

1. ALUMÍNIO

A bauxita, rocha que deu nome ao minério de alumínio, foi identificada pela primeira vez em 1821, na localidade de Les Baux, no sul da França, por Berthier. Nessa época o metal alumínio ainda não era conhecido.

O alumínio é o mais abundante elemento metálico da Terra, sendo o mais moderno dos metais comuns, tendo sido isolado em 1825 e introduzido ao público em 1855. O seu desconhecimento ao longo do tempo, deve-se ao fato de que, ao contrário de outros elementos metálicos (cobre ou ferro), ele não ocorre naturalmente em sua forma metálica, existindo sempre em combinação com outros elementos, principalmente o oxigênio, com o qual forma um óxido extremamente duro, conhecido como alumina.

É reconhecido, entretanto, que há mais de 7 mil anos fabricantes de peças cerâmicas, na Pérsia, utilizavam um tipo de barro contendo óxido de alumínio. Os egípcios e os babilônios utilizavam outros minerais contendo alumínio na fabricação de cosméticos e produtos medicinais.

Em 1808, Humphrey Davy conseguiu provar a existência do alumínio, dando-lhe este nome. Após este fato, em 1825, o físico alemão Hans Christian Oersted isolou pela primeira vez o metal, enquanto a primeira obtenção industrial do alumínio por via química foi realizada por Sainte-Claire Deville, em 1854.

Já nesse período, percebeu-se a grande possibilidade de aplicação que o metal teria em diversos setores da indústria, por suas características em relação aos outros metais até então utilizados.

Atualmente, para a obtenção do alumínio em escala industrial, a bauxita passa por um processo de moagem e, misturada a uma solução de soda cáustica, dá como resultado uma pasta que, aquecida sob pressão e recebendo uma nova adição de soda cáustica, se dissolve formando uma solução que passa por processos de sedimentação e filtração, que eliminam as impurezas.

Observa-se então, que a alumina é o resultado do processamento químico da bauxita, conhecido como processo *Bayer*. Essa operação se realiza na refinaria, onde o minério é transformado em alumina calcinada, a qual posteriormente será utilizada no processo eletrolítico. Através de uma reação química, a alumina será precipitada através do processo de cristalização por semente. O material cristalizado é lavado e secado através de aquecimento para que o primeiro produto do processo de produção do alumínio, o óxido de alumínio de alta pureza, ou alumina (um pó branco e refinado), seja obtido.

A alumina produzida será o principal insumo para a produção do alumínio que, pelo processo de redução, é transformada em alumínio metálico. Trata-se de um processo eletrolítico através de corrente elétrica descoberto por Paul Louis Toussaint Héroult (Normandia, França) e Charles Martin Hall (Ohio, EUA). Em 1886, esses dois pesquisadores, sem se conhecer, inventaram ao mesmo tempo o procedimento de produção de alumínio, mais conhecido como processo *Hall-Héroult*.

O consumo de eletricidade para a produção de alumínio é altamente intensivo, porém vem decrescendo sistematicamente (enquanto em 1940, a indústria consumia 24.000 KWh/t, as modernas fundições de hoje consomem 13.000 KWh/t).

Em termos dos volumes utilizados na seqüência de obtenção do alumínio, são necessárias aproximadamente 2,3 t de bauxita para a produção de 1 t de alumina, e 1,95 toneladas de alumina são necessárias para produzir 1 tonelada de alumínio no processo de redução.

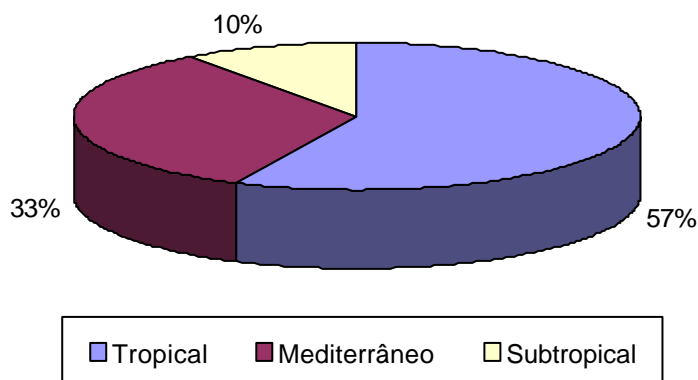
A bauxita é a principal matéria-prima utilizada na indústria do alumínio. Trata-se de uma rocha constituída, principalmente, de minerais hidratados de alumínio. Cerca de 95% da produção mundial de bauxita são utilizados na produção de alumina. Essa é a bauxita denominada bauxita grau metalúrgico, cujas especificações são as seguintes: mínimo de 55% de Al_2O_3 , máximo de 7% de SiO_2 reativa, 8% de Fe_2O_3 e 4% de TiO_2 . As bauxitas também são empregadas nas indústrias químicas (sulfato de alumínio), de abrasivos e de cimento (aluminoso). São as bauxitas grau não-metalúrgico ou refratárias (alta alumina), cujas especificações em base calcinada são: mínimo de 85% (em peso) de Al_2O_3 , máximo de 7% de SiO_2 reativa, máximo de 3,75% de Fe_2O_3 e máximo de 3,75% de Tio_2 com densidade relativa de 3,1.

O alumínio pode ser substituído pelo cobre em muitas aplicações, principalmente no setor elétrico. O magnésio e o titânio são substitutos para o alumínio em diversos usos estruturais e de transporte, porém com custos mais elevados. O aço também é um substituto em aplicações nas quais a economia em peso não é relevante. O aço, o ferro e a madeira competem com o alumínio na indústria da construção civil. Na indústria de embalagens, o aço, o plástico, o vidro e o papel são concorrentes, apesar do alumínio aumentar sua participação nesse setor.

2. RESERVAS

Geograficamente, a maior parte das reservas do mundo encontra-se localizada em regiões tropicais e subtropicais. De acordo com informações do *International Aluminium Institute* (IAI), a bauxita ocorre em três principais tipos de climas, que são apresentadas no gráfico 1: Tropical (57%), o Mediterrâneo (33%) e o Subtropical (10%).

Gráfico 1 - Distribuição Geográfica das Reservas de Bauxita no Mundo (2001)



Fonte: International Aluminium Institute - IAI (2001)

O Brasil, atualmente, é o terceiro maior detentor de reservas de bauxita do mundo, com aproximadamente 3,52 bilhões de t (reservas medidas + indicadas + inferidas). As reservas brasileiras são caracterizadas por apresentarem características tanto de grau metalúrgico (83,7%), utilizadas na produção de alumínio primário, bem como de grau não-metalúrgico ou refratário (16,3%).

As reservas brasileiras de bauxita são do tipo trihidratado, enquanto que jazidas encontradas na França, Grécia e Hungria, são do tipo monohidratados. Esse fato é essencialmente positivo, pois as plantas de alumina projetadas para utilizarem bauxitas trihidratadas exigem pressões e temperaturas mais baixas, o que implica custos de tratamentos menores. Além disso, as reservas cubadas no Brasil apresentam características químicas que se enquadram nos padrões exigidos pelo mercado mundial, tanto para grau metalúrgico como para refratário, o que significa dizer que são excelentes reservas para o padrão internacional.

Cinco estados brasileiros (São Paulo, Pará, Santa Catarina, Minas Gerais e Maranhão) são detentores de reservas de bauxita grau metalúrgico. Essas reservas encontram-se altamente concentradas geograficamente. Somente no estado de Pará encontram-se 90,8% dessas reservas que, quando somadas às reservas de Minas Gerais, perfazem 98,3%. As reservas (medidas, indicadas e inferidas) desse tipo de bauxita são da ordem de 2,95 bilhões de t, sendo que 80% referem-se às reservas medidas e indicadas.

Da mesma forma que as reservas de grau metalúrgico, as reservas de bauxita refratária encontram-se concentradas naqueles dois estados, ou seja Minas Gerais (45,5%) e Pará (35%). Os demais estados detentores de reservas desse tipo de bauxita são: Amapá, São Paulo, Espírito Santo, Santa Catarina e Rio de Janeiro. O volume total das reservas de bauxita refratária (medidas, indicadas e inferidas) é de 573,9 milhões de toneladas, as reservas medidas e indicadas somam 83,7%.

| Tabela 01 | | Reservas de Bauxita Metalúrgica - 2000 | | | | |
|------------------|------------------|---|---|------------------|------------------|------------------|
| UF | Medida | | | Indicada Minério | Inferida Minério | Total Minério |
| | Minério | Contido | Teor* (% Al ₂ O ₃) | | | |
| MA | 12.456 | 5.979 | 48,00 | 32.345 | - | 44.801 |
| MG | 87.388 | 33.715 | 38,58 | 121.482 | 11.668 | 220.538 |
| PA | 1.681.788 | 848.801 | 50,47 | 417.601 | 577.776 | 2.677.165 |
| SC | 598 | 281 | 47,00 | 1.077 | 518 | 62.844 |
| SP | 2.070 | 934 | 45,14 | 351 | 39 | 2.406 |
| Total | 1.784.301 | 889.711 | 49,86 | 572.856 | 590.001 | 2.947.157 |

Unidade: 1000 t

Fonte: DNPM/DIRIN

* Teor médio ponderado da reserva medida

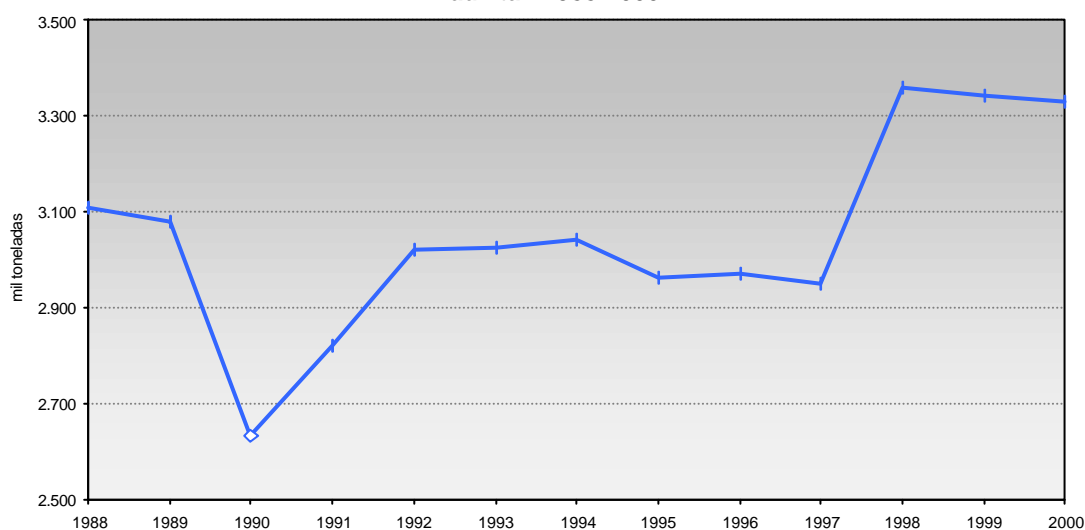
| Tabela 02 | | Reservas de Bauxita Refratária – 1999 | | | | |
|------------------|----------------|--|---|------------------|------------------|----------------|
| UF | Medida | | | Indicada Minério | Inferida Minério | Total Minério |
| | Minério | Contido | Teor* (% Al ₂ O ₃) | | | |
| AP | 24.688 | 11.110 | 45,00 | 10.823 | 26.265 | 72.886 |
| ES | 6.312 | 2.665 | 42,22 | 4.235 | 489 | 13.701 |
| MG | 95.721 | 33.794 | 35,31 | 154.465 | 10.655 | 260.841 |
| PA | 116.696 | 80.920 | 69,34 | 50.137 | 34.261 | 201.094 |
| RJ | 3.656 | 1.998 | 54,64 | 1.244 | 135 | 5.035 |
| SC | 2.544 | 1.184 | 46,54 | 2.478 | 5 | 6.211 |
| SP | 5.100 | 2.616 | 51,29 | 2.471 | 568 | 8.139 |
| Total | 254.718 | 134.293 | 52,72 | 225.853 | 72.377 | 573.907 |

Unidade: 1000 t

Fonte: DNPM/DIRIN

* Teor médio ponderado da reserva medida

Gráfico 2 - Evolução das Reservas (Medida + Indicada + Inferida) de Bauxita - 1988-2000



Fonte: DNPM/DIRIN

A taxa líquida de crescimento das reservas medidas brasileiras de bauxita no período 1988-2000 foi de 1,58% ao ano, quando passou de 1,69 bilhão de t, em 1988, para 2,04 bilhões de t em 2000.

