

## 1. BEM MINERAL

O níquel é um metal branco-prateado, dúctil, maleável, peso específico 8,5 g/cm<sup>3</sup>, dureza escala de Mohs 3,5; tem seu ponto de fusão em aproximadamente 1.453° C, calor de fusão 68 cal/g, peso atômico 58,68, possuindo grande resistência mecânica à corrosão e à oxidação; o sistema de cristalização é isométrico; número atômico 28. Os minerais de níquel são: os sulfetos (millerita e pentlandita (FeNi<sub>3</sub>S<sub>8</sub>), que se apresentam associados a outros sulfetos metálicos em rochas básicas, freqüentemente acompanhados de cobre e cobalto. O sulfeto é o principal mineral utilizado, contribuindo com mais de 90% do níquel extraído. O outro mineral é a garnierita ou silicato hidratado de níquel e magnésio, que se encontra associado às rochas básicas (peridotitos), concentrando-se por processos de intemperismo nas partes alteradas, onde forma veias e bolsas de cor verde maçã).

O nome níquel deriva de “*kupfernickel*”, referência dada a nicolita pelos mineiros alemães quando a identificaram no século XVII. Antes da era cristã, o metal já era utilizado. Moedas japonesas de 800 anos A.C. e gregas de 300 anos A.C. continham níquel, acredita-se que seja uma liga natural com o cobre. Nos anos 300 ou 400 A.C. fabricavam-se armas que possuíam ferro meteorítico, com conteúdo de níquel variando de 5 a 15%. Em 1751, Axel Frederich Cronstedt descreveu que havia detectado níquel metálico e, em 1755, o químico sueco Torbern Bergman confirmou seu trabalho. O minério teve pouca importância real na economia industrial até 1820, quando Michael Faraday, com a colaboração de seu associado Stodard, foram bem sucedidos fazendo uma liga sintética de ferro-níquel, sendo o início da liga níquel-aço que tem uma grande contribuição para o desenvolvimento industrial do mundo.

Em 1838, a Alemanha produziu o primeiro níquel metálico refinado, tendo iniciado o refinamento com umas poucas centenas de toneladas de minério importado e, em 1902, foi formada a International Nickel Co. of Canadá Ltd., a principal produtora de níquel do distrito de Sudbury.

O metal é muito usado sob a forma pura, para fazer a proteção de peças metálicas pois oferece grande resistência à oxidação. Suas principais aplicações são em ligas ferrosas e não-ferrosas para consumo no setor industrial, em material militar, em moedas, em transporte/aeronaves, em aplicações voltadas para a construção civil e em diversos tipos de aços especiais, altamente resistentes à oxidação, como os aços inoxidáveis, bem como em ligas para o fabrico de ímãs (metal Alnico), em ligas elétricas, magnéticas e de expansão, ligas de alta permeabilidade, ligas de cobre-níquel, tipo níquel-45, e em outras ligas não-ferrosas. A niquelagem de peças é feita por galvanoplastia, usando banhos de sais de níquel.

O óxido de níquel é usado como catalisador em diversos processos industriais e, dos sais, o sulfato é o mais empregado, destinando-se a banhos para niquelagem, que é realizado através da galvanoplastia usando banhos de sais de níquel.

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 uma categorização de classes. Na *classe I*, classificam-se os derivados de alta 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. A

classe II é composta pelos seus 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. Outra forma de utilização é o níquel secundário ou sucata de níquel que é largamente utilizado na siderurgia.

## 2. RESERVAS

Os jazimentos de níquel descobertos no Brasil são representados por minérios silicatados, que provêm da alteração de rochas muito básicas como peridotitos. O intemperismo mobiliza o níquel sob a forma de silicato hidratado, e o concentra em fissuras da rocha em processo de alteração, trazendo-o para a superfície. Nas jazidas deste tipo encontra-se na parte superior uma camada de laterita níquelífera e mais abaixo, geralmente, há uma zona enriquecida à custa da rocha subjacente que vai depois empobrecendo a medida que o níquel se desloca para a superfície. Nas jazidas são encontradas calcedônias que indicam ações hidrotermais provavelmente relacionadas com os pegmatitos também freqüentes. O processo de alteração dos peridotitos pode ser atribuído a ações hidrotermais além do intemperismo.

Tabela 01		Total das Reservas de Níquel - 1999				
UF	Medida			Indicada	Inferida	Total
	Minério	Contido	Teor (%)			
GO	228.415.454	3.380.549	1,48	63.448.488	66.575.712	291.863.942
PA	43.560.000	797.148	1,83	22.365.000	14.800.000	65.925.000
PI	20.007.510	314.118	1,57			20.007.510
MG	9.034.016	140.027	1,55	7.580.867	3.543.338	16.614.883
Total	301.016.980	4.631.842	1,61	93.394.355	84.919.050	394.411.335

Unidade: t

Fonte: DNPM/DIRIN

As reservas medidas brasileiras de níquel aprovadas pelo DNPM totalizam 301.016.980 t de minério, com teor médio de 1,61 % e com 4.631.842 t de níquel contido, concentradas nos Estados de Goiás (75,9%), Pará (14,5%), Piauí (6,7%) e Minas Gerais (3,0%).

**Tabela 02** **Reservas Brasileiras de Níquel por UF's - 1988 - 1999**

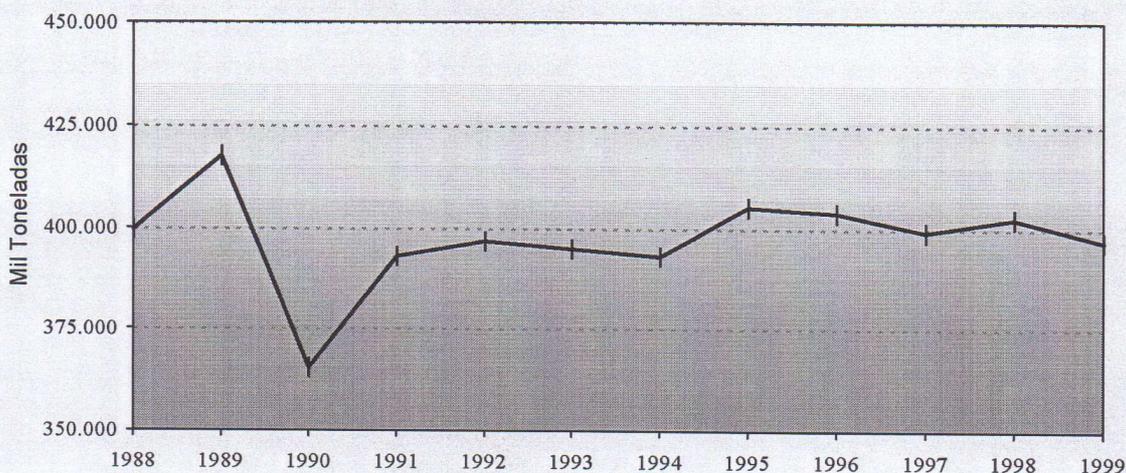
Ano	Reservas				
	Goiás	Minas Gerais	Pará	Piauí	São Paulo
1988	294.086	17.160	65.925	20.008	2.252
1989	322.167	16.935	65.925	20.008	2.252
1990	230.314	16.698	65.925	20.008	2.252
1991	288.348	16.481	65.925	20.008	2.252
1992	289.794	18.756	65.925	20.008	2.252
1993	288.104	18.515	65.925	20.008	2.252
1994	286.300	18.214	65.925	20.008	2.252
1995	298.779	18.012	65.925	20.008	2.252
1996	296.917	18.239	65.925	20.008	2.252
1997	289.687	21.067	65.925	20.008	2.252
1998	293.968	19.709	65.925	20.008	2.252
1999	291.864	16.615	65.925	20.008	2.252

