



CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA
ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA,
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO 28 OUTRAS ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

**Relatório Técnico 46
Perfil da Fluorita**

**CONSULTOR
José Mário Coelho**

PROJETO ESTAL
PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Setembro de 2009

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. SUMÁRIO EXECUTIVO | 4 |
| 2. RECOMENDAÇÕES | 7 |
| 3. PERFIL DA MINERAÇÃO DE FLUORITA | 7 |
| 3.1. PRODUÇÃO INTERNA | 8 |
| 3.2. RECURSOS HUMANOS | 9 |
| 3.3. PARQUE PRODUTIVO | 10 |
| 3.4. CONSUMO DE MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS | 14 |
| 3.5. CONSUMO ENERGÉTICO | 14 |
| 3.7. UTILIZAÇÃO DE ÁGUA | 14 |
| 3.8. GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | 14 |
| 4. USOS | 15 |
| 5. PRODUÇÃO E CONSUMO | 17 |
| 6. RECURSOS HUMANOS | 29 |
| 7. CONCLUSÕES GERAIS | 29 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 31 |

RELAÇÃO DE TABELAS

| | |
|--|----|
| tabela 1 – Produção Brasileira de Fluorita – Período 1988-2007. | 8 |
| Tabela 2 – Qualificação dos Empregados e Total de Postos por Unidade de Produção..... | 10 |
| Tabela 3 – Consumo Médio de Reagentes Utilizados na Flotação..... | 14 |
| Tabela 4 – Especificações Comerciais da Fluorita. | 15 |
| Tabela 5 – Principais Setores de Consumo de Fluorita Graus Ácido e Metalúrgico – Período 2003-2007 ... | 16 |
| Tabela 6 – Consumo Aparente De Fluorita No Brasil – Período 1994-2007. | 18 |
| Tabela 7 – Balanço da Produção e Consumo Aparente de Fluorita no Brasil – Período 1994-2007. | 19 |
| Tabela 8 – Importações Brasileiras de Fluorita – Período 1994-2007..... | 21 |
| Tabela 9 – Exportações Brasileiras de Fluorita – Período 1994-2007..... | 22 |
| Tabela 12 – Variação de Preço Fob da Fluorita Graus Ácido e Metalúrgico – Período 1994-2007 . | 28 |

RELAÇÃO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Evolução da Produção Brasileira de Fluorita – Período 1988-2007..... | 9 |
| Figura 2 - Fluxograma de Unidade de Preparação de Fluorita. | 11 |
| Figura 4 – Compressão em Prensas de Rolo para Obtenção de Briquetes. | 12 |
| Figura 5 - Corte Longitudinal de uma Mina de Fluorita..... | 13 |
| Figura 6 – Detalhe de Bloco de Lavra da Figura 4. | 13 |
| Figura 7 – Evolução da Produção de Fluorita no Brasil – Período 1994-2007 | 17 |
| Figura 8 – Evolução do Consumo de Fluorita no Brasil – Período 1994- 2007..... | 18 |
| Figura 9 – Evolução do Consumo de Fluorita no Brasil – Período 1994-2007..... | 19 |
| Figura 12 – Importações Brasileiras de Fluorita, em Peso – Período 1994-2007..... | 21 |
| Figura 13 – Importações Brasileiras de Fluorita, em Valor (Dólares Americanos) – Período 1994-2007.. | 22 |
| Figura 14 – Exportações Brasileiras de Fluorita, em Peso – Período 1994 – 2007 | 23 |
| Figura 15 – Exportações Brasileiras de Fluorita, em Valor (Dólares Americanos) – Período 1994-2007.. | 23 |
| Figura 16 – Variação dos Preços de Fluorita em Dólares Americanos – Período 1994-2007..... | 26 |
| Figura 17 – Evolução da Razão entre os Volumes de Produção e Consumo de Fluorita no Brasil – Período 1994-2007..... | 27 |
| Figura 18 – Produção Mundial de Fluorita, em Toneladas – Período 1913-2007..... | 29 |

RELAÇÃO DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Cenários para o Futuro da Economia Brasileira – Projeções do PIB..... | 24 |
|--|----|

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

São apresentados os principais aspectos referentes à produção, consumo, importação e exportação de fluorita considerando o panorama nacional. A demanda de fluorita no Brasil está historicamente ligada às produções de aço, alumínio e ácido fluorídrico, vitais para diversos segmentos da indústria.

A fluorita é a principal fonte comercial de flúor. Embora seja um mineral de ampla distribuição, geralmente ocorre como acessório em diversos tipos de rochas. As reservas comerciais de fluorita são depósitos filonianos em rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

O fluoreto de cálcio contido (CaF_2) é o principal critério utilizado para a classificação comercial da fluorita em grau metalúrgico ou grau ácido.