As estimativas das reservas provadas, prováveis e recursos podem ser verificadas na Tabela 3.

| Tabela 03 Reservas Provasdas, Prováveis e Recursos de Bauxita | | |
|--|----------------------------|---------------------------|
| RESERVAS | BAUXITA METALÚRGICA | BAUXITA REFRATÁRIA |
| PROVADAS | 2.021.463 | 333.270 |
| PROVÁVEIS | 335.694 | 147.301 |
| RECURSOS | 590.001 | 72.377 |

Fonte: DNPM/DIRIN (Estatísticas reclassificadas segundo ENERGY/WP.1/R.70/Add.1: Classification for reserves/resources,p.7)

3. PRODUÇÃO

BAUXITA

O estado de Minas Gerais é outro produtor brasileiro de bauxita, que também produz tanto minério utilizado na metalurgia como na indústria de refratários. Suas minas estão localizadas nos municípios de Ouro Preto, Poços de Caldas e Cataguazes, sendo as empresas produtoras a Alcan, Alcoa e Cia. Brasileira de Alumínio, respectivamente, que respondem pelo restante da produção nacional.

O estado de São Paulo também produz os dois tipos de bauxita nos municípios de Divinolândia, Lavrinhas e Águas de Prata, porém em pequena escala quando comparado aos estados do Pará e Minas Gerais. Sua produção em 2000 foi a seguinte: bauxita grau metalúrgico (232,4 mil t), bauxita calcinada (7,3 mil t) e bauxita bruta (13,8 mil t).

O mercado produtor de bauxita no País é dominado pela MRN, a qual é responsável por 76,6% da produção, seguida pelas empresas CBA (12,6%), Alcoa (4,4%) e Alcan (3,5%), que respondem pela produção de bauxita grau metalúrgico, enquanto que o restante da produção cabe à MSL Minerais S/A, Mineração Curimbaba S/A e Rio Pomba Mineração S/A, produtoras de bauxita refratária.

A mineração de bauxita, na sua primeira etapa, consta da remoção da vegetação e do solo orgânico (que serão estocados), levando-se em consideração o planejamento ambiental. A terra fértil acumulada e estocada, após a extração do minério, é reservada para um futuro trabalho de recomposição do terreno.

A bauxita encontra-se próxima à superfície, com uma espessura variável, dependendo de sua formação geológica, ocorrendo geralmente em faixas variando de 3 a 6 metros, o que possibilita sua extração a céu aberto com a utilização de retroescavadeiras.

As empresas produtoras de bauxita grau metalúrgico, com exceção da MRN, são integradas, produzindo desde o minério (bauxita), seguindo para a refinaria onde será produzida a alumina, e posteriormente chegando à fundição onde será produzido o alumínio primário (verificar esquema baixo).

| | | | | | |
|------------------|-------------|----------|------------------|----------|-------------------|
| ESTRUTURA | MINA | ↳ | REFINARIA | ↳ | FUNDIÇÃO |
| PRODUTO | bauxita | ⇒ | alumina | ⇒ | alumínio primário |

Por outro lado, as empresas produtoras de bauxita refratária fazem o tratamento do minério da seguinte forma:

| | | | | |
|----------------------------|----------|-----------------------|----------|-------------------|
| Produção de bauxita | ↳ | Beneficiamento | ↳ | Calcinação |
|----------------------------|----------|-----------------------|----------|-------------------|

No estado do Pará, a produção da bauxita é transportada das minas até os portos das empresas produtoras, de onde é embarcada em navios para ser transportada aos seus destinos que podem estar no próprio País, como também no exterior.

A produção brasileira de bauxita encontra-se no limite de sua capacidade. Porém, há previsão da MNR de aumentar sua produção das atuais 11 milhões para 15 milhões de t até 2003. Não há previsão de aumento de capacidade para bauxita refratária.

ALUMINA

Além da bauxita e combustíveis energéticos, a produção de alumina requer uma série de outros insumos, cujo consumo depende da qualidade da bauxita utilizada. Os parâmetros de consumo da alumina podem ser observados na Tabela 4:

| Tabela 04 | Parâmetros de Consumo da Alumina | |
|-------------------------------|---|-----------------------------|
| Bauxita | | 1,85 a 3,4 t/t |
| Cal | | 10 a 50 kg/t |
| Soda cáustica | | 40 a 140 kg/t |
| Vapor | | 1,5 a 4,0 t/t |
| Óleo combustível (calcinação) | | 80 a 130 kg/t |
| Floculante sintético | | 100 a 1000 g/t |
| Energia elétrica | | 150 a 400 kw/t |
| Produtividade (Homem hora/t) | | 0,5 a 3,0 Hh/t |
| Água | | 0,5 a 2,0 m ³ /t |

Fonte: Associação Brasileira do Alumínio – ABAL (2001)

A produção mundial de alumina no ano 2000 foi de aproximadamente 49,0 milhões de t, das quais 90% são usadas para a produção de alumínio. As 10% restantes são utilizadas em diversos setores, na forma de hidratos ou de aluminas especiais. O Brasil respondeu por 7,6%, ou um volume de 3,7 milhões de t. Atualmente o País é o terceiro maior produtor mundial, sendo a Austrália o maior produtor, respondendo por 30,0%, seguida dos EUA que responderam por 12%. Os principais consumidores mundiais de alumina em 2000 foram os EUA e o Canadá, enquanto que as maiores companhias produtoras foram Alcan e Alcoa. O custo médio de produção mundial é de aproximadamente US\$ 140,00/t.

As previsões de aumento na capacidade mundial instalada até o ano de 2003 indicam um aumento de 5 milhões de t/ano. Os principais projetos em andamento ou previstos estão na Austrália, Índia, China, Brasil e Jamaica.

A produção brasileira de alumina, que em 1988 era de 1,4 milhão de t, passou para 3,7 milhões de t em 2000, o que significa uma taxa de crescimento médio anual de 8,4%, sendo portanto superior ao observado para a bauxita grau metalúrgico. O incremento da produção observado à partir de 1995 é o resultado da entrada em operação da refinaria da Alunorte, no município de Barcarena, estado do Pará, que desde aquele ano, após produzir as primeiras 215,4 mil t, veio aumentando sua produção até chegar ao volume atual de 1,6 milhão de t.

Atualmente o Brasil conta com cinco refinarias de alumina localizadas em quatro estados: Minas Gerais (Alcan e Alcoa), São Paulo (CBA), Maranhão (Alcan, Alcoa e Billiton que formam o consórcio Alumar, instalado em São Luis-MA) e Pará (Alunorte). A distribuição da produção nacional e sua atual capacidade instalada podem ser observadas na tabela 5.

| Tabela 05 | | Distribuição da Produção em: Localização, Participação e Capacidade Instalada de Alumina por Empresa – 2000 | | |
|--|--|--|--------------|--------------|
| EMPRESA/LOCAL | | PRODUÇÃO | (%) | CAPACIDADE |
| Alcan Alumínio do Brasil S/A | | 255,2 | 6,8 | 255 |
| Ouro Preto-MG | | 130,6 | 3,5 | 130 |
| São Luis-MA | | 124,6 | 3,3 | 125 |
| Alcoa Alumínio S/A | | 924,1 | 24,8 | 920 |
| Poços de Caldas-MG | | 275,6 | 7,4 | 275 |
| São Luis-MA | | 649,5 | 17,4 | 645 |
| Alunorte – Alumina do Norte do Brasil S/A-PA | | 1.627,7 | 43,4 | 1.550 |
| Billiton Metais S/A-MA | | 447,9 | 12,0 | 450 |
| CBA – Cia. Brasileira de Alumínio-SP | | 487,1 | 13,0 | 480 |
| TOTAL | | 3.743,0 | 100,0 | 3.655 |

Unidade: 1000t

Fonte: Associação Brasileira do Alumínio – ABAL (2001)

A Alunorte, cuja composição acionária é composta da Aluvale (50,27%), Hydro (25,25%), MRN (12,62%), NAAC (6,27%), CBA (3,62%) e JAIC 91,97%), obteve em julho de 2000 autorização para expansão de sua capacidade das atuais 1,55 milhão para 2,325 milhões de t/ano.

ALUMÍNIO

Os principais insumos para a produção de alumínio durante o processo de *redução* são alumina e energia elétrica. Os parâmetros de consumo de matérias-primas, combustíveis fósseis e outros itens na produção de alumínio primário são apresentados na tabela 6 a seguir:

| Tabela 06 | | Parâmetros de Consumo na Produção de Alumínio Primário |
|----------------------|------------------------------------|---|
| Alumina | 1930kg/t Al | |
| Energia elétrica | 14 a 16,5 kWh _{cc} /kg Al | |
| Criolita | 12 kg/t Al | |
| Fluoreto de alumínio | 20 a 30 kg/t Al | |
| Coque de petróleo | 0,4 a 0,5 kg/kg Al | |
| Piche | 0,1 a 0,15 kg/kg Al | |

Fonte: Associação Brasileira do Alumínio – ABAL (2000)

O custo médio de energia para a indústria do alumínio no Brasil é de US\$19,1/MW, valor que vem se mantendo dentro da média mundial que é de US\$ 19,3/MW. Na tabela 7, pode-se observar os projetos de geração de energia das empresas produtoras de alumínio no Brasil:

| Tabela 07 | | Projetos de Geração de Energia das Produtoras de Alumínio no Brasil | |
|------------------|-------------------------------|--|--|
| <i>EMPRESA</i> | <i>PRODUÇÃO (1.000 t)</i> | <i>PROJEÇÃO DE GERAÇÃO (MW)</i> | |
| <i>Alcoa</i> | <i>290</i> | <i>1.200</i> | |
| <i>Alcan</i> | <i>110</i> | <i>110</i> | |
| <i>Albras</i> | <i>365</i> | <i>710</i> | |
| <i>Valesul</i> | <i>94</i> | <i>200</i> | |
| <i>CBA</i> | <i>220</i> | <i>ND</i> | |

ND: Não disponível

Fonte: Gazeta Mercantil com base nas empresas e BNDES (2000)

A produção mundial de alumínio primário, em 2000, foi de 23,9 milhões de t, das quais o Brasil respondeu por 5,4%. A capacidade mundial instalada para a produção de alumínio primário, de acordo com o U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries (2001), para o ano 2000 era de 25,7 milhões de t.