Unidade: 10<sup>3</sup> t

Fonte: DNPM/DIRIN

Analisando, pelo total de reservas nacionais de níquel, o percentual de participação dos Estados em relação à soma de suas reservas medida, indicada e inferida, são discriminadas, em primeiro lugar, pelo Estado do Goiás, cujas reservas de níquel representam 74,78% do total do País, localizadas nos municípios de Niquelândia, Americano do Brasil, Barro Alto, Diorama, Goianésia, Iporá, Jussara, Montes Claros de Goiás; em segundo lugar, o Estado do Pará, que atinge 16,84%, distribuídas entre os municípios de Marabá e São Félix; em terceiro, o Estado de Minas Gerais (4,20%) onde as reservas de níquel estão situadas no município de Fortaleza de Minas, Ipanema, Liberdade e Pratápolis; em quarta classificação está o Estado do Piauí (4,18%), em São João do Piauí. Ainda existem reservas de minério de níquel laterítico em pedido de sobrestamento autorizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral em áreas de pesquisa no Estado de Mato Grosso que totalizam 14.306.000 t. com teor médio de 1,75% de Ni, incluindo as classes medida e indicada que foram objeto do Relatório Final de Pesquisa protocolizado em 1999.

Gráfico 1 - Evolução das Reservas Brasileiras - 1988 - 1999



Fonte: DNPM/DIRIN

### 3. PRODUÇÃO

A Rússia detém o primeiro lugar como produtor mundial de minério de níquel concentrado através das empresas Norilsk Nickel, que detém 86% da produção do país, e a Ural Nickel, respondendo pelo restante. Em segundo lugar vem o Canadá, seguido pela Austrália, cuja posição poderá ser mudada com o novo processo PAL (Pressure Acid Leach) de tratamento do minério laterítico e que vem sendo desenvolvido principalmente na Austrália através da tecnologia de extração do níquel por solvente (SX). Esse desenvolvimento, aliado ao declínio do preço do enxofre (agente neutralizador), propiciou a alguns produtores a oportunidade de reconsiderar o maior aproveitamento de minérios lateríticos com outras características, os quais não eram utilizadas para a produção através dos processos tradicionais, além da recuperação do níquel com maior pureza e redução nos custos operacionais. A exploração de três depósitos lateríticos no oeste da Austrália e outros na região do Pacífico Asiático e os desdobramentos na África, Cuba e América Central, resultarão em novos incrementos para a produção mundial.

O Brasil ocupa a 10ª colocação como produtor mundial de concentrado de níquel.

**Tabela 03** **Evolução da Produção Brasileira de Níquel - 1988 - 2000**

ANOS	PRODUÇÃO			
	Ni contido			Ni Eletrolítico
	Minério	Liga FeNi	Matte	
1988	18.667	9.218	-	3.885
1989	18.826	9.445	-	4.028
1990	24.054	8.847	-	4.157
1991	26.376	8.620	-	5.220
1992	29.372	8.742	-	5.926
1993	32.154	8.683	-	7.022
1994	27.706	8.815	-	7.795
1995	29.124	8.497	-	7.179
1996	25.245	9.091	-	7.849
1997	31.936	9.350	1.180	8.849
1998	36.764	8.077	4.670	13.006
1999	43.784	6.502	9.306	16.429
2000	59.209	6.347	8.475	16.906
TOTAL	403.217	110.234	23.631	108.251

Unidade: t

Fonte: DNPM/DIRIN; CPRM/DIECOM

No período de 1988/ 93 a produção de minério de níquel no mundo foi crescente, atingindo 32.154 t de níquel contido no minério.

A redução verificada na produção durante os anos de 1994, 1995 e 1996 foi resultado da falta de estímulo no mercado em função da constante queda nos preços do metal na Bolsa de Metais de Londres (LME) observada desde 1990, originada da diminuição da demanda industrial e do crescimento dos embarques russos de níquel para os depósitos da LME. Isso foi um desastre para alguns produtores marginais do metal para os quais o limite mínimo permitido de comercialização era de US\$ 3,00 por libra-peso e que, no ano de 1994, atingiu US\$ 2,88 por libra-peso.

Outros fatores que contribuíram para a redução na produção do minério foram os custos de transporte e de energia elétrica, que proporcionaram dificuldades no processo de produção, tendo em vista as grandes barreiras enfrentadas pelas empresas quanto à infraestrutura existente nos locais de instalação. Além disso, a demanda por níquel para produção de aço inoxidável apresentou uma significativa retração em 1995, tanto no mercado interno como no mercado externo, que resultou em um déficit de US\$ 35.771.000,00 nas transações comerciais com os países consumidores do metal, principalmente o mercado asiático.

Entretanto, o partir de 1997 começou a ocorrer um aumento gradual na produção de níquel eletrolítico, em função do aumento no consumo de níquel pela indústria de aço

inoxidável nos países asiáticos, e a conseqüente elevação dos preços no mercado internacional em 1998. Esses fatores influenciaram o crescimento da produção de concentrado de níquel no Brasil, com expansão da lavra da Cia Níquel Tocantins, obtendo-se acréscimos de 15%, 19% e 35% na produção nacional de níquel contido até 2000.

### 3.1 Origem da produção/estrutura de mercado

A produção nacional é obtida pelo total de níquel contido na liga FeNi, obtida através da empresa CODEMIN S/A - Empresa de Desenvolvimento de Recursos Minerais, do grupo Minorco; Ni eletrolítico, resultado da Cia Níquel Tocantins, do grupo Votorantim; e níquel contido no matte, da Mineração Serra da Fortaleza do grupo RTZ.

