Níquel

t

	Ano				
	1996	1997	1998	1999	99/98 (%)
Níquel Tocantins (1)	7.849	8.849	13.008	16.430	26,3
Codemin (2)	6.223	6.751	6.891	6.800	(1,3)
Morro do Níquel (2)(3)	2.868	2.600	1.184	-	-
Serra da Fortaleza*	-	-	4.665	9.335	100,1
Produção Brasileira	16.940	18.200	25.748	32.565	26,5

Fonte: DNPM - DIPEM, ABAL, Abrafe, Produtoras, ICZ, SNIEE.

Nota: (1) Níquel eletrolítico; (2) Níquel contido em FeNi; (3) Informou paralisação em julho de 1998./ (\*) Níquel contido no matte.

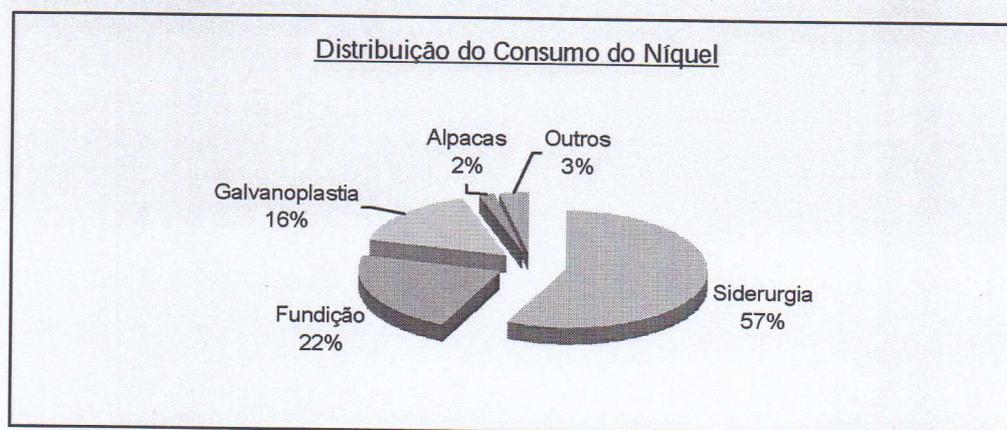
É importante notar que no ano de 1999 houve um aumento significativo da produção, originado principalmente pelo incremento da Cia Níquel Tocantins que ampliou sua capacidade e pelo aumento da produção de níquel contido no matte da Serra da Fortaleza.

### **6.3 - Consumo Nacional**

O níquel é consumido internamente na forma de ferro-níquel com teor oscilando entre 20% e 40% e na forma de níquel eletrolítico com teor de pureza de 99,9% de níquel.

O grande demandante de níquel é o setor siderúrgico com 57% do consumo aparente, representando, em 1998 um volume de 8.660 t composto principalmente por FeNi. Do consumo do setor siderúrgico aproximadamente 80% destina-se à produção de aço inox sendo o restante direcionado a outras espécies de aço que usam níquel em percentuais variando entre 0,2% e 2,0%.

Além do setor siderúrgico, o níquel no Brasil é muito utilizado em artefatos de níquel, galvanoplastia e alpacas (ligas metálicas).



Fonte: DNPM-DIPEM

A oferta de FeNi, é obtida através da Codemin e em menor participação das importações de diversos países. O FeNi é consumido no setor siderúrgico por empresas como a Acesita e o Grupo Villares. A Acesita, produtora de laminados planos de inox, tem 90% de seu consumo suprido pela Codemin e o restante pelas importações, e o Grupo Villares, que produz laminados longos de inox, supre suas necessidades através das importações de FeNi.

A única fabricante brasileira de níquel eletrolítico, a Cia. Níquel Tocantins, destina 40% de sua produção ao mercado interno e 60% para as exportações. A utilização interna de sua produção tem sido muito diversificada, abrangendo as áreas de fundição, galvanoplastia, siderurgia e ligas de níquel.

A Serra da Fortaleza direciona toda sua produção de matte ao mercado externo.

#### **6.4 - Mercado Brasileiro**

A produção das empresas tem sido, em grande parte, destinado às exportações, cabendo uma pequena parcela ao mercado interno, o que vem elevando o nível das importações brasileiras de níquel.

Desta forma, analisa-se a seguir a evolução do mercado brasileiro de 1996 até 1999.