Em 1988, o volume de alumínio primário produzido no Brasil foi de 873,5 mil t, em 2000, a produção atingiu a marca recorde de 1,28 milhão de t, apresentando uma taxa média de crescimento anual de 3,2%. Esse crescimento deve ser atribuído à entrada em operação da usina da Albras, localizada no município de Barcarena, estado do Pará, que iniciou sua produção em 1985, com um volume de 8.706 toneladas. Em 1988, a produção da Albras atingiu 170.361 t, em 2000, essa produção foi de 369.200 t. Verifica-se, portanto, que a taxa média de crescimento anual da empresa foi de 6,6%, no período 1988-2000.

| Tabela 08 | | Evolução das Produções de Bauxita, Alumina e Alumínio 1988-2000 | | | | |
|------------------|---------------------------------------|--|----------------------|--|-------------------|--------------------------------------|
| ANOS | BAUXITA ⁽¹⁾ METALÚRGICA | ALUMINA | ALUMÍNIO PRIMÁRIO | ALUMÍNIO SECUNDÁRIO ⁽²⁾ | ALUMÍNIO TOTAL | BAUXITA ⁽¹⁾ REFRATÁRIA |
| 1988 | 7.704.600 | 1.416.700 | 873.500 | 66.800 | 964.500 | 230.000 |
| 1989 | 7.707.700 | 1.624.400 | 887.900 | 66.600 | 1.004.600 | 191.100 |
| 1990 | 9.554.600 | 1.654.800 | 930.600 | 65.000 | 1.076.200 | 321.000 |
| 1991 | 10.343.200 | 1.742.500 | 1.139.600 | 66.400 | 1.319.700 | 210.000 |
| 1992 | 9.045.700 | 1.833.000 | 1.193.300 | 67.100 | 1.260.400 | 319.900 |
| 1993 | 9.373.600 | 1.853.000 | 1.172.000 | 76.800 | 1.248.800 | 295.400 |
| 1994 | 8.330.400 | 1.868.000 | 1.184.600 | 91.000 | 1.275.600 | 342.900 |
| 1995 | 9.849.300 | 2.142.900 | 1.188.100 | 116.700 | 1.304.800 | 364.800 |
| 1996 | 10.802.400 | 2.759.000 | 1.197.400 | 145.600 | 1.343.000 | 257.700 |
| 1997 | 10.772.800 | 3.088.000 | 1.189.100 | 163.300 | 1.369.200 | 390.000 |
| 1998 | 11.597.300 | 3.322.100 | 1.208.000 | 180.100 | 1.388.100 | 363.800 |
| 1999 | 13.396.500 | 3.515.100 | 1.249.600 | 186.400 | 1.436.000 | 442.300 |
| 2000 | 13.453.900 | 3.743.000 | 1.277.400 | 190.200 | 1.467.600 | 391.700 |

Unidade: t

Fonte: DNPM/CONSIDER/ABAL

⁽¹⁾ Beneficiada

⁽²⁾ Sucata recuperada

A distribuição da produção e a localização das empresas produtoras de alumínio primário no Brasil podem ser observadas na tabela 9.

| Tabela 9 | Distribuição da Produção, Localização, Participação e Capacidade Instalada de Alumínio por Empresa - 2000 | | |
|--|--|---------------------|-------------------|
| <i>EMPRESA/LOCAL</i> | <i>PRODUÇÃO</i> | <i>(%)</i> | <i>CAPACIDADE</i> |
| <i>Albras Alumínio Brasileiro S/A Barcarena-PA</i> | 359,2 | 28,9 | 361 |
| <i>Alcoa Alumínio S/A Poços de Caldas-MG São Luis-MA</i> | 294,3 94,9 199,4 | 23,0 7,4 15,6 | 289 91 198 |
| <i>Alcan Alumínio do Brasil S/A Ouro Preto-MG Aratu-BA</i> | 106,9 50,3 56,6 | 8,4 4,0 4,4 | 109 51 58 |
| <i>Billiton Metais S/A São Luis-MA Santa Cruz-RJ</i> | 217,5 171,5 46,0 | 17,0 13,4 3,6 | 213 170 43 |
| <i>CBA – Cia. Brasileira de Alumínio São Paulo-SP</i> | 240,1 | 18,8 | 237 |
| <i>Aluvale – RJ Santa Cruz-RJ</i> | 49,4 | 3,9 | 51 |
| <i>T O T A L</i> | 1.277,4 | 100,0 | 1.260 |

Unidade: 1000 t

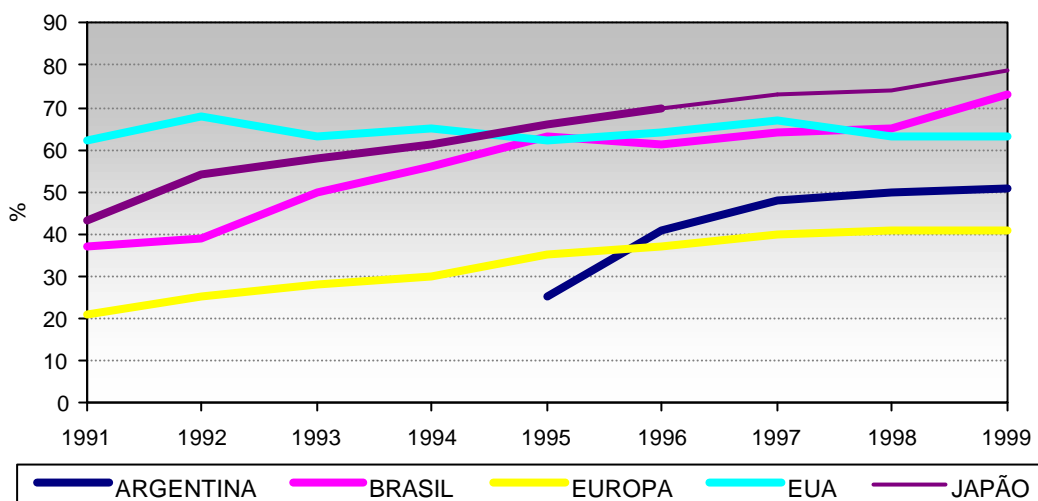
Fonte: Associação Brasileira do Alumínio – ABAL (2001)

A produção nacional de alumínio secundário (sucata reciclada) em 1988 foi de 66,8 mil t. Em 2000 essa produção atingiu a marca recorde de 210,1 mil t, mostrando uma taxa média anual de crescimento da ordem de 10,0% a.a. A produção obtida em 2000 equivale a 14,1% do total do alumínio produzido (primário + sucata recuperada), que foi de 1.487,5 mil t. Essa participação em 1988 era de apenas 7,1%, o que implica afirmar que a participação do alumínio secundário duplicou no período 1988 – 2000.

Ressalta-se que, em 1991, o índice de reciclagem de latas de alumínio no Brasil já era de 37%, superior à média da Europa, que era de 21%. Nesse mesmo ano os índices do Japão e EUA eram, respectivamente, de 43% e 62%. No ano de 1999, o Brasil apresentou o segundo maior índice de reciclagem de latas de alumínio, ficando atrás somente do Japão que teve um índice de 79%, ultrapassando os EUA que apresentaram índice de 63%. Em 2000, o Brasil atingiu seu recorde chegando a reciclar 78% das latas de alumínio. Na gráfico 3, pode-se observar os índices de reciclagem de alguns países.

A indústria brasileira do alumínio recicla, além das latas, diversos produtos como perfis, blocos de motores, utensílios domésticos, chapas, etc.

Gráfico 3 - Índice de Reciclagem de Latas de Alumínio 1991-1999



Fonte: Associação Brasileira do Alumínio - ABAL (2000)

4. COMÉRCIO EXTERIOR

BAUXITA

As exportações brasileiras de bauxita, em 1988, eram da ordem de 3,9 milhões de t, sendo que apenas 23,6 mil t referiam-se a bauxita refratária, sendo o restante bauxita grau metalúrgico. A principal empresa responsável pelas exportações brasileiras era a MRN, que respondia por toda a bauxita grau metalúrgico exportada. Em 2000, o volume exportado foi de aproximadamente 4,0 milhões de t (3,99 milhões pela MRN), sendo que 78,4 mil t foram de bauxita refratária.

Na tabela 10.1, verifica-se que no período 1990-1993, aparecem os maiores volumes de bauxita exportada, fato que se deve ao período em que houve aumento da produção da MRN, cujo excedente era destinado ao mercado externo. A partir de 1994, com a entrada em operação da refinaria de alumina da Alunorte, a MRN passou a destinar maior volume de bauxita para a referida refinaria. Dessa forma, pode ser entendido o porquê das exportações apresentarem variação de apenas 100 mil t entre os anos de 1988 e 2000. Nas tabelas 10.1 e 10.2, pode-se observar as exportações, importações e o saldo da balança comercial de bauxita. Observa-se que as importações de bauxita são pequenas, o que reflete a auto-suficiência do País no abastecimento de suas necessidades.

Tabela 10.1 **Comércio Exterior de Bauxita Metalúrgica - 1988/2000**

| ANOS | EXPORTAÇÃO (A) | | IMPORTAÇÃO (B) | | SALDO (A - B) | |
|------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------------|---|
| | Bauxita Metalúrgica (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Bauxita Metalúrgica (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Bauxita Metalúrgica (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) |
| 1988 | 3.911.288 | 107.890,15 | 2.028 | 385,65 | 3.909.260 | 107.504,50 |
| 1989 | 4.408.196 | 121.590,38 | 129.261 | 3.365,74 | 4.278.935 | 118.224,64 |
| 1990 | 5.591.519 | 150.015,92 | 210.314 | 12,20 | 5.381.205 | 150.003,72 |
| 1991 | 5.620.049 | 148.650,30 | 360.038 | 14,52 | 5.260.011 | 148.635,78 |
| 1992 | 5.019.680 | 111.214,82 | 186.922 | 5,92 | 4.832.758 | 111.208,90 |
| 1993 | 5.704.550 | 127.667,83 | 768 | 0,90 | 5.703.782 | 127.666,93 |
| 1994 | 3.480.930 | 75.710,23 | 971 | 1,20 | 3.479.959 | 75.709,03 |
| 1995 | 4.538.440 | 94.347,27 | 2.322 | 2,71 | 4.536.118 | 94.344,56 |
| 1996 | 4.628.568 | 118.706,56 | 1.140 | 0,22 | 4.627.428 | 118.706,34 |
| 1997 | 4.099.972 | 92.577,37 | 39.800 | 1,20 | 4.060.172 | 92.576,17 |
| 1998 | 4.059.924 | 165.244,25 | 11.497 | 1,02 | 4.048.427 | 165.243,23 |
| 1999 | 4.424.899 | 93.535,83 | 5.790 | 0,80 | 4.419.109 | 93.535,03 |
| 2000 | 3.990.649 | 89.694,12 | 8.384 | 7,00 | 3.982.265 | 89.687,12 |