No Estado de Goiás, duas empresas respondem pelo total da produção, a Cia Níquel Tocantins e a CODEMIN S/A., localizadas no município de Niquelândia. As mineralizações são resultados das ações do intemperismo e de alterações hidrotermais sobre rochas básicas,

No ano de 1942, a empresa Comercial de Goiaz foi reorganizada com o nome de Cia Níquel Tocantins, de composição acionária formada pela Cia Mineira de Metais (98,68%), Votorantim Mineração e Metalurgia (0,93%), Cia Nitro Química Brasileira (0,36%) e diversos (0,03%). As minas de lateritas niquelíferas denominadas de Buriti, com reserva medida de 21.196.666 t, Ribeirão do Engenho, com 4.532.671 t, e Vargem Redonda, com 396.984 t, são as que estão em atividade, com desmonte mecânico com capacidade nominal instalada de 17.500 t/ano. Na produção de carbonato de níquel, a empresa absorve 874 empregados na área operacional e 109 na área administrativa. O processo consta de britagem, moagem, redução em fornos, lixiviação amoniacal, filtragem e secagem do carbonato. O carbonato é posteriormente encaminhado a São Miguel Paulista para a obtenção do níquel eletrolítico. O processo inicia-se com lixiviação do carbonato de níquel em meio sulfúrico, com posterior fase de purificação; em seguida a solução é submetida à etapa de extração por solvente, onde se obtém duas linhas de eletrólitos: níquel e cobalto. Esses produtos alimentam as salas de eletrólise, onde se retiram as produções de níquel e cobalto eletrolítico.

A principal aplicação do níquel eletrolítico no mercado externo é para a fabricação de aço inox com tratamento em superfície; no mercado interno as aplicações do minério de níquel, do carbonato de níquel e do níquel eletrolítico são direcionadas à elaboração de aço inox-siderurgia, fundidos de ferro e aço, galvanoplastia, liga com cobre e alumínio, ligas eletroeletrônicas e superligas, manufaturas-artefatos de níquel, produtos químicos.

A empresa CODEMIN S.A., localizada em Niquelândia, GO, de composição acionária da Minorco Brasil Participações Ltda. (89,86%) e outros (10,14%), iniciou em 1982 as suas operações visando à produção de ligas ferro-níquel através do processo pirometalúrgico com capacidade de produção de 600 mil tpa. A empresa absorve um total de 462 empregados na área operacional e 23 na área administrativa.

A principal aplicação da liga FeNi, tanto no mercado interno como externo, é na produção de aço inox.

A Mineração Serra da Fortaleza, localizada em Fortaleza de Minas - MG, de composição acionária da empresa Rio Tinto Mineração (100%), tem capacidade produtiva de 550 mil t de minério de níquel sulfetado por ano e 140 t por hora de concentrado de níquel através do processo de flotação. Com expectativa de vida de 16 anos, o projeto foi viabilizado pelo contrato de fornecimento de 20 mil t/ano durante 10 anos de matte de

níquel (granulado e com teor de 61% do metal, além de cobre e cobalto) para a finlandesa Outokumpu. No início do processo de exploração de abertura da mina subterrânea, houve uma grande quantidade de estéril na proporção de 16:1 em relação ao minério, tornando-se a exploração economicamente viável até a cota 930, a partir da qual é acessado o corpo mineralizado de 6 m de largura da mina subterrânea.

As principais aplicações de matte de níquel são para a fabricação de baterias para telefones celulares e aço inoxidável.

Em 1997, a empresa CODEMIN S.A. investiu em projetos de expansão de sua capacidade produtiva, renovação de equipamentos, obras de infra-estrutura e projetos ambientais, totalizando em US\$ 6.182.683,00. Essa expansão foi acompanhada pela Cia Níquel Tocantins, que previa um aumento de sua capacidade produtiva para 17.500 t/ano de níquel eletrolítico, e pela Mineração Serra da Fortaleza em 10.000 t/ano a partir de 1998, sendo feita uma reavaliação econômica do projeto e observado que seria inviável a implantação da fundição junto à mina. O matte produzido na mina deve ser vendido para reprocessamento à empresa Outokumpu Harjavalta Metals, da Finlândia.

### 3.2 Métodos de Produção e/ou processos tecnológicos

No caso do processamento de minérios lateríticos, muitas opções apresentam-se disponíveis para aplicação. O processo pirometalúrgico, que é utilizado pela CODEMIN S.A. e que se destina à produção do ferro-níquel, utiliza-se de minérios da classe 3, 4 ou 5, que depois de britados, sofrem fusão em fornos elétricos e, em seguida, passam por processo de refino e eliminação das impurezas como o enxofre e o fósforo. Entretanto, o enxofre pode ser aproveitado para a produção do matte, que será tratado de forma semelhante ao utilizado para minérios sulfetados.

O processo hidrometalúrgico (Caron de Lixiviação Amoniacal), usado tradicionalmente pela Cia Níquel Tocantins, é destinado à produção de níquel eletrolítico. O processo de beneficiamento inicial é desenvolvido pela empresa em Niquelândia - GO, onde o minério homogeneizado sofre uma britagem através de britador de rolo duplo, depois é britado e seco ao mesmo tempo num britador de martelos, e na seqüência é moído em moinho de bolas em circuito fechado com ciclones. O minério moído e seco vai para os fornos de redução, onde são adicionados gases redutores (Ni e Co metalizado); em seguida, é resfriado e encaminhado aos tanques de temperatura onde se adiciona solução amoniacal. A polpa sofre ação do ar, oxidando o níquel e o cobalto metálico e estes passam para solução através do processo de lixiviação. Após esta etapa, Ni e Co são extraídos por decantação, a solução rica em níquel, cobalto e cobre é purificada e na seqüência é encaminhada para torres de precipitação e secagem, obtendo-se o carbonato básico de níquel e cobalto. O carbonato de Ni e Co é transportado da unidade em Niquelândia - GO para outra unidade em São Miguel Paulista - SP onde é feita a eletrólise para obtenção do níquel e cobalto metálico.

Na Mineração Serra da Fortaleza o processo de lavra é convencional, com desmonte e carregamento, com utilização de explosivos granulados (60%) e emulsão (40%), para preencher os furos de 3" de diâmetro abertos por perfuratrizes pneumáticas. Na britagem é obtido a granulometria de 150 mm e uma grelha de 500 x 1000mm separa os matacões, desmontados com martelo hidráulico. Da pilha de estocagem o minério é retomado (70 t/h) para abastecimento do moinho semi-autógeno. Uma peneira vibratória horizontal separa a fração fina, que se junta à descarga do moinho de bolas e vai alimentar a ciclonação, formada por quatro equipamentos de 15". Nas etapas de concentração e

fundição do níquel, são utilizados os fornos flash e elétrico, tendo como matéria-prima o minério concentrado via flotação a 7,1%. Para obtenção do matte com 61% de metal, o concentrado é fundido em duas etapas. Na primeira, o concentrado é seco por troca indireta de calor, fornecido por caldeiras a óleo, e segue para a estocagem, que tem capacidade para cinco horas de operação do forno flash, local onde ocorre o primeiro processo, tendo como aditivos a sílica obtida com a areia e o oxigênio proveniente da planta da Air Liquide, construída no complexo Serra de Fortaleza. Através deste processo produtivo, o forno flash gera o matte, que seguirá para um circuito de granulação comum ao forno elétrico, e a escória, que parte diretamente para o forno elétrico, com 8,2 m de diâmetro e potência nominal de 5,3 MVA. Nessa fase, quando ocorre a redução dos óxidos de metais pesados presentes, com destaque para o ferro, cobalto e cobre, é adicionado o coque e, novamente, são gerados matte e uma segunda escória. Esse segundo matte depois de granulado com jatos de água de 1.083 m<sup>3</sup>/h, segue para a estocagem e exportação. Já a escória do forno elétrico é estocada para uso como enchimento da mina subterrânea ou como tapetes drenantes do depósito de rejeito.