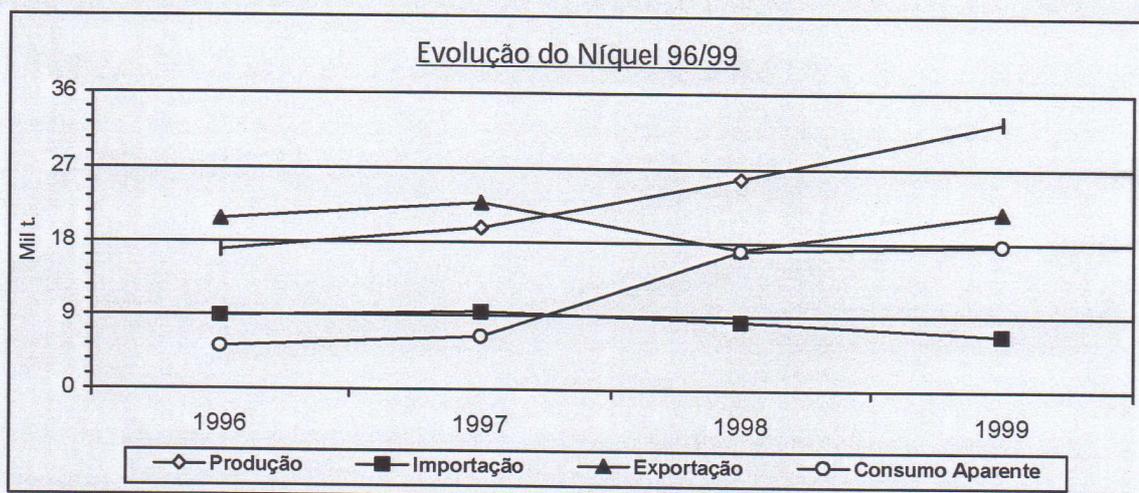
No ano de 1998 verifica-se, em relação ao ano anterior, que as importações decresceram cerca de 11,6%, as exportações tiveram comportamento negativo em 22,0%, tendo como destino a Europa, América do Norte, Finlândia, América do Sul e Ásia e o consumo aparente apresentou um aumento de 3,92%.

#### **Evolução do Mercado Brasileiro de Níquel**

<b>Anos</b>	<b>Produção</b>	<b>Importação</b>	<b>Exportação</b>	<b>Cons. Aparente</b>
<b>1996</b>	16.940	8.914	20.718	5.136
<b>1997</b>	18.200	9.416	21.940	6.422
<b>1998</b>	25.748	8.322	17.099	16.971
<b>1999e</b>	32.565	6.728	21.656	17.637

Fonte: DNPM-DIPEM, SECEX-D.T.I.

e- Estimado BNDES



Fonte: DNPM-DIPEM, SECEX-D.T.I.

Considerando as empresas produtoras de níquel no país, tem-se o seguinte quadro de apuração do consumo aparente de níquel.

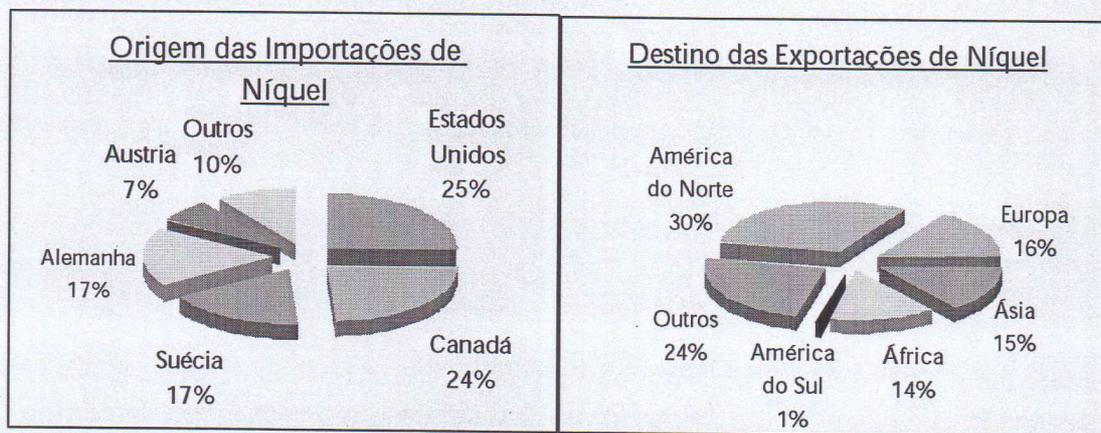
Empresas	Produção		Importação		Exportação		Consumo	
	1998	1999e	1998	1999e	1998	1999e	1998	1999e
Níquel Tocantins	13.008	16.430	-	-	10.053	11.418	2.931	5.185
Codemin	6.891	6.800	-	-	1.400	1.350	5.490	5.450
Morro do Níquel*	1.185	-	-	-	1.100	-	205	-
Serra da Fortaleza <sup>1</sup>	4.665	9.335	-	-	4.546	8.888	-	-
Importações	-	-	8.322	6.728	-	-	8.345	7.002
<b>Total</b>	<b>25.748</b>	<b>32.565</b>	<b>8.322</b>	<b>6.728</b>	<b>17.099</b>	<b>21.656</b>	<b>16.971</b>	<b>17.637</b>