Fonte: SRF-SECEX, DNPM/DIRIN

| Tabela 10.2 | | Comércio Exterior de Bauxita Refratária - 1988/2000 | | | | |
|--------------------|------------------------|--|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| ANOS | EXPORTAÇÃO (A) | | IMPORTAÇÃO (B) | | SALDO (A - B) | |
| | Bauxita Refratária (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Bauxita Refratária (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Bauxita Refratária (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) |
| 1988 | 23.640 | 1.080,11 | 0 | 0,00 | 23.640 | 1.080,11 |
| 1989 | 47.060 | 2.019,50 | 0 | 0,00 | 47.060 | 2.019,50 |
| 1990 | 78.946 | 3.890,89 | 2.000 | 98,57 | 76.946 | 3.792,32 |
| 1991 | 48.333 | 3.385,30 | 1.107 | 77,54 | 47.226 | 3.307,76 |
| 1992 | 70.541 | 6.228,15 | 855 | 75,49 | 69.686 | 6.152,66 |
| 1993 | 54.090 | 6.104,78 | 111 | 12,53 | 53.979 | 6.092,25 |
| 1994 | 91.339 | 5.867,00 | 5.130 | 329,52 | 86.209 | 5.537,48 |
| 1995 | 103.555 | 10.935,35 | 225 | 23,76 | 103.330 | 10.911,59 |
| 1996 | 98.585 | 12.312,37 | 0 | 0,00 | 98.585 | 12.312,37 |
| 1997 | 96.715 | 12.223,74 | 0 | 0,00 | 96.715 | 12.223,74 |
| 1998 | 87.578 | 9.656,00 | 0 | 0,00 | 87.578 | 9.656,00 |
| 1999 | 73.999 | 8.623,23 | 0 | 0,00 | 73.999 | 8.623,23 |
| 2000 | 78.452 | 7.189,13 | 0 | 0,00 | 78.452 | 7.189,13 |

Fonte: SRF-SECEX, DNPM/DIRIN

Os países importadores da bauxita brasileira foram os seguintes: Canadá (38%), EUA (20%), Ilhas Virgens (19%), Ucrânia (12%), Grécia (3%) e outros (7%).

Em 2000, a balança comercial apresentou superávit de US\$ 89,69 milhões para bauxita metalúrgica e US\$ 7,19 milhões para bauxita refratária (Ver tabelas 9.1 e 9.2).

ALUMINA

As exportações brasileiras de alumina apresentaram uma taxa anual de crescimento de 27,7% no período 1988 – 2000. Essa taxa é o resultado dos baixos volumes exportados em 1988, um volume de apenas 59,7 mil t enquanto que, em 2000, atingiram 1,12 milhão de t. O destino das exportações brasileiras de alumina por bloco econômico foi o seguinte: Ásia (exclusive Oriente Médio) (36%), União Européia, (24%), Mercosul (16%) e outros (24%).

Por outro lado, as importações foram crescentes no período 1988 – 1994, período em que o País necessitava desse insumo para o abastecimento de seu parque industrial de alumínio. As importações passaram a decair a partir de 1994, tornando-se mínima em 2000, como pode ser observado na tabela 11.

| Tabela 11 | | Comércio Exterior de Alumina – 1988/2000 | | | | |
|------------------|----------------|---|----------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| ANOS | EXPORTAÇÃO (A) | | IMPORTAÇÃO (B) | | SALDO (A - B) | |
| | Alumina (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Alumina (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Alumina (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) |
| 1988 | 59.700 | 12.761,47 | 373.100 | 79.753,86 | (313.400,00) | (66.992,38) |
| 1989 | 165.000 | 76.640,85 | 354.900 | 86.269,09 | (189.900,00) | (9.628,24) |
| 1990 | 156.300 | 43.010,63 | 423.000 | 116.401,14 | (266.700,00) | (73.390,51) |
| 1991 | 107.300 | 20.462,11 | 677.100 | 129.122,97 | (569.800,00) | (108.660,86) |
| 1992 | 139.300 | 26.480,93 | 698.100 | 132.708,81 | (558.800,00) | (106.227,88) |
| 1993 | 183.400 | 33.635,56 | 851.100 | 156.091,74 | (667.700,00) | (122.456,18) |
| 1994 | 288.700 | 44.786,03 | 683.300 | 106.000,33 | (394.600,00) | (61.214,30) |
| 1995 | 247.600 | 45.650,01 | 443.400 | 81.749,66 | (195.800,00) | (36.099,65) |
| 1996 | 427.200 | 81.748,99 | 90.300 | 17.279,81 | 336.900,00 | 64.469,18 |
| 1997 | 606.200 | 116.990,54 | 5.400 | 1.042,15 | 600.800,00 | 115.948,39 |
| 1998 | 832.700 | 166.964,68 | 18.700 | 3.749,54 | 814.000,00 | 163.215,14 |
| 1999 | 972.500 | 166.453,10 | 21.800 | 3.731,29 | 950.700,00 | 162.721,81 |
| 2000 | 1.120.400 | 215.206,43 | 5.100 | 979,61 | 1.115.300,00 | 214.226,82 |

Fonte: SRF-SECEX, DNPM/DIRIN

O saldo da balança comercial para alumina, que era negativo (US\$ 67 milhões) em 1988, passou a ser positivo a partir de 1996, após a entrada em operação da Alunorte. Em 2000, o saldo foi positivo com superávit de US\$ 214,23 milhões (Ver tabela 10).

ALUMÍNIO

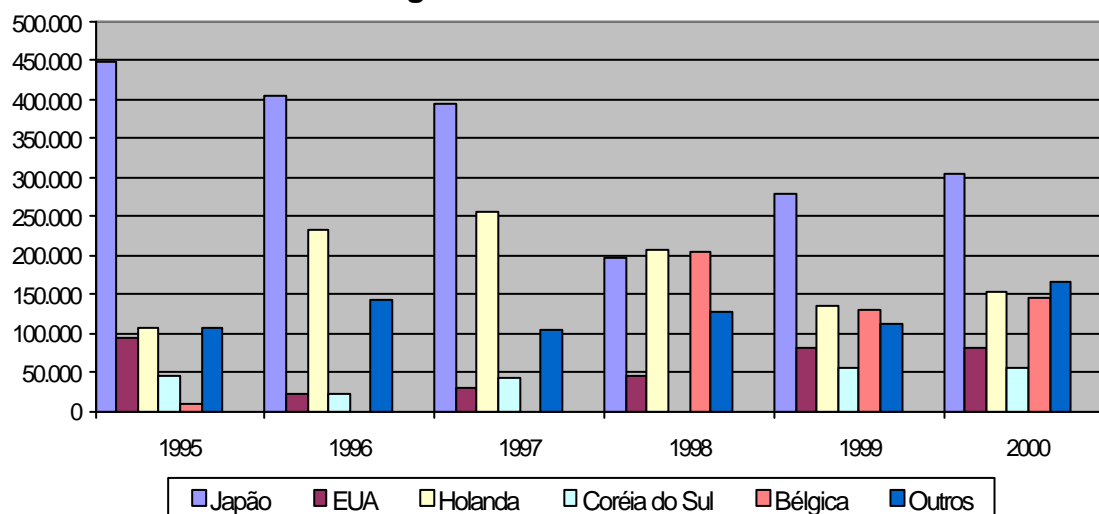
As exportações brasileiras de alumínio foram de 556,5 mil t em 1988, enquanto que, em 2000, atingiu 910,7 mil t, o que indica uma taxa de crescimento médio anual de 4,2%. Em 1998, verificou-se uma pequena queda de 12,5% em relação ao ano anterior; esse fato ocorreu exatamente no ano em que houve a liberação do câmbio. Observa-se também que o abastecimento para o mercado interno aumentou em relação ao ano anterior.

A distribuição setorial de alumínio exportado apresentou o seguinte comportamento: metal primário (85%), semi-acabados (13,4%), sucata (0,4%) e outros (1,2%). O destino das exportações brasileiras de alumínio pode ser observado na figura abaixo.

| Tabela 12 | | Comércio Exterior de Alumínio - 1988/2000 | | | | |
|------------------|----------------|--|----------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| ANOS | EXPORTAÇÃO (A) | | IMPORTAÇÃO (B) | | SALDO (A - B) | |
| | Alumínio (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Alumínio (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) | Alumínio (t) | Valor US\$ FOB (10 ³) |
| 1988 | 556.521 | 683.085,01 | 4.288 | 21.284,00 | 552.233 | 661.801,01 |
| 1989 | 524.514 | 660.342,15 | 20.296 | 54.468,67 | 504.218 | 605.873,48 |
| 1990 | 643.563 | 1.071.200,22 | 26.412 | 83.752,18 | 617.151 | 987.448,04 |
| 1991 | 770.140 | 1.099.453,12 | 24.119 | 88.363,18 | 746.021 | 1.011.089,94 |
| 1992 | 881.082 | 1.159.781,21 | 21.008 | 81.780,31 | 860.074 | 1.078.000,90 |
| 1993 | 883.952 | 1.114.685,13 | 33.763 | 107.253,24 | 850.189 | 1.007.431,89 |
| 1994 | 880.422 | 1.240.002,31 | 55.554 | 175.290,17 | 824.868 | 1.064.712,14 |
| 1995 | 803.654 | 1.513.287,24 | 101.818 | 364.716,32 | 701.836 | 1.148.570,92 |
| 1996 | 814.157 | 1.343.482,33 | 89.357 | 342.025,42 | 724.800 | 1.001.456,91 |
| 1997 | 811.097 | 1.380.241,27 | 142.847 | 474.390,34 | 668.250 | 905.850,93 |
| 1998 | 765.203 | 1.137.414,41 | 165.324 | 539.891,21 | 599.879 | 597.523,20 |
| 1999 | 895.216 | 1.266.808,17 | 140.716 | 453.647,13 | 754.500 | 813.161,04 |
| 2000 | 910.700 | 1.236.903,63 | 124.913 | 352.183,18 | 785.787 | 884.720,45 |

Fonte: SRF-SECEX, DNPMDIRIN

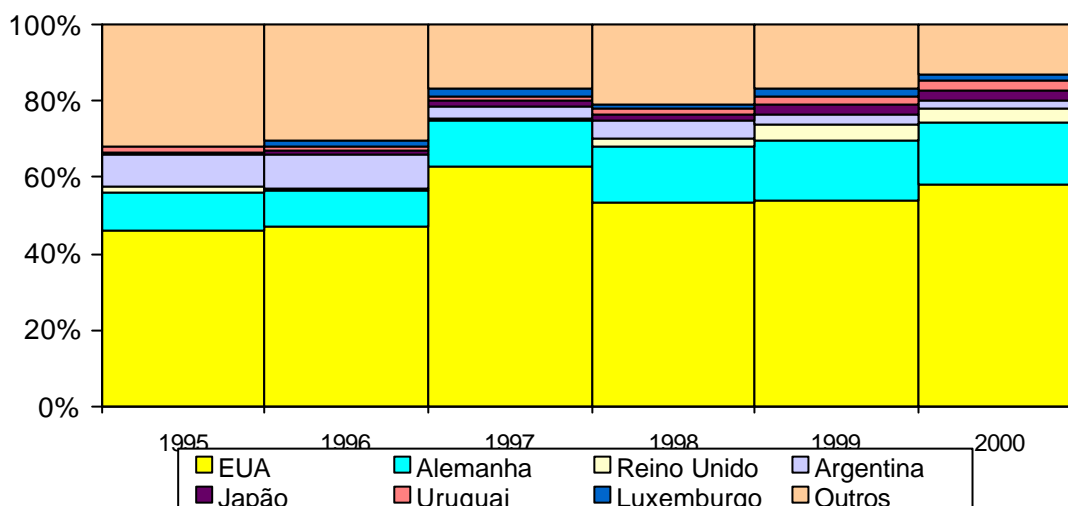
Gráfico 4 - Distribuição das Exportações de Alumínio segundo Países - 1995 - 2000



Fonte: SRF-SECEX, DNPMDIRIN

As importações brasileiras de alumínio, que em 1988 eram de 4,28 mil t/ ano, passaram para 124 mil t/ano. Isso representou uma taxa média de crescimento anual de 32,4%. A distribuição setorial das importações brasileiras de alumínio mostra o seguinte comportamento em 2000: semi-acabados (86,5%), sucata (3,6%), alumínio primário (2,3%) e outros (7,6%). A distribuição das importações brasileiras de alumínio pode ser observada no gráfico 5.