Para compatibilizar a granulação dos dois mattes em um mesmo circuito, há um rodízio dos vazamentos, com cada forno esvaziamento seu matte em ciclos de oito horas, num espaço de quatro horas entre um vazamento e outro. Nessa etapa, o metal esco, através de calhas refratárias para uma panela com capacidade para 8t e volume de 1,6 m<sup>3</sup>, movimentada pela ponte rolante até o canal de granulação, onde o metal é despejado.

Em 1995, a Mineração Serra da Fortaleza do grupo RTZ, concluiu o estudo de viabilidade e iniciou o estudo de engenharia de detalhamento do projeto. O custo destas atividades totalizou em US\$ 2.900.000,00, sendo executada neste mesmo ano uma campanha de sondagem adicional na área a céu aberto com o objetivo de melhorar o nível de detalhe geológico. O custo total dos projetos de terraplanagem e tratabilidade do rejeito na área industrial foi de US\$ 5.657.000,00, durante o ano de 1995. Outro projeto em destaque foi o de Barro Alto, que envolvia a construção de uma usina metalúrgica com capacidade anual de produção de cerca de 20.000t de níquel contido, sendo a sua alimentação proveniente da jazida de Barro Alto. Em 1995, estavam em andamento os estudos específicos sobre insumos básicos tais como energia elétrica, óleo combustível, carvão e enxofre; alterações básicas dos parâmetros de processo e equipamentos; planejamentos para coleta de grandes volumes de amostras de capeamento, para testes de pelotização em escala laboratorial; adequação do plano de lavra para obtenção da alimentação requerida da planta.

A METAGO – Metais de Goiás S/A, no sentido de viabilizar o depósito de Americano do Brasil – GO através da ampliação das reservas de sulfeto de níquel, assinou, em 14 de março de 1994, um contrato de pesquisa com opção de arrendamento da jazida com a Mineração Serra da Fortaleza. No segundo semestre de 1998, foram realizados pela METAGO – Metais de Goiás S.A. trabalhos de levantamentos geofísicos pelo método Transient Elétrico-Magnético (TEM) em Americano do Brasil, detectando anomalias que poderão contribuir significativamente para o aumento das reservas do Estado de Goiás. Foram realizados novos estudos que visavam a ampliação das reservas e aproveitamento do depósito através de concentrados de níquel que tinham como objetivo serem utilizados na unidade de metalurgia na mina de Fortaleza de Minas.

A BAMISA – Barro Alto Mineração S.A. desenvolveu um programa de pesquisa/perspectiva de lavra de níquel em Barro Alto e Goianésia no Estado de Goiás, para ser submetido ao Departamento Nacional de Produção Mineral e implementado a partir de 1999. Foi feito um estudo de viabilidade econômica para implantação de uma

unidade minero-metalúrgica que inclui a instalação de uma planta metalúrgica para produção de ferro-níquel a partir do minério de níquel em Barro-Alto – GO.

#### 4. COMÉRCIO EXTERIOR

A produção nacional de semimanufaturados, incluindo ferro-níquel, ligas de níquel em forma bruta, mattes de níquel, sinters de óxido de níquel, catodos de níquel e desperdício e resíduos de níquel, é exportada para a Alemanha (41%), Japão (17%), Bélgica (15%) Finlândia (12%), Estados Unidos (8%) e outros (15%). Os compostos químicos incluindo óxido níqueloso, hidróxido de níquel e sulfato de níquel são destinados à Bélgica (65%), Alemanha (16%), Espanha (8%), Estados Unidos (4%) e Argentina (3%).

Toda a produção de matte de níquel e níquel contido no matte da Mineração Serra da Fortaleza Ltda. é exportada para a Finlândia para ser refinada na Outokumpu.

A CODEMIN S.A. exporta sua produção de níquel contido na liga ferro-níquel aos países europeus, para a produção de aço inox.

A Cia Níquel Tocantins exporta o níquel eletrolítico principalmente para os Estados Unidos, Singapura e Japão para tratamento de superfície e produção de aço inox.

ANOS	EXPORTAÇÃO <sup>1</sup> (A)		IMPORTAÇÃO <sup>2</sup> (B)		SALDO (A-B)	
	Quantidade (t)	Valor US\$ FOB (10 <sup>3</sup> )	Quantidade (t)	Valor US\$ FOB (10 <sup>3</sup> )	Quantidade (t)	Valor US\$ FOB (10 <sup>3</sup> )
1988	3.807	42.589	1.546	23.570	2.261	19.019
1989	3.982	56.023	2.021	11.800	1.961	44.223
1990	5.861	53.939	2.833	33.887	3.028	20.052
1991	8.009	70.303	3.395	36.318	4.614	33.985
1992	7.435	55.175	4.550	38.384	2.885	16.791
1993	8.844	49.385	5.141	34.473	3.703	14.912
1994	8.402	54.445	6.080	40.932	2.322	13.513
1995	8.000	70.960	7.637	75.658	363	-4.698
1996	9.800	74.552	8.002	76.566	1.798	-2.014
1997	12.619	38.667	8.375	80.135	4.244	-41.468
1998	17.518	64.804	7.560	43.116	9.958	21.688
1999	22.138	99.877	10.064	68.740	12.074	31.137
2000	21.917	173.120	12.284	83.903	9.633	89.217
Total	138.332	903.838	79.488	647.482	58.844	256.356

Fonte: CACEX (1989-2000)/CIEF (1989-91); DNPM/DIRIN

<sup>(1)</sup> e <sup>(2)</sup> Dados de Ni contido na liga FeNi, no matte (à partir de 1998) e níquel eletrolítico

Obs.: dados nacionais

A produção das empresas nacionais tem se direcionado ao mercado externo em função: do elevado grau de concentração de demanda; do surgimento de novas empresas, como a de origem australiana que aplica modernos processos de produção como a PAL; da reestruturação da indústria de níquel, como é o caso da Indonésia, a Nova Caledônia e as Filipinas, visando maior competitividade com a formação de *joint-ventures* absorvendo um maior número de minério importado, formando assim uma melhor estrutura de preço. Com isto, destina-se uma parcela reduzida ao mercado interno brasileiro, o que explica o aumento no nível das importações de níquel.

O crescimento das exportações brasileiras, a partir de 1996, foi impulsionado pelo acesso da ACESITA à rede exportadora da *holding* francesa Usinor, juntamente com a conquista de novos mercados.