Fonte: DNPM-DIPEM e BNDES / Notas: e- estimativa BNDES; (\*) Produção até encerramento em Junho/98; (1) Produção de níquel contido no matte;

No quadro apresentado pode-se observar que a produção de 1999 teve um aumento de 26% em relação ao ano de 1998, com aumento de 26,3% na produção da Cia Níquel Tocantins, e 100,1% na produção da Serra da Fortaleza. Nas importações, pode-se notar o decréscimo de 19,0% no seu volume, em relação ao ano de 1998, pois o mercado interno foi mais suprido pelas produtoras nacionais. As exportações sofreram um incremento de 26,6% em relação ao ano de 1998, sinalizando uma retomada após a crise econômica de 1998. Já o consumo teve um acréscimo de 3,9%, promovido pela maior demanda interna do setor siderúrgico para suprir a produção de aço inoxidável, que cresceu de 180 mil t, em 1998, para 259 mil t em 1999. Para o abastecimento do consumo interno, a participação da Codemin foi significativa, com 31% do total de 1999. A empresa é também, o único fornecedor de ferro-níquel para o mercado interno. A Cia Níquel Tocantins aumentou 76% em relação ao ano de 1998 o seu fornecimento de níquel eletrolítico, tendo assim, uma participação de 29% no total consumido.

As importações brasileiras referem-se principalmente a níquel eletrolítico, realizadas principalmente pelas produtoras de aço inox utilizando mecanismos internacionais de financiamento.

As exportações são diversificadas sendo o maior comprador a América do Norte.



Fonte: DNPM - 1998

### 6.5 - Projetos no Brasil

Em 1997, deu-se o início das operações do Projeto Fortaleza de Minas, do Grupo Rio Tinto Zinc (Mineração Serra da Fortaleza), situado no sudeste do Estado de Minas Gerais com investimento total de US\$ 233 milhões. As estimativas de reservas de minério de níquel sulfetado são da ordem de 10,6 milhões de t para uma produção anual de 10 mil t a partir do 2º semestre de 1998. Em 1998 a produção total atingiu 9.601 t.

A Cia. Níquel Tocantins, com o apoio do BNDES, realizou um projeto, com início em 1997, de aumento da capacidade de produção de 10.000 t para 17.500 t/ano, finalizado em maio/junho de 1998 e resultando em aumento de produção de 7.849 t em 1996 para 16.430 t de níquel eletrolítico em 1999. A empresa, também, produz cerca de 700 t/ano de cobalto.

A Codemin iniciou em 1997 um projeto de investimento no valor de US\$ 6,2 milhões para expansão de sua capacidade de produção através principalmente da renovação de equipamentos e que se concretizou ainda em 1997. A sua produção atingiu 6.891 t em 1998 e 6.503 t em 1999.

Em 1998 a Metais Goiás S/A iniciou projeto para viabilização do depósito de Americano do Brasil-GO, para ampliação de suas reservas de sulfetados de níquel, assinando, assim, contrato de pesquisa como, também, a opção de arrendamento das jazidas para a Mineração Serra da Fortaleza.