Gráfico 5 - Distribuição das Importações Brasileiras de Alumínio por Países - 1995-2000



Fonte: SRF-SECEX, DNPM/DIRIN

O saldo da balança comercial do alumínio no período 1988 – 2000, passou de US\$ 661,8 milhões para US\$ 884,7 milhões, o que denota uma taxa média de crescimento anual de 2,45%.

5. CONSUMO APARENTE

Bauxita

No período 1988 – 2000 o consumo nacional de bauxita metalúrgica passou de 3,8 milhões de t para 9,5 milhões de t, apresentando uma taxa média anual de crescimento da ordem de 7,9%, superior ao da produção que foi de 4,8%. Observa-se que em 1991, houve um ligeiro crescimento do consumo aparente em relação a 1992, quando as exportações mantiveram-se no mesmo nível naquele ano. Por outro lado, em 1993, verifica-se uma queda no consumo aparente, fato que reflete considerável aumento das exportações em relação a 1992.

O consumo aparente de bauxita refratária evoluiu de 206,4 mil t, em 1988, para 313 mil t em 2000, o que significa uma taxa média de crescimento anual de 3,5%, contra uma evolução da produção de 4,5% a. No caso da bauxita refratária, a maior parte da produção é destinada ao mercado externo.

| ANOS | BAUXITA ⁽¹⁾ | | ALUMINA ⁽²⁾ | ALUMÍNIO | |
|------|------------------------|------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | METALÚRGICA | REFRATÁRIA | | APARENTE ⁽²⁾ | EFETIVO ⁽³⁾ |
| 1988 | 3.795.340 | 206.360 | 1.798.500 | 357.937 | 382.600 |
| 1989 | 3.428.765 | 144.040 | 1.910.400 | 333.400 | 392.700 |
| 1990 | 4.173.395 | 244.054 | 1.921.500 | 312.200 | 317.300 |
| 1991 | 5.083.189 | 162.774 | 2.309.200 | 360.044 | 338.000 |
| 1992 | 4.212.942 | 250.214 | 2.392.000 | 401.000 | 326.400 |
| 1993 | 3.669.818 | 241.421 | 2.501.000 | 402.000 | 389.200 |
| 1994 | 4.850.441 | 256.691 | 2.262.000 | 451.000 | 466.400 |
| 1995 | 5.313.182 | 261.470 | 2.355.000 | 578.000 | 503.100 |
| 1996 | 6.174.972 | 159.115 | 2.400.000 | 747.000 | 547.200 |
| 1997 | 6.712.628 | 293.285 | 2.482.000 | 687.000 | 646.700 |
| 1998 | 7.548.873 | 276.222 | 2.689.000 | 764.000 | 704.100 |
| 1999 | 8.977.391 | 368.301 | 2.856.000 | 683.000 | 659.800 |
| 2000 | 9.471.635 | 313.248 | 2.627.700 | 575.000 | 667.000 |

Unidade: t

Fonte: ⁽¹⁾ DNPM/DIRIN

⁽²⁾ Tabelas anteriores de Produção e Comércio Exterior

⁽³⁾ ABAL: considerando variação de estoques, perdas, exportação (peso), metal para início de operação de redução e estoques remanescentes.

Alumina

Entre 1988 e 2000, o consumo aparente de alumina passou de 1,8 milhão de t para 2,6 milhões de t, o que representa uma taxa de crescimento de 3,2% aa, contra um crescimento na produção de 8,4% a.a., excedente que se destina à exportação. Do consumo total, 95% são empregados na produção de alumínio, enquanto que o restante é empregado na produção de abrasivos, material refratário e nas indústrias químicas de vidro e cerâmica, principalmente.

Alumínio

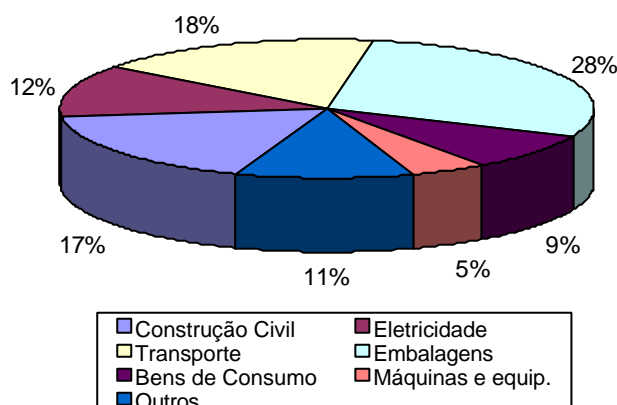
O consumo aparente de alumínio entre 1988 e 2000 evoluiu de 357,9 mil t para 575 mil t, o que expressa uma taxa de crescimento de 4% a.a. O consumo *per capita* em 1988 era de 2,9 kg/hab., em 2000 atingiu 4,0 kg/hab., o que demonstra uma taxa de crescimento de 2,7% a.a. Na tabela 14, pode-se verificar o consumo *per capita* do Brasil em relação a outros países:

| PAÍSES | CONSUMO PER CAPITA (kg/hab.) |
|------------------|------------------------------|
| <i>Japão</i> | 28,1 |
| <i>EUA</i> | 27,5 |
| <i>Canadá</i> | 25,7 |
| <i>Brasil</i> | 4,0 |
| <i>Argentina</i> | 2,3 |

Fonte: Associação Brasileira do Alumínio – ABAL

O consumo efetivo de alumínio passou de 382,6 mil t, em 1988, para 667 mil t, em 2000, uma taxa de crescimento de 4,7 a.a. Na distribuição do consumo destaca-se o setor de embalagens como o maior consumidor de produtos de alumínio (28,5%); segue-se a indústria da construção civil (17,8%), o segmento de transportes aparece a seguir (17,6%), indústria de eletricidade (11,9%), os bens de consumo (8,8%), as máquinas e equipamentos (4,5%) e outros (10,9%). (Ver gráfico 6).

Gráfico 6 - Consumo Setorial de Alumínio (BRASIL) 2000

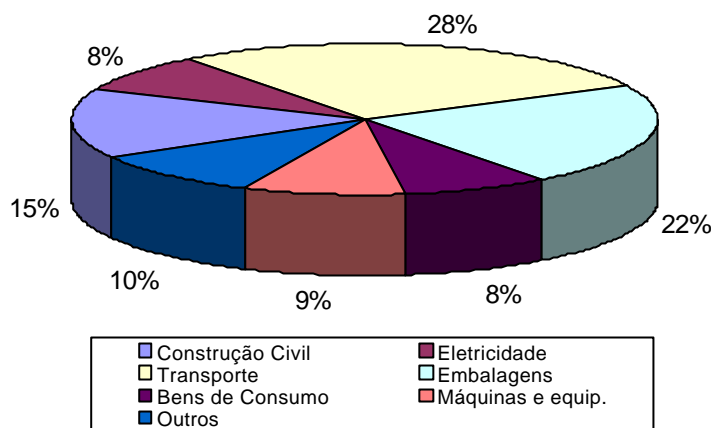


Fonte: Associação Brasileira do Alumínio - ABAL

Por produtos, a distribuição do consumo interno mostra o seguinte panorama: chapas e lâminas (40,9%), extrudados (20,7%), fundição (13,6%), folhas (9,1%), fios e cabos (6,7%), destrutivos (5%), pó (2,4%) e outros (1,6%). Cabe ressaltar o desempenho do setor embalagens que passou a ocupar o primeiro lugar no final da década de 90, ultrapassando os setores de transportes e construção civil.

Em termos comparativos, nos Estados Unidos, verifica-se que o setor de transportes é o mais importante (28%), seguido das embalagens (22%), construção civil (15%), máquinas e equipamentos (9%), bens de consumo e eletricidade (8% cada) e outros (10%).

Gráfico 7 - Consumo Setorial de Alumínio (EUA) 2000



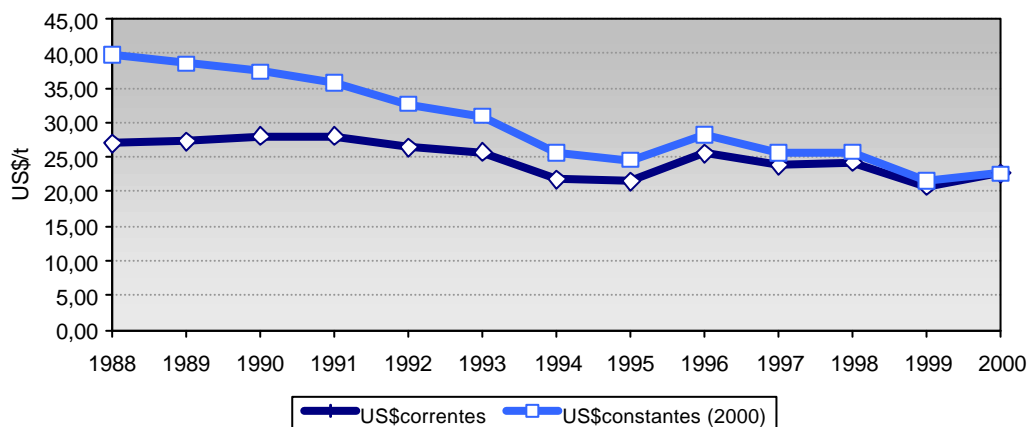
Fonte: Mineral Commodities Summaries 2001

6. PREÇOS

Bauxita

Um fator considerável nos diferentes sistemas de formação de preços de bauxita no mundo é, sem dúvida, a qualidade do minério que afeta os custos de produção da alumina e os custos de transporte. O sistema de preços utilizado pelo Brasil é por contratos firmados entre produtores e consumidores.