Segundo o Sumário Mineral Brasileiro (DNPM, 2008), as reservas brasileiras de fluorita localizam-se nos Estados de Santa Catarina (58%), Paraná (29%) e Rio de Janeiro (13%). Existem também ocorrências de criolita (Na_3AlF_6) associada à cassiterita na mina de Pitinga, em Presidente Figueiredo – AM, que constituem potencial fonte de flúor, entretanto sem viabilidade econômica comprovada até o momento.

As principais reservas brasileiras de fluorita são do tipo filoniana, e sua exploração se desenvolve em minas subterrâneas, cujos custos contribuem para o elevado preço do produto no mercado interno em relação aos principais produtores mundiais que importam para o Brasil (México e África do Sul). As características e volumes das reservas totais (lavráveis, medidas e indicadas) atualmente conhecidas não permitem a inserção do Brasil, como produtor de fluorita num horizonte além do atual, ou seja, inferior a 1% do volume mundial.

Para os próximos anos espera-se que as importações aumentem para suprir demandas internas da fluorita grau ácido, sendo a produção do grau metalúrgico concentrada na mina de Tanguá, no estado do Rio de Janeiro.

Algumas das principais minas de Santa Catarina encontram-se atualmente paralisadas, ao passo que a mina em Cerro Azul, no Paraná, realizou investimentos em infra-estrutura e modernização de equipamentos focando a produção do grau ácido e metalúrgico. Para a mina no Rio de Janeiro a expectativa é de aumento da capacidade produtiva.

Em 2007, a produção de fluorita beneficiada foi de 65.526 t, apresentando um crescimento de 3,0% em relação a 2006, conforme o Sumário Mineral Brasileiro.

A produção de fluorita grau ácido (68,5% do volume total) apresentou um crescimento de 8,4% e a de grau metalúrgico (31,5% do total) redução de 7,1%. A produção de minério bruto (ROM) foi de 212.537 t que representa um crescimento de 9,04% em relação a 2006.

Os métodos de produção são adequados aos tipos de produtos comercializados. A capacidade instalada esteve com aproveitamento integral para a produção de fluorita grau ácido e 45% de ociosidade para o grau metalúrgico, durante o ano de 2007. Nos próximos três anos estão previstos investimentos de R\$ 2,1 milhões nas minas e R\$ 1,14 milhão nas usinas.

As reservas localizadas no Amazonas, município de Presidente Figueiredo, da ordem de 1 milhão de t, continuam ainda sem previsão de produção devido aos custos elevados para exploração da zona mineralizada em criolita (Na_3AlF_6), localizada a cerca de 150 m de profundidade.

Destacam-se como os principais usos metalúrgicos: na fabricação do aço, como fluidificante de escórias, fabricação do alumínio, fundição de ligas especiais, fundição de zinco e magnésio.

Na indústria química o uso mais tradicional é a obtenção do flúor elementar, fluoretos inorgânicos e ácido fluorídrico (HF), com os quais se obtêm outros compostos úteis às indústrias química e cerâmica entre outras.

O ácido fluorídrico, por exemplo, é usado como catalisador para produção de alquilato, destinado à produção de gasolinas de alta octanagem (aviação e automobilismo), e de gases variados genericamente chamados clorofluorcarbonos (CFC's), que por sua vez são aplicados em sistemas de refrigeração, como propelentes de aerossóis, refrigerantes, plásticos, solventes, lubrificantes, extintores de incêndio, etc. Esse ácido também é usado na fabricação do hexafluoreto de urânio utilizado na preparação do U235.

A característica marcante na produção de fluorita grau ácido são oscilações bruscas ao longo dos anos, entretanto com tendência geral de queda acentuada de um patamar de 68 mil t em 1994 para cerca de 30 mil t nos anos 1999 – 2000. Nota-se a partir de 2001, recuperação e estabilização da produção com tendência de aumento de 6% ao ano, havendo aumento acumulado de 43%, entre 2001 e 2007 alcançando pouco menos de 45 mil t.

Analisando a série histórica da produção de fluorita grau metalúrgico observam-se tendências mais claras, de queda no período entre 1994 e 1999 e crescimento regular a partir desse ano, até 2004 quando ocorre pequena desaceleração, estabilizando a produção no patamar de 20 mil t para os anos seguintes.

As oscilações da produção no período entre 1988 e 1994 são devidas, sobretudo ao fechamento de algumas unidades, geralmente sob alegação de custos elevados na produção, decorrentes das operações em mina subterrâneas. Nos primeiros anos do Plano Real, entre 1995 e 2000, além de paralisações de algumas minas, também houve significativa influência do alto valor do Real frente ao Dólar, o que favoreceu as importações. A partir de 2001 há retomada da produção facilitada por um cenário de maior estabilidade econômica e desvalorização do Real.

As empresas