A Barro Alto Mineração S/A, pertencente a Anglo-American vem elaborando, a partir de investimentos totais no montante de US\$ 690 milhões e a criação de 483 novos empregos, um programa de pesquisa e prospeção de lavra de

---

níquel em Barro Alto e Goianésia-GO, onde se encontra uma reserva estimada de 48 milhões de t de níquel laterítico com teor médio de 1,75% de níquel. Além disso, os investimentos também cobrem os estudos de viabilidade econômica para a implantação de uma unidade minero-metalúrgica, que incluirá uma planta para a produção anual de 44 mil t de ferro-níquel a partir de suas minas de níquel em Barro Alto-GO.

E finalmente, tem-se o Projeto Parauapebas. A CVRD já apresentou relatório final de caráter positivo ao DNPM acerca do alvará de pesquisa, no qual se encontra o alvo do projeto. Trabalhos de pesquisa adicionalmente realizados na área, atestam a existência de significativa reserva de níquel laterítico totalizando cerca de 8,8 milhões de t de minério a 2,1% de níquel, sendo cerca de 2,3 milhões de t correspondentes às categorias medidas e indicadas. Estas reservas são técnica e economicamente passíveis de aproveitamento através de um projeto integrado à lavra do depósito de níquel do Vermelho.

## 7 - Tendências

As perspectivas futuras para o níquel são fortemente dependentes das estimativas de mercado do aço inoxidável.

Cerca de 70% do níquel refinado mundial é consumido no setor siderúrgico sendo 80% deste consumo direcionado à produção de aços inoxidáveis. Deste modo 56% do níquel refinado mundial é utilizado na fabricação de aço inoxidável austenítico, que contém níquel.

Constata-se, a nível mundial, a tendência de utilização de materiais mais nobres, como é o caso dos aços especiais na siderurgia, considerando-se as rígidas exigências dos consumidores por produtos de maior qualidade.

Dentre os aços especiais existentes, destacam-se os aços inoxidáveis que são utilizados principalmente quando se necessita materiais resistentes à corrosão, embora tenham também conquistado espaço em outras áreas devido ao seu apelo estético e suas condições de higiene. Deste modo vem sendo utilizados em cutelaria, construção civil, indústria química, indústria alimentícia, móveis, moedas e bens de consumo duráveis como geladeiras, fogões etc.

A taxa de crescimento da demanda de aços inoxidáveis no mundo, de 5,4% no período de 1993/99 foi superior à taxa de demanda global de aço bruto, que atingiu 2,0% no mesmo período.

Ressalta-se que em 1997 e 1998 foram anos de retração no setor siderúrgico, em consequência das crises econômicas mundiais, em especial as da Ásia, Rússia e América Latina. Atualmente, com a retomada destas economias e as perspectivas de continuidade do crescimento das economias americana e européia, o setor siderúrgico mundial apresenta significativa recuperação, tanto em termos de demanda quanto de preços. Portanto, vislumbra-se perspectivas otimistas para os

---

aços inoxidáveis cuja demanda deve evoluir significativamente nos próximos anos, em torno de 5% a.a..

Trabalho sobre aços inoxidáveis, em publicação por esta Gerência Setorial de Mineração e Metalurgia, apresenta maiores detalhes acerca deste mercado.

Saliente-se entretanto, que Japão, EUA e Alemanha são os maiores produtores de inox, sendo estes juntamente com França e Itália detentores de 60% da produção mundial. Deste modo, estes países são também responsáveis por grande parcela da demanda de níquel, com cerca de 526 mil t correspondente a 56% da demanda global deste metal.

O cenário, também, é otimista para o níquel com crescimento da produção, retomada de investimentos e melhoria de preços. A forte ascensão de preços vem sendo motivo de preocupação para os produtores de inox. Entretanto os estoques que estavam em patamar elevado até 1999, estão decrescendo, possibilitando a manutenção de preços em patamares elevados.

A elevação brusca do preço do níquel nos primeiros meses do ano de 2000, passando de US\$ 8.200/t para algo em torno de US\$ 10.600/t, vinha favorecendo a todos os produtores de níquel no mundo. Em abril de 2000, o preço oscilou entre US\$ 9.400/ t e US\$ 9.800/ t. O mercado de aço inoxidável, maior consumidor de níquel, detém um certo controle sobre a volatilidade dos preços, pois influencia a demanda de níquel. Desta forma ele pode exercer uma pressão para baixo no preços do níquel, caso isso aumente seus custos em demasia provocando impacto negativo no preço final do aço inoxidável. A busca de tecnologias de baixo custo operacional para o níquel, tenderá a forçar a redução do preço do metal devido o interesse na aquisição de *market share*, além de favorecer a rentabilidade do níquel. Essa influência pode ser notada pela maior utilização de cromo e outros elementos mais baratos como o molibdênio e vanádio, pelas indústrias de aço inoxidável.