Gráfico 8 - Evolução dos Preços de Bauxita Metalúrgica - 1988-2000

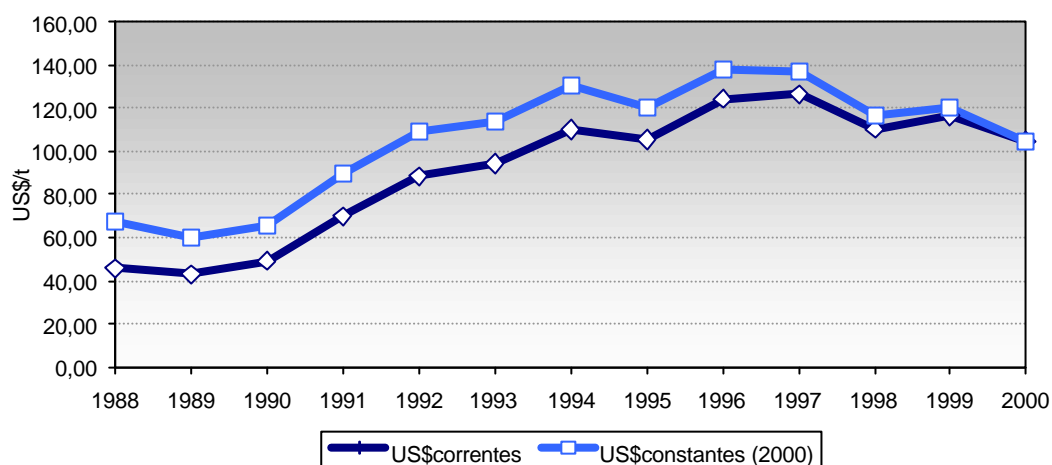


Fonte: DNPM/DIRIN

É usual no comércio de bauxita estabelecer um preço básico, variando em quantidades específicas, conforme a alteração do conteúdo de alumina, sílica e umidade livre. É também, estabelecido um prêmio para cada percentual de alumina contida e uma penalidade para cada porcentagem adicional de sílica, titânio, umidade, custo extra para transportar mais água, alumina perdida com a soda, em cada unidade de sílica reativa, além do custo extra de processar uma bauxita cujo teor em alumina declina, ou a sílica reativa aumenta quando o titânio aumenta.

No Brasil, as refinarias do Sudeste contam com minério próprio. As refinarias da Alumar e Alunorte compram minério da Mineração Rio do Norte S/A dentro de um acordo de suprimento de bauxita úmida. Em 2000, A MRN repassou à Alumar bauxita ao preço de US\$ 22,01/t, enquanto que para a Alunorte, à US\$ 19,52/t; essa diferença é atribuída ao frete. Para o mercado externo a MRN vendeu bauxita a um preço médio FOB de US\$ 22,47/t no Porto de Trombetas. O comportamento dos preços de bauxita metalúrgica entre 1988 e 2000 podem ser observados no gráfico 8, o que mostra uma tendência de baixa ao longo do período.

Gráfico 9 - Evolução dos Preços de Bauxita Refratária - 1988 - 2000



Fonte: DNPM/DIRIN

Os preços praticados pela MSL Minerais S/A, em 2000, para bauxita refratária foram de US\$ 91,64/t para o mercado externo, enquanto que para o mercado interno estiveram no patamar de US\$ 175,25/t. A diferença observada entre os respectivos preços deve-se ao fato de que para o mercado externo, grande parte da bauxita foi crua enquanto que para o mercado interno foi de bauxita calcinada.

Tabela 15 *Evolução dos Preços de Bauxita, Alumina e Alumínio – 1988 - 2000*

| ANOS | BAUXITA METALÚRGICA | | BAUXITA REFRATÁRIA | | ALUMINA | | ALUMÍNIO | |
|------|--|---|--|---|--|---|--|---|
| | Corrente US\$/t FOB ⁽¹⁾ | Constante US\$/t FOB ⁽⁴⁾ | Corrente US\$/t FOB ⁽¹⁾ | Constante US\$/t FOB ⁽⁴⁾ | Corrente US\$/t FOB ⁽²⁾ | Constante US\$/t FOB ⁽⁴⁾ | Corrente US\$/t FOB ⁽³⁾ | Constante US\$/t FOB ⁽⁴⁾ |
| 1988 | 27,00 | 39,74 | 45,69 | 67,25 | 200,00 | 294,36 | 2.552,55 | 3.756,87 |
| 1989 | 27,30 | 38,48 | 42,91 | 60,23 | 200,35 | 281,21 | 1.952,77 | 2.740,87 |
| 1990 | 28,00 | 37,30 | 49,28 | 65,64 | 226,13 | 301,21 | 1.640,21 | 2.184,76 |
| 1991 | 28,00 | 35,79 | 70,05 | 89,55 | 260,30 | 332,74 | 1.302,68 | 1.665,23 |
| 1992 | 26,37 | 32,70 | 88,29 | 109,50 | 254,28 | 315,36 | 1.254,63 | 1.556,02 |
| 1993 | 25,70 | 30,95 | 94,31 | 113,58 | 248,39 | 299,15 | 1.139,38 | 1.372,20 |
| 1994 | 21,75 | 25,53 | 64,23 | 128,94 | 158,00 | 185,42 | 1.477,17 | 1.733,56 |
| 1995 | 21,55 | 24,62 | 105,60 | 120,63 | 181,76 | 207,64 | 1.806,08 | 2.063,21 |
| 1996 | 25,48 | 28,26 | 124,27 | 137,82 | 215,10 | 238,56 | 1.506,05 | 1.670,32 |
| 1997 | 23,74 | 25,73 | 126,40 | 136,99 | 198,09 | 214,69 | 1.599,74 | 1.733,81 |
| 1998 | 24,25 | 25,74 | 110,23 | 116,99 | 189,72 | 201,36 | 1.357,84 | 1.441,15 |
| 1999 | 20,87 | 21,58 | 116,53 | 120,51 | 190,84 | 197,36 | 1.361,78 | 1.408,30 |
| 2000 | 22,58 | 22,58 | 91,64 | 104,86 | 191,96 | 191,96 | 1.630,00 | 1.630,00 |

Fonte: ⁽¹⁾ Sumário Mineral: Preço médio FOB/mina MRN

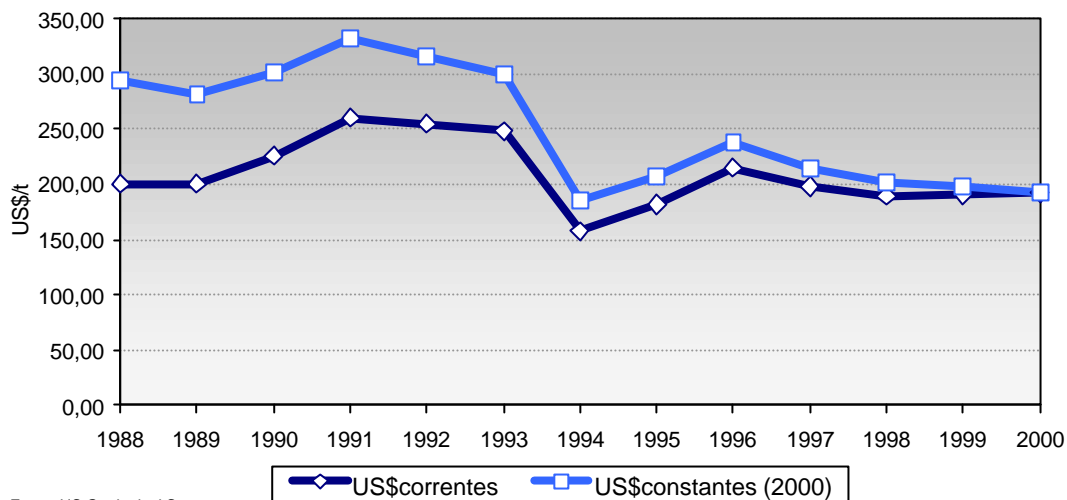
⁽²⁾ Sumário Mineral: Preço médio FOB importação nacional

⁽³⁾ Sumário Mineral: descrever os anos de preços LME, ABAL, Metals Week.

⁽⁴⁾ Valores deflacionados com base no IPC - USA (ano base 2000 = 100)

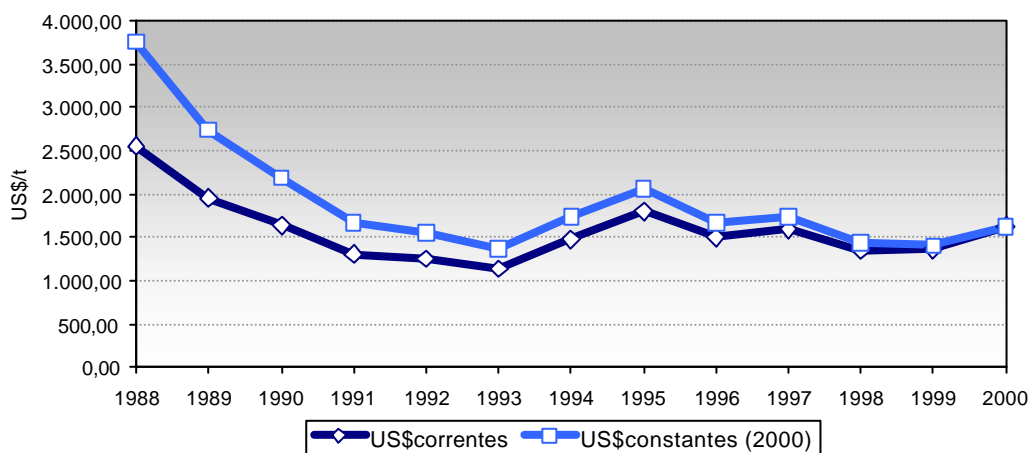
Alumina

Observa-se, no gráfico 10, que o preço da alumina no mercado internacional vem apresentando tendência de queda ao longo do período 1988 – 2000, quando passou de US\$ 284,64/t para US\$ 191,96/t. Esse comportamento, de acordo com US Geological Survey, é o resultado do aumento da oferta ao longo do período. Verifica-se também, que no ano de 1994, ocorreu uma queda no preço da alumina, comportamento reproduzido no gráfico da evolução de preço da bauxita metalúrgica, o que significa um excesso de oferta no mercado internacional.

Gráfico 10 - Evolução de Preços de Alumina - 1988 - 2000

Alumínio

Os preços do alumínio primário, da mesma forma que a alumina, também apresentaram tendência de baixa ao longo do período analisado, quando passaram de US\$ 2.552,55/t em 1988 para US\$ 1.630,00/t em 2000. Esses preços referem-se aos preços praticados na London Metal Exchange - LME (cash).

Gráfico 11 - Evolução de Preços de Alumínio - 1988 - 2000

7. BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO

Bauxita

No período de 1988 à 2000, verificou-se que a produção e o consumo de bauxita metalúrgica apresentaram taxas de crescimento de 5% a.a. e 8,7% a.a., respectivamente. Em 1988, a produção de bauxita era de 7,7 milhões de t para um consumo de 3,5 milhões de t, ou seja, um volume excedente de 4,2 milhões de destinados à exportação. Ao final de 2000,

foi de 13,8 milhões de t para um consumo de 9,4 milhões, um excedente de 4,4 milhões de t. Verifica-se que, no período, a taxa anual de crescimento do consumo foi superior à da produção, conseqüência do aumento do consumo doméstico para suprimento das refinarias de alumina.