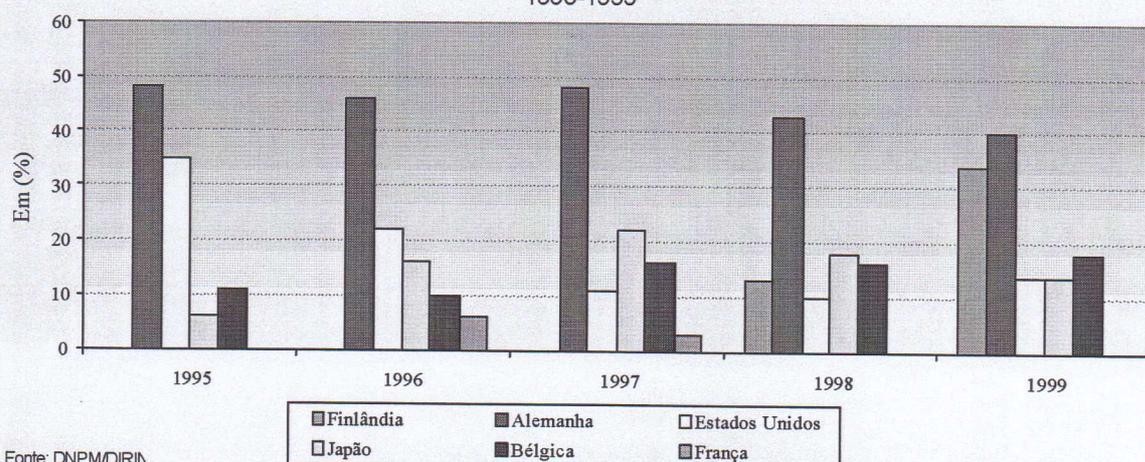
O níquel é consumido internamente na forma de ferro-níquel com teor oscilando entre 20% e 40% e na forma de níquel eletrolítico com teor de 99,9% de níquel.

O setor de maior demanda pelo metal é a siderurgia, onde 80% destinam-se à produção de aço inox, sendo o restante direcionado a outras espécies de aços que utilizam níquel em percentuais que variam entre 0,2% e 2,0% e artefatos como galvanoplastia, alpacas (ligas metálicas) e outros.

A Noruega, Alemanha, Finlândia, Estados Unidos, Alemanha e o Japão são os países de maior demanda pelo metal em todas as suas formas.

O consumo mundial é de aproximadamente 960 mil t/ano. Os países da América do Norte e da Europa consomem 43% do total mundial. O consumo brasileiro atinge cerca de 14 mil t/ano, ou 1,5% do níquel consumido no mundo. Os países do sudeste asiático são grandes consumidores do metal, com um volume 371 mil t/ano, representando 38,6% do total. O nível de consumo no Japão (maior consumidor mundial) tem-se situado entre 150 e 180 mil t/ano. Coréia do Sul, Taiwan e China vêm apresentando crescimento significativo do consumo de níquel. Ressalta-se que o consumo russo vem apresentando significativa redução com conseqüente incremento da produção destinada ao mercado mundial.

Gráfico 2 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS QUANTIDADES EXPORTADAS DE LIGA FERRO-NÍQUEL SEGUNDO PAÍSES 1995-1999



Fonte: DNP/DIRIN

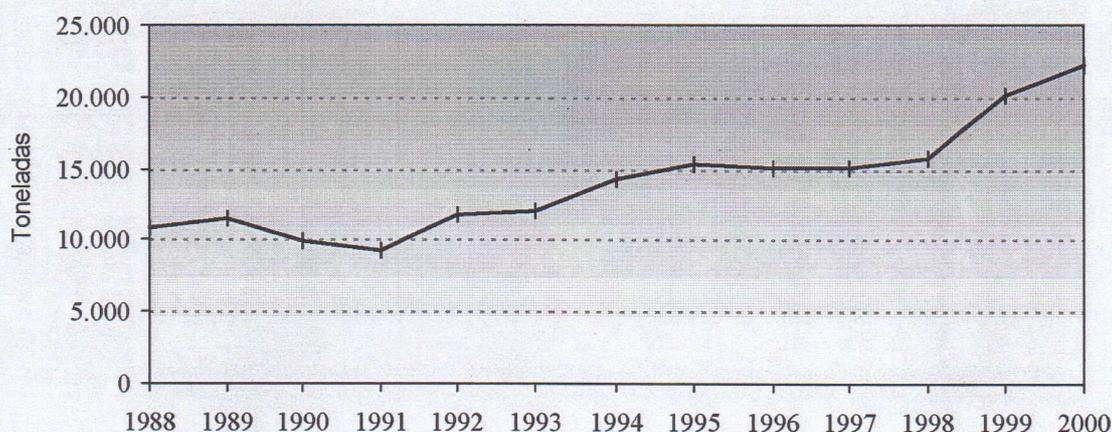
De maneira geral podemos verificar a participação internacional média nas exportações brasileiras da liga ferro-níquel pela Alemanha em 43,27%, os Estados Unidos com 17,69%,

o Japão (14,62%), a Bélgica (13,65%), a Finlândia (9,04%) e a França com 1,73%, no período de 1995 a 1999.

## 5. CONSUMO APARENTE

A queda na demanda mundial de níquel, no período de 1988 a 1991, se deu em função da redução na produção de aço inoxidável. A partir de 1993, observou-se uma aceleração no consumo devido aos crescentes investimentos, principalmente no setor de aço inoxidável, provocando a recuperação da economia asiática que promoveu um maior desenvolvimento tecnológico na aplicação do metal, chegando a atingir US\$ 903,838,000.00.

Gráfico 3 - Comportamento do Consumo Aparente de Níquel contido na Liga FeNi, no Matte e no Níquel Eletrolítico - 1988 - 2000