Um outro fator relevante para a inibição de grandes elevações do preço do níquel é a redução dos custos de produção do metal, devido principalmente à viabilização do novo processo tecnológico PAL (*Pressure Acid Leach*) de obtenção do níquel a partir de minérios lateríticos.

Historicamente o minério de níquel de origem sulfetada vinha sendo mais explorado, entretanto, considerando seu alto custo de extração, a indústria viu-se na contingência de buscar alternativas de produção com custos mais baixos, intensificando a exploração do níquel de origem laterítica, através de novo processo tecnológico, em reservas menos profundas, onde além da obtenção do níquel de alta pureza tem-se, também, a maior recuperação do cobalto.

O processo PAL, embora não apresente ganhos significativos em termos de custo de capital em relação às tecnologias mais convencionais, possibilita a obtenção de níquel com grandes vantagens econômicas em termos de custo operacional. Portanto, requer altas escalas de produção. Além disso, o processo

---

possibilita a recuperação de cobalto em níveis elevados, gerando também energia suficiente ao ciclo operacional.

O processo PAL, em grande desenvolvimento principalmente na região do Pacífico da Ásia e no oeste da Austrália, onde encontram-se os minérios lateríticos com a especificidade necessária poderá impactar fortemente a indústria do níquel. Algumas dúvidas persistem e alguns ajustes ainda são necessários, porém, se bem sucedidos os novos projetos em desenvolvimento nestas regiões levarão a indústria já instalada de níquel a buscar novos patamares de custo para subsistirem.

Em termos de reservas de níquel a liderança mundial é da Rússia, seguida pelo Canadá, Austrália e Cuba. O Japão é grande produtor de níquel refinado a partir de minério importado.

Estima-se que a demanda de níquel no período de 2000/05 cresça a uma taxa média de 4,0% ao ano, atingindo em 2005 o montante de 1,35 milhão de t contra 1,12 milhão de t em 2000, assumindo que uma taxa de cada tonelada de aço inox austenítico contém um mínimo de 7% de níquel.

Em relação ao Brasil a produção de aço inoxidável alcançou 259 mil t sendo a Acesita responsável por 226 mil t em 1999. Estima-se para 2000 que a produção de aço inox da Acesita atinja cerca de 320 mil t com crescimento de 42% em relação a 1999, sendo cerca de 50% voltadas para exportação. O crescimento total na produção de inox será de 37%, atingindo 355 mil t em 2000. Projeta-se que o consumo de aço inox no Brasil apresente taxa média anual de crescimento de 6,2% no período 2001/07.

O mercado de níquel necessita acompanhar esta expansão, prevendo-se aumento da produção para atendimento do consumo interno, assim como das exportações já conquistadas. Desta forma, a produção nacional que cresceu 25,3% no período 1998/99, foi suficiente para o atendimento do consumo interno que cresceu 2,9% no período 1998/99 e das exportações que sofreram um acréscimo de 43% no mesmo período.

Os projetos em perspectiva, com tecnologias convencionais da Companhia Níquel Tocantis, para produção de níquel eletrolítico, e implantação do Projeto Barro Alto, da Anglo American para cerca de 44 mil t/ano de ferro-níquel, são suficientes para o atendimento da demanda futura de níquel. A curto prazo a Codemin que não tem disponibilidade maior poderá recorrer a importações de níquel da Venezuela, através da Loma de Níquel, empresa do Grupo Anglo American.

Considerando as reservas conhecidas e aquelas em avaliação, o Brasil possui minério de níquel, tanto laterítico quanto sulfetado, compatíveis com o potencial de crescimento da sua produção, englobando níquel eletrolítico, ferro níquel e matte.

---

Porém, é mister a busca efetiva da redução de custos na mineração e metalurgia do níquel, considerando que a comparação das reais vantagens do novo processo para minérios lateríticos PAL, em desenvolvimento, poderá comprometer a competitividade da atual indústria brasileira de níquel.