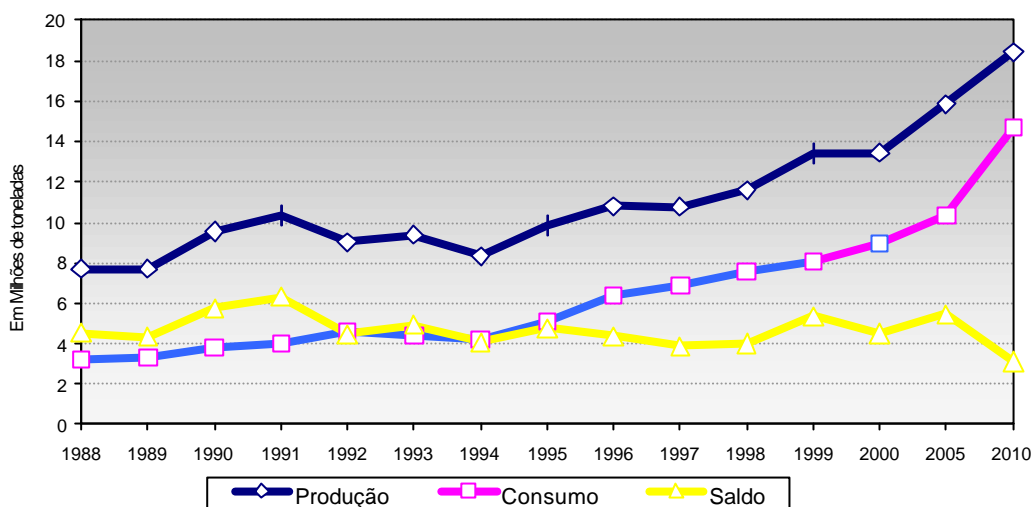
| Tabela 16 | | Balanco Produção - Consumo de Bauxita (Metalúrgica) | |
|------------------|-------------------------|--|--------------------------|
| | | 1988 - 2010 | |
| ANOS | PRODUÇÃO (A) | CONSUMO (B) | SALDO (A - B) |
| HISTÓRICO | | | |
| 1988 | 7.704.600 | 3.175.600 | 4.529.000 |
| 1989 | 7.707.700 | 3.362.900 | 4.344.800 |
| 1990 | 9.554.600 | 3.808.900 | 5.745.700 |
| 1991 | 10.343.200 | 4.027.900 | 6.315.300 |
| 1992 | 9.045.700 | 4.584.800 | 4.460.900 |
| 1993 | 9.373.600 | 4.441.800 | 4.931.800 |
| 1994 | 8.330.400 | 4.246.700 | 4.083.700 |
| 1995 | 9.849.300 | 5.086.900 | 4.762.400 |
| 1996 | 10.802.400 | 6.425.000 | 4.377.400 |
| 1997 | 10.772.800 | 6.909.900 | 3.862.900 |
| 1998 | 11.597.300 | 7.585.700 | 4.011.600 |
| 1999 | 13.396.500 | 8.036.900 | 5.359.600 |
| 2000 | 13.453.900 | 8.964.400 | 4.489.500 |
| PROJEÇÃO | | | |
| 2005 | 15.845.600 | 10.391.400 | 5.454.200 |
| 2010 | 18.445.600 | 14.724.610 | 3.120.990 |

Unidade: t

Fonte: DNPM/DIRIN

A previsão de aumento da produção de bauxita metalúrgica, para 2010, é de um volume suplementar de 4 milhões de t feita pela MRN, complementado com 600 mil t em estudos de novos projetos segundo a ABAL. Para o consumo, essa previsão situa-se na faixa de aproximadamente 5,9 milhões de t, o que significa que, em 2010, o País terá um excedente para exportação de 3,2 milhões de t. A previsão de consumo de bauxita metalúrgica está relacionada à projeção de consumo de alumínio (metal) para o mesmo período publicada no trabalho: MINERAÇÃO NO BRASIL: Previsão de demanda e necessidade de investimentos da Secretaria de Minas e Metalurgia – SMM do Ministério de Minas e Energia – MME.

Gráfico 12 - Balanço Produção-Consumo de Bauxita Metalúrgica - 1988 - 2000



Para um crescimento da produção de 3,2% a.a., até 2010, as reservas provadas brasileiras de bauxita metalúrgica que são de aproximadamente 2 bilhões de t, atenderão perfeitamente o consumo e manterão um excedente para exportação.

Entre 1988 e 2000, verificou-se que a produção e o consumo de bauxita refratária apresentaram taxas de crescimento de 4,5% a.a. e 3,4% a.a., respectivamente. Em 1988, a produção de bauxita refratária era de 230 mil t para um consumo de 276,4 mil de t, o que significava um déficit de 46,4 mil t. Ao final de 2000, a produção foi de 391,7 mil de t para um consumo de 413,4 mil t, um déficit de 21,7 mil t.

Verifica-se que no período, a taxa anual de crescimento do consumo, apesar de ter sido inferior à da produção, ainda se tornava necessário um complemento de importações para suprir o consumo.

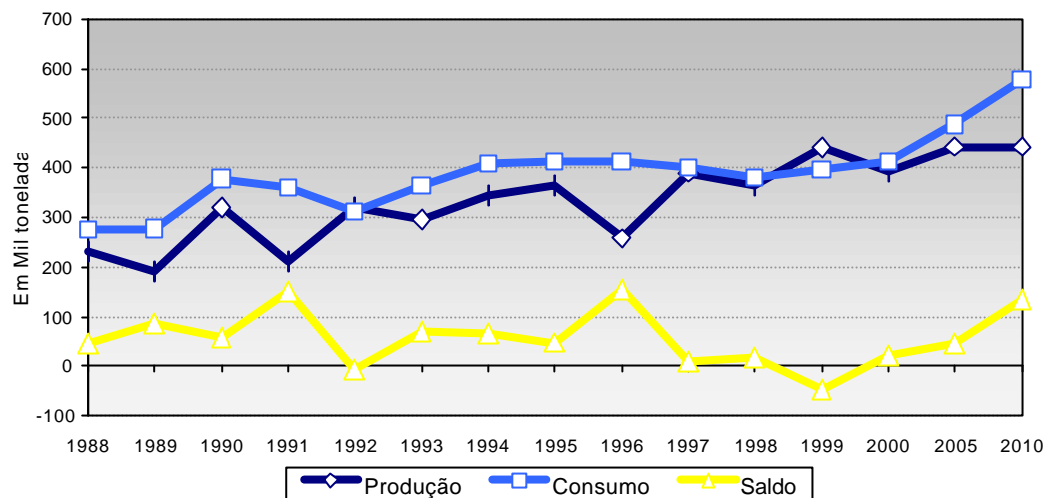
| Tabela 17 | | Balço Produção - Consumo de Bauxita (Refratária) 1988 - 2010 | |
|------------------|-------------------------|---|--------------------------|
| ANOS | PRODUÇÃO (A) | CONSUMO (B) | SALDO (A - B) |
| HISTÓRICO | | | |
| 1988 | 230.000 | 276.400 | (46.400) |
| 1989 | 191.100 | 277.100 | (86.000) |
| 1990 | 321.000 | 378.200 | (57.200) |
| 1991 | 210.000 | 360.000 | (150.000) |
| 1992 | 319.900 | 312.700 | 7.200 |
| 1993 | 295.400 | 364.900 | (69.500) |
| 1994 | 342.900 | 408.600 | (65.700) |
| 1995 | 364.800 | 412.300 | (47.500) |
| 1996 | 257.700 | 413.400 | (155.700) |
| 1997 | 390.000 | 399.900 | (9.900) |
| 1998 | 363.800 | 380.800 | (17.000) |
| 1999 | 442.300 | 395.600 | 46.700 |
| 2000 | 391.700 | 413.400 | (21.700) |
| PROJEÇÃO | | | |
| 2005 | 443.000 | 488.662 | (45.662) |
| 2010 | 443.000 | 577.531 | (134.531) |

Unidade: t

Fonte: DNPM/DIRIN

Segundo as empresas produtoras de bauxita refratária, não há perspectivas futuras de aumento de produção. Por outro lado, levando-se em consideração o crescimento anual do consumo desse bem mineral nos últimos 12 anos, que foi de 3,4% a.a., o consumo deverá chegar a 488,6 mil t, em 2005, e 577,5 mil t, em 2010, ou seja, com déficits de 45,66 mil t e 134,5 mil t, respectivamente, que deverão ser supridos por novas importações.

**Gráfico 13 - Produção Consumo de Bauxita Refratária
1988 - 2010**



Levando-se em consideração que a disponibilidade de reservas de bauxita refratária (medidas + indicadas) seja de 687,5 milhões de t e que a produção anual é de 443 mil t, pode-se constatar que o País não terá problemas quanto a disponibilidade desse bem mineral.

Alumina

De 1988 a 2000, a produção e o consumo de alumina cresceram a uma taxa de 8,4% aa e 3,2% a.a., respectivamente. Em 1988, enquanto a produção era de 1,4 milhão de t, o consumo atingia 1,76 milhão de t, o que representava um déficit de 346 mil t, suprido pelas importações. Ao final de 2000, a produção alcançou 3,7 milhões de t contra um consumo de 2,6 milhões de t, ou seja, demonstrava um superávit de 1,1 milhão de t destinados à exportação.

As previsões de aumento de capacidade instalada de alumina até 2010 são de 775 mil t, da Alunorte, o que mostra uma taxa de crescimento de 1,9% a.a.. As previsões para o consumo de alumina no período 2001 – 2010 indicam taxa de crescimento 5,7% a.a., o que pode significar que as exportações de alumina deverão decrescer (ver tabela 18). A previsão de consumo de alumina, da mesma forma que a bauxita, está relacionada à projeção de consumo de alumínio (metal) para o mesmo período publicada no referido trabalho.

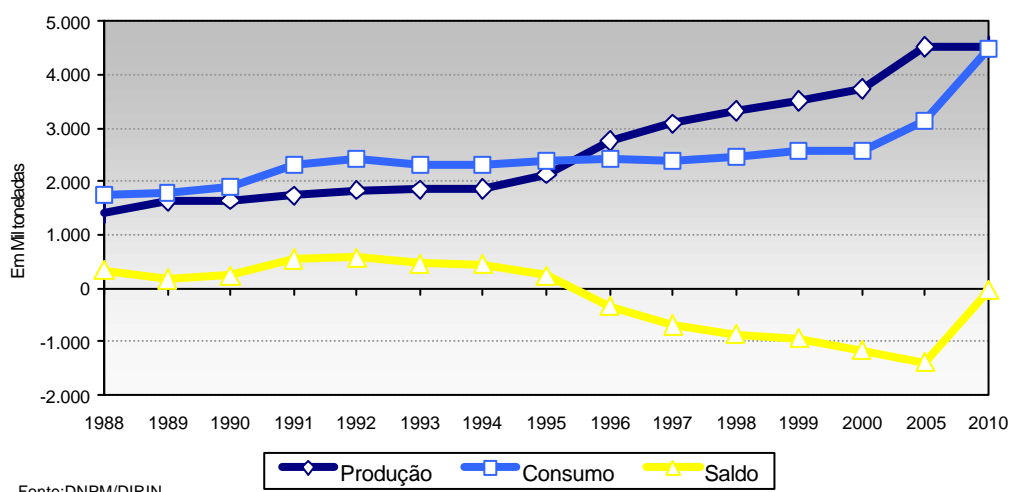
| Tabela 18 | | Balanço Produção - Consumo de Alumina - 1988 - 2010 | | |
|------------------|-----------------|--|------------------|--|
| ANOS | PRODUÇÃO (A) | CONSUMO (B) | SALDO (A - B) | |
| HISTÓRICO | | | | |
| 1988 | 1.416.700 | 1.763.000 | (346.300) | |
| 1989 | 1.624.400 | 1.805.700 | (181.300) | |
| 1990 | 1.654.800 | 1.887.800 | (233.000) | |
| 1991 | 1.742.500 | 2.295.200 | (552.700) | |
| 1992 | 1.833.000 | 2.414.100 | (581.100) | |
| 1993 | 1.853.200 | 2.315.500 | (462.300) | |
| 1994 | 1.867.200 | 2.322.200 | (455.000) | |
| 1995 | 2.142.900 | 2.393.000 | (250.100) | |
| 1996 | 2.759.000 | 2.422.700 | 336.300 | |
| 1997 | 3.088.000 | 2.397.700 | 690.300 | |
| 1998 | 3.322.100 | 2.469.200 | 852.900 | |
| 1999 | 3.515.100 | 2.578.600 | 936.500 | |
| 2000 | 3.743.000 | 2.579.900 | 1.163.100 | |
| PROJEÇÃO | | | | |
| 2005 | 4.518.000 | 3.135.193 | 1.382.807 | |
| 2010 | 4.518.000 | 4.485.878 | 32.122 | |

Unidade: t

Fonte: DNPM/DIRIN

O suprimento de bauxita para sustentar a produção, o consumo e as exportações de alumina até 2010, estão garantidos pela expansão da MRN e de outros projetos de que deverão entrar em operação de acordo com a ABAL.