Fonte: DNP/DIRIN; CPRM-DIECOM

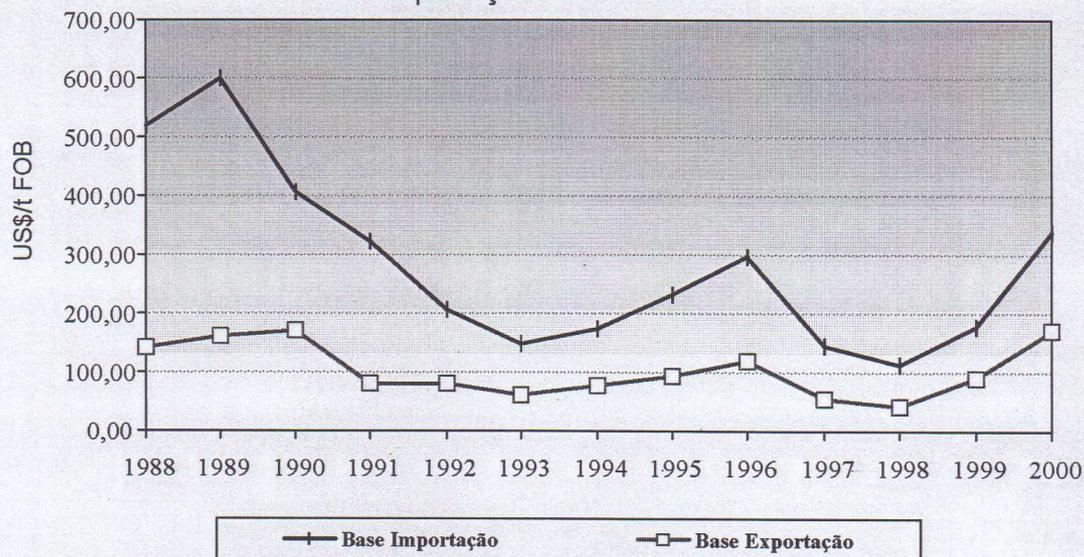
Os principais setores consumidores foram à metalurgia, fundição, galvanoplastia, alpaca e outros e, as principais empresas do setor siderúrgico usuárias foram: Cia de Aços Especiais Itabira - Acesita em Minas Gerais, Aços Finos Piratini S.A. no Rio Grande do Sul, Metalurgia Mogi-Guaçu Ltda. em São Paulo, Cia Siderúrgica Nacional no Rio de Janeiro, Eletrometal S.A. em São Paulo, Mannesmann S.A. em Minas Gerais e Siderurgia Riograndense S.A. no Rio Grande do Sul.

A produção brasileira evoluiu de 13.013 t, em 1988, para 31.728 t, em 2000, de níquel contido no matte, na liga e o níquel eletrolítico. Neste mesmo período, a produção mundial de aço inoxidável cresceu a uma taxa média anual de 4,6%. Já entre 1995 e 2000, a taxa foi de apenas 2,6% a.a.. Passadas as crises do México, Rússia e Ásia, a produção se recuperou em 2000, apresentando maiores perspectivas nas taxas de crescimento.

## 6. PREÇOS

O níquel em todas as suas formas (semimanufaturados, manufaturados, compostos químicos, bens primários e compostos químicos), foi comercializado ao preço real médio\* constante, no período de 1988/2000, de US\$ FOB 111,92/t base exportação (para o mercado externo) e US\$ 305,97/t base importação (para entrada no País).

Gráfico 4 - Cotação de Preços<sup>1</sup> de Níquel<sup>2</sup> - Base Exportação e Importação - 1988 - 2000



Fonte: MICT/SECEX; DNPMDIRIN

<sup>1</sup> Corrigidos pelo índice inflacionário do EUA

<sup>2</sup> Inclui níquel em todas as suas formas: Exportação: Semimanufaturados, Manufaturados e Compostos Químicos; Importação: Bens Primários, Semimanufaturados, Manufaturados

A diferença no valor da cotação no mercado nacional e internacional é explicada pela maior proporção de envio do metal ao mercado externo em relação à quantidade de entrada do mesmo no País. Internamente, sua cotação foi influenciada pelas crises econômicas mundiais como a do México, da Rússia e da Ásia e pela variação cambial. Entretanto o desenvolvimento de depósitos lateríticos através do novo processo de PAL (Pressure Acid Leach), tende a reduzir os custos operacionais e, conseqüentemente, os preços, sinalizando para uma redução dessa volatilidade.

No final da década de 80, devido ao crescimento da produção de aço inox, onde o minério tem sua maior aplicação, registraram-se significativas altas nos preços, chegando em sua cotação máxima de US\$ 599,00/t na base importação e US\$ 143,00/t base exportação (corrigido pela inflação dos EUA)

\* A metodologia adotada para a cotação de preço real do níquel para comercialização baseou-se, no valor da comercialização F.O.B. e na quantidade importada e exportada do metal. Para uma maior aproximação do preço real de mercado, foram levadas em consideração o índice inflacionário do referido período ano a ano [(Valor da Produção/Quantidade Comercializada) X (%inflacionário dos EUA do ano em estudo)].

A partir de 1990, com o metal sendo cotado a US\$ 405,00/t para importação, o cenário indicava queda dos preços no mercado internacional. Considerando o período entre 1991/93, o preço continuou em fase declinante por força de um maior crescimento na produção de níquel em relação à demanda. De 1993 até 1996, o preço atingiu um patamar médio de US\$ 148,00/t para importação e US\$ 59,66/t para exportação. A partir de 1996, a taxa de crescimento da produção suplantou a da demanda ocasionando um processo de redução ainda maior no preço do níquel verificado em 1998. Sendo também registrado neste mesmo ano, a cotação mais baixa do metal no período em estudo, com o preço chegando a US\$ 112,00/t para importação e US\$ 41,00/t para exportação, influenciado pela crise econômica asiática, pois o Japão destaca-se como o maior consumidor mundial de níquel para a produção de aço inoxidável.

Em 1999, foi registrada uma tendência de elevação na média dos preços do metal devido ao aumento da demanda global, impulsionada pelas siderúrgicas asiáticas e queda dos estoques. A ACESITA, principal fabricante de aços especiais da América Latina adotou a partir de 1999, uma nova política de preços para o aço inoxidável, baseando-se na cotação internacional do níquel com reajuste automático. Em 2000, foi registrada uma pequena queda no início do ano, mas a tendência de alta se manteve, alcançando US\$ 338,00/t para compra e US\$ 171,00 t para venda, o que significa um crescimento de 91,01% sob o preço médio base importação e exportação obtido no ano anterior, além de ser a cotação mais alta observada ao longo dos últimos nove anos.

## 7. BALANÇO CONSUMO – PRODUÇÃO

Em 1997, iniciaram as operações do projeto Fortaleza de Minas, do grupo Rio Tinto Zinc, localizado ao sudeste do Estado de Minas Gerais, com investimento total de US\$ 233 milhões. As reservas de minério de níquel sulfetado totalizaram 1.809.740 t com 2,59% de níquel contido, com uma produção de 8.475 t de níquel contido no matte em 2000.

A Cia Níquel Tocantins, com apoio do BNDES, desenvolveu um projeto iniciado em 1997 e finalizado em junho de 1998, visando o aumento de sua capacidade produtiva, o que resultou numa produção de 35.233 t de carbonato de níquel e 16.906 t de níquel eletrolítico em 2000.

A CODEMIN, também em 1997, implementou um projeto de investimento no valor US\$ 6,2 milhões para expansão de sua capacidade de produção através da renovação de equipamentos, concluído no mesmo ano, alcançando uma produção de 6.347 t de níquel contido na liga FeNi em 2000.

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

A Barro Alto Mineração S/A, do grupo Anglo American, tem um programa de pesquisa, prospecção e estudos de viabilidade econômica de lavra de níquel na região de Barro Alto no Estado de Goiás, onde foram estimados investimentos na ordem de US\$ 750 milhões para colocar em operação as minas da região. A reserva é de 117 milhões de toneladas de minério com teor de 1,52% de níquel e vida útil de 20 anos. O projeto tem perspectivas de implantação em 2002, alcançando uma produção estimada de 100 mil t, representando 20% do mercado internacional. Foram investidos US\$ 17 milhões nos

últimos dois anos, em estudos de geologia dos depósitos minerais, em 50 mil metros de sondagens e em 61,2 mil análises químicas de amostras das jazidas.