Gráfico 14 - Balanço Produção-Consumo de Alumina - 1988 - 2010



Alumínio

Entre 1988 e 2000, a produção e o consumo de alumínio cresceram a taxas médias de 3,2% a.a. e 4,7% a.a., respectivamente. Apesar disso, em 1988, o superávit era de 490,9 mil t, enquanto que, em 2000, alcançou 610,4 mil t, o que significa um aumento de 24,3% no período. Esse excedente é destinado à exportação.

As previsões de produção de alumínio para os anos de 2001 e 2002, são de 1.231 mil t e 1.191 t, respectivamente. De acordo com a ABAL, essa redução está relacionada ao plano de racionamento pelo qual passam algumas regiões do País. Até 2010, a produção de alumínio (metal) devesse crescer a uma taxa de 1,3% a.a. atingindo 1.449,4 mil t referentes às expansões da Albras para 400 mil t/a e da CBA para 370 mil t/a.

| Tabela 19 | | Balanco Produção - Consumo de Alumínio - 1988 - 2010 | |
|------------------|-----------------|---|------------------|
| ANOS | PRODUÇÃO (A) | CONSUMO (B) | SALDO (A - B) |
| HISTÓRICO | | | |
| 1988 | 873.500 | 382.600 | 490.900 |
| 1989 | 887.900 | 392.700 | 495.200 |
| 1990 | 930.600 | 317.300 | 613.300 |
| 1991 | 1.139.600 | 338.000 | 801.600 |
| 1992 | 1.193.300 | 326.400 | 866.900 |
| 1993 | 1.172.000 | 389.200 | 782.800 |
| 1994 | 1.184.600 | 466.400 | 718.200 |
| 1995 | 1.188.100 | 503.100 | 685.000 |
| 1996 | 1.197.400 | 547.200 | 650.200 |
| 1997 | 1.189.100 | 646.700 | 542.400 |
| 1998 | 1.208.000 | 704.100 | 503.900 |
| 1999 | 1.249.600 | 659.800 | 589.800 |
| 2000 | 1.277.400 | 667.000 | 610.400 |
| PROJEÇÃO | | | |
| 2005 | 1.316.400 | 820.994 | 495.400 |
| 2010 | 1.449.400 | 1.163.345 | 286.100 |

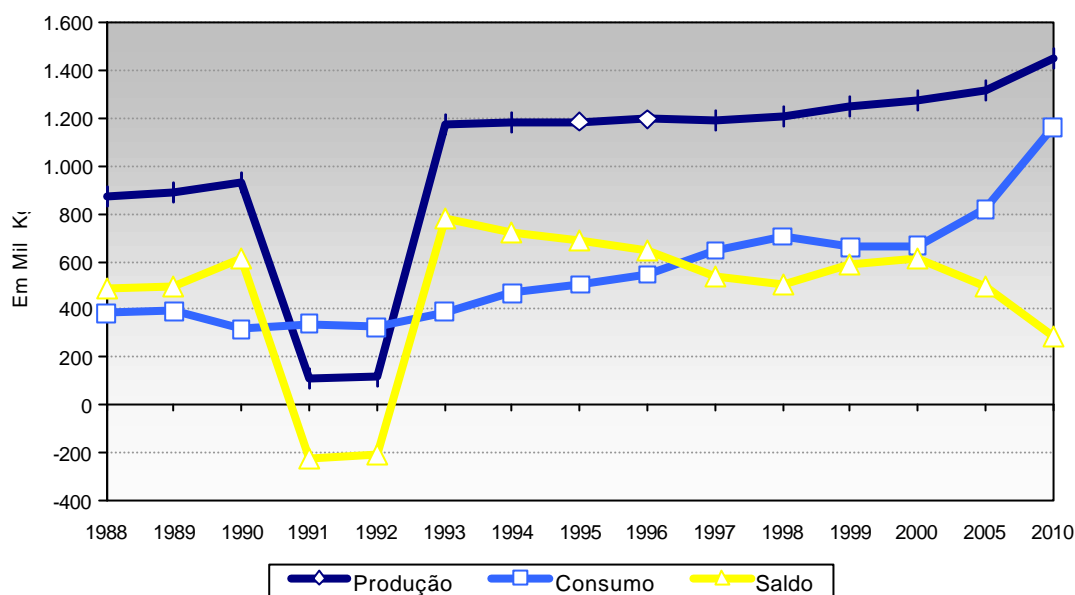
Unidade: t

Fonte: DNPM/DIRIN

As projeções de consumo para os anos de 2005 e 2010, encontram-se no trabalho citado anteriormente nos itens bauxita e alumina.

A oferta de alumínio no período 2001 - 2010, será suficiente para atender à demanda projetada, com geração de excedente para exportação.

**Gráfico 15 - Balanço Produção-Consumo de Alumínio
1988 - 2010**



8. APÊNDICE

8.1. BIBLIOGRAFIA

ANUÁRIO ESTATÍSTICO ABAL. São Paulo, ABAL, 1989-2000.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO: Setor Metalúrgico. Brasília. Secretaria de Minas e Metalurgia – SMM. Ministério de Minas e Energia - MME, 1989 – 2000.

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, 1989 – 2000.

MINERAÇÃO NO BRASIL: Previsão de demanda e necessidade de investimentos. Secretaria de Minas e Metalurgia – SMM. Ministério de Minas e Energia – MME, 2000.

RAMOS, Carlos Romano. **Perfil Analítico do Alumínio**. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1982. 152p. il. (BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Boletim).

RELATÓRIO ANUAL. Mineração Rio do Norte, 1989 – 2000.

WORLD METAL STATISTICS. World Bureau of Metal Statistics. Volume 52, Number 8. August 18th 1999.

ECONOMICS AND SOCIAL COUNCIL. Economic Commission for Europe. Committee on Energy. Working Party on coal. United Nations International Framework. (Distr. Restricted). February 1997.

ESTUDOS DE POLÍTICA E ECONOMIA MINERAL – 5. **Bases Técnicas de um Sistema de Quantificação do Patrimônio Mineral Brasileiro.** (Relatório do Grupo de Trabalho, Portaria nº 03 de 24 de outubro de 1990, Secretaria Nacional de Minas e Metalurgia. Brasília, 1992)

8.2. POSIÇÕES DA TARIFA EXTERNA COMUM-TEC/NCM-NALADI

26060011 - Bauxita calcinada
 26060012 – Bauxita calcinada (minério de alumínio)
 38029050 – Bauxita (material natural ativado)
 26060090 – Outros minérios de alumínio
 26204000 – Cinzas e resíduos contendo alumínio
 28182010 – Alumina Calcinada
 76011000 – Alumínio não ligado em forma bruta
 76012000 – Ligas de alumínio em forma bruta
 76020000 – Desperdícios e resíduos de alumínio
 76061220 – Outras chapas de alumínio n/lig. E>0,2mm

8.3. COEFICIENTES TÉCNICOS

Alumina/Alumínio = 1,95
 Bauxita/Alumina = 2,3

8.4. GLOSSÁRIO DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Alcan – Alumínio do Brasil S/A
 ABAL – Associação Brasileira de Alumínio
 Alcoa – Alcoa Alumínio S/A
 Albras – Alumínio do Brasil S/A
 Alunorte – Alumina do Norte do Brasil S/A
 CBA – Companhia Brasileira de Alumínio
 CIEF-MF – Centro de Informações Econômico - Fiscais do Ministério da Fazenda
 CVRD – Companhia Vale do Rio Doce
 CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
 IBA – International Bauxite Association
 MRN – Mineração Rio do Norte S/A
 MSL – MSL Minerais S/A
 SECEX/DTIC-MICT – Secretaria de Comércio Exterior/Departamento Departamento Técnico de Intercâmbio Comercial – Ministério da Indústria do Comércio e do Turismo
 Al – Alumínio
 Al_2O_3 – Alumina (óxido de Alumínio)
 Fe_2O_3 – Óxido férrico
 SiO_2 – Óxido de silício
 MWA – Megawatts
 Mwh – Megawatts – hora
 n.d. – Não disponível
 TiO_2 – Óxido de titânio
 t - Tonelada

t/a – Tonelada por ano
US\$/t – Dólares por tonelada
Unid. - Unidade

8.5. METODOLOGIA DAS PROJEÇÕES

Para estimativa da demanda foi utilizado análise de regressão múltipla, utilizando modelo de intensidade de uso (IU – com base no consumo aparente) translog e log linear. Foi considerado as variáveis PIB, preço do bem, do bem substituto, intensidade de uso e variável tempo para as mudanças tecnológicas.

$$\text{Log(IU)} = - 12.721 - 0.118 * \text{Log(Preço)} + (\text{PreçoSubs}) + 1.359 * \text{Log(PIB)} - 0.103 * \text{Log(Tecnologia)}$$

As variáveis exógenas explicam de forma adequada a variável endógena Log(IU) com um R2 de 85%. As variáveis “Preço” e “Preçosubs” não são significativas a um nível de 95%, mas importantes para o modelo devido as tendências e auto-correlações dos resíduos. Nos últimos quatro anos da série histórica, o consumo teve um crescimento muito elevado, fazendo-se necessário uma atenuação nestes dados para estimar o consumo de 2005 e 2010.

As projeções de consumo interno de alumina e bauxita devem ser calculadas pelos coeficientes técnicos alumina/alumínio e bauxita/alumina. A produção foi projetada com base nos projetos de expansão da capacidade instalada e novos projetos conhecidos. As projeções das exportações/importações foram então derivadas da subtração: **produção (a) - consumo interno (b) = saldo (a-b).**

* Geólogo do 5º Distrito DNPM
Tel. (91)276-5746 – Fax (91)276-6709
E-mail: zemin@mailbr.com.br