A Cia Vale do Rio Doce (CVRD) vem mostrando interesse pelo mercado do níquel com investimentos previstos na ordem de US\$ 600 milhões no Projeto Vermelho, localizado em Carajás, município de Parauapebas, no Pará. Foi realizada uma revisão num antigo estudo de exploração da jazida de 100 milhões de toneladas de minério, tendo sido decidido usar a rota de recuperação pirometalúrgica do metal, obtendo uma produção anual de 30 mil toneladas de concentrado com teor médio de 1,52%.

Na região Morro do Leme no município de Comodoro – MT, foram realizadas pesquisas que constataram reservas em um total de 14.306.000 t de níquel laterítico com teor médio de 1,8%.

Os anos de 1997 e 1998, foram marcados pela 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, o setor siderúrgico mundial apresenta significativa recuperação tanto em termos de demanda quanto de preços.

O fato de 70% de o níquel refinado mundial ser consumido no setor siderúrgico, sendo que 80% deste consumo é direcionado à produção de aços inoxidáveis, faz com que as perspectivas futuras para o níquel sejam dependentes do comportamento deste mercado. No período 1988/99, o setor siderúrgico teve uma taxa média anual de crescimento de 4,6%, totalizando, em 2000, uma produção de 16,6 milhões de t na produção de aço inoxidável e uma perspectiva de crescimento até 2003 em 19,3 milhões de t.

A produção de aço inoxidável brasileiro registrou, em 1999, um total de 250 mil t, tendo atingindo, na década de 90, um valor em torno de 170/180 mil t/ano. Em 1999, a ACESITA foi responsável pela produção de 226 mil t. Essa empresa está desenvolvendo alterações no mix de produção, visando adequar a capacidade de laminados planos às necessidades do mercado exportador, dado que a empresa vem interagindo seus negócios segundo as estratégias mundiais da Usinor. Sua atual produção é de 320 mil t de laminados inoxidáveis planos, pretendendo alcançar 650 mil t. Sua produção de laminados a frio atinge 210 mil t, devendo passar para 310 mil t após as alterações, e de 110 mil t de laminados a quente, devendo alcançar, segundo suas perspectivas para o mercado, 340 mil t. Essa é uma estratégia que objetiva um maior atendimento a países da Europa, Mercosul e Ásia.

O consumo de aço inoxidável, projetado para 2003, deverá ser maior nos produtos laminados planos, com incremento médio anual de 6,0%, contra 2,7% dos produtos longos. A taxa média de crescimento total para o consumo de aço inoxidável deverá atingir cerca de 5% no período de 2000/03, atingindo 17,5 milhões de t em 2003.

Em nível mundial, a tendência de utilização de aços especiais na siderurgia passa por rígidas exigências de qualidade. Entre os aços especiais, destacam-se os inoxidáveis, que são utilizados quando se necessitam de materiais resistentes à corrosão, apresentação estética e condições de higiene, absorvidos nas cutelarias, construção civil, indústria química, indústria alimentícia, móveis, moedas e bens de consumo duráveis.

Os três grandes grupos Votorantim, Anglo American e Rio Tinto Zinc, que controlam 100% da mineração de níquel no Brasil, pretendem investir no período de 2001 a 2007, US\$ 1,4 bilhão na elevação da sua capacidade de produção de 34 mil t para 107 mil t. Trata-se de um salto de 214,0%, baseado no crescimento médio anual de 6,2% no consumo de aço inoxidável no Brasil, além dos grandes saltos nos níveis de produção e exportação da

Acesita, visando atender ao forte aquecimento na demanda mundial do metal pela indústria de aço inoxidável.

Em 1999, a Acesita, do grupo francês Usinor que detém 90% de participação no mercado nacional, produziu 238,2 mil toneladas das 259,0 mil toneladas de aço inox produzido no País. Em 2000, aumentou 42% de sua produção em relação ao ano anterior. Entretanto, a expansão da produção brasileira de aço inoxidável provocou a redução das exportações de níquel eletrolítico pela Cia Níquel Tocantins.

O crescimento das exportações brasileiras foi impulsionado pelo acesso da Acesita à rede exportadora do *holding* francesa Usinor Stainless. A desvalorização do real também deixou o aço competitivo no exterior, possibilitando à empresa combinar ampliação de vendas e margens com distribuidores dos setores de linha branca, alimentação, bens de capital e construção civil.

A situação favorável do mercado do níquel provocou redução nos estoques e elevação na média dos preços, o que vem estimulando o grupo Votorantim a investir US\$ 50 milhões para elevar a produção das suas minas em Niquelândia (GO) para 20 mil t até 2002. Nesta mesma região, o grupo Anglo American está projetando um aumento de 43% no seu faturamento médio desde 1999, quando a receita bruta com a venda de níquel produzido pela indústria goiana posicionou-se em torno de 44,7% em relação ao ano anterior, sendo resultado do significativo aumento no preço internacional, causado pela retomada do crescimento econômico asiático e conseqüente aumento da demanda pelo produto a partir de 1998.

A RTZ continua exportando 100% de sua produção de matte de níquel, extraída da Serra da Fortaleza (MG), para sua refinadora Outokumpu. Entretanto, o aquecimento do mercado estimulou que o grupo fizesse operações de *hedge* (proteção futura de preço) nos negócios de níquel no Brasil.

O processo PAL (Pressure Acid Leach), que está em desenvolvimento na região do Pacífico da Ásia e no Oeste da Austrália, onde se encontram minérios lateríticos com a necessária especificidade, 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, mas requer altas escalas de produção, possibilitando também a recuperação de cobalto em níveis elevados.

Segundo estimativa do BNDES, a demanda mundial de níquel, no período de 2000/05, crescerá a uma taxa média de 4,0% ao ano, atingindo, em 2005, o montante de 1,35 milhão de t, assumindo que cada tonelada de aço inox austerítico contenha no mínimo 7% de níquel.

Em relação ao Brasil, segundo o BNDES, projeta-se que o consumo de aço inox no país apresenta taxa média anual de crescimento de 6,2% no período de 2001 a 2007. A demanda interna de níquel em 2010, segundo as projeções alcançou 42,9 mil toneladas, indicando uma necessidade de suprimento adicional de capacidade de 27,8 mil toneladas para atendimento ao aumento esperado do consumo. Em 1999, o consumo já havia alcançado 20,2 mil toneladas.

A exportação projetada pelo BNDES para 2010, totalizará 35,2 mil toneladas que, comparada à de 1997, quando foram exportadas 12,6 mil toneladas, o que indica uma necessidade de mais 22,6 mil toneladas para atender à demanda internacional. Em 1999, a exportação alcançou 22,1 mil toneladas de níquel contido.

O investimento necessário para atender à demanda projetada (consumo interno + exportação), em 2010, será de US\$ 1,6 bilhão, sendo US\$ 885 milhões para atender a expansão do consumo no mercado interno e US\$ 717 milhões para atender o crescimento do mercado externo.

<b>Tabela 05</b>		<b>Balanço Produção-Consumo de Níquel - 1988 - 2000</b>		
ANOS	PRODUÇÃO <sup>1</sup> (A)	CONSUMO <sup>2</sup> (B)	SALDO (A) - (B)	
<b>HISTÓRICO</b>				
1998	14.649	10.842	3.807	
1999	15.494	11.512	3.982	
1990	15.837	9.976	5.861	
1991	17.235	9.226	8.009	
1992	19.218	11.783	7.435	
1993	20.846	12.002	8.844	
1994	22.690	14.288	8.402	
1995	23.313	15.313	8.000	
1996	24.942	15.142	9.800	
1997	27.754	15.135	12.619	
1998	33.313	15.795	17.518	
1999	42.301	20.163	22.138	
2000	44.132	22.215	21.917	
<b>PROJEÇÃO</b>				
2005	58.032	32.558	25.474	
2010	71.932	42.900	29.032	

Unidade: t

Fonte: CACEX (1989-2000)/CIEF (1989-91); DNPM/DIRIN

<sup>(1)</sup> Produção + Importação

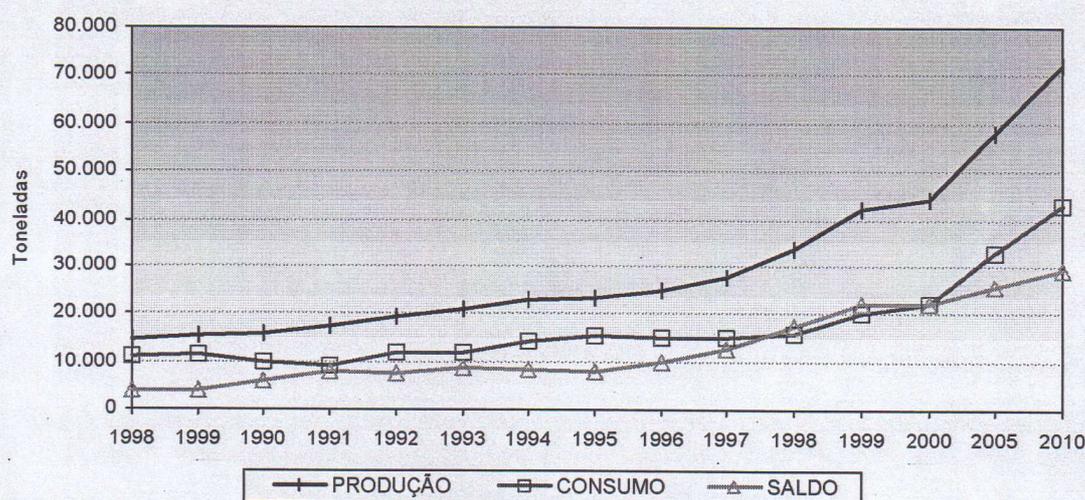
<sup>(2)</sup> Consumo Aparente.

Os preços do níquel apresentaram alta volatilidade no período de 1988 a 2000. O desenvolvimento de depósitos lateríticos através do novo processo de PAL (Pressure Acid Leach) propõe a redução nos custos operacionais e que poderá refletir nos preços, sinalizando para uma possível redução desta volatilidade. Caso ocorra este resultado, será proporcionada uma expansão da oferta, possibilitando a ampliação do mercado consumidor no longo prazo.

Analisando as reservas conhecidas, as que estão em avaliação, juntamente com os projetos em perspectivas, com tecnologias convencionais como a Cia Níquel Tocantins, para produção de níquel eletrolítico, a Serra da Fortaleza na produção de matte de níquel e

a implantação do Projeto Barro Alto da Anglo American, conclui-se que no Brasil possui minério de níquel, tanto laterítico quanto sulfetado, compatível com o potencial de crescimento da demanda futura. A empresa CODEMIN S.A., por não ter disponibilidade maior na produção, poderá recorrer a importações de níquel advindas da Venezuela, através da Loma de Níquel, que é uma empresa do mesmo grupo Anglo American.

Gráfico 5 - Balanço Produção-Consumo de Níquel - 1988 - 2010



Fonte: CACEX; CIEF; DNPM/DIRIN

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABREU, Sylvio Fróes. **Recursos Minerais do Brasil** MIC-INT. Rio de Janeiro. Vol.II. 1962.
- ANDRADE, Luiz Maurício Amarante de, et alii. IBGE- Área de Operações Industriais2/ Gerência Setorial 3, Boletim n.º 31 – Janeiro/2000 – **Aço no Brasil: Desempenho em 99 e Perspectiva para 2000.**
- ANDRADE, Luiz Maurício Amarante de, et alii. IBGE- Área de Operações Industriais2/ Gerência Setorial 3, Boletim n.º 33 – Junho/2000 – **Aço Inoxidável: Novo Ciclo de Crescimento.**
- ANDRADE, Manoel Corrêa, **Geografia Econômica**, Editora: Atlas, 9ª Edição, 1997.
- ANDRADE, Maria Lúcia Amarante, et alii. Informe Setorial Mineração e Metalurgia. **Impacto da Crise Asiática no Mercado de Níquel.** Jun/1998. Nº 17.
- ANDRADE, Maurício Ribeiro de, BOTELHO, Luiz Carlos A. **Perfil analítico do níquel** 1974. Rio de Janeiro. DNPM.
- BNDES. Relato Setorial – Mineração e Metalurgia, nº 01 –2000
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro.** Brasília, DNPM. 1989,1990, 1991, 1992,1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 E 2000.

- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral**. Brasília, DNPM, 1989,1990, 1991, 1992,1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 E 2000.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Balanço Mineral Brasileiro**. Brasília, DNPM, 1988.
- MARQUES, Marineide. **A importância da mineração para a economia do Brasil**. Revista Brasil Mineral. São Paulo, p.7.set.1993.
- MINERALES & MINERALES – Projeto Inovador – Serra da Fortaleza mostra seu potencial. Jan/fev-2000, pg.37-39
- REVISTA BRASIL MINERAL, Abril 1997, nº 149 pg.16.
- REVISTA BRASIL MINERAL, Março 2000, nº 192 pg.32-43.
- SCHMALTZ, Walter Hugo – Evolução do Setor Mineral de Goiás. 1983. DNPM. pg.81.
- WATKINS, Melville. “**Teoria do Crescimento Econômico Baseado no Produto Primário**”, maio de 1963, in Schwartzman, Jacques (Org.): Economia regional - Textos escolhidos. Belo Horizonte, Cedeplar, 1977.

---

\* Técnica em Recursos Minerais  
6º Distrito do DNPM  
Tel: 62 241-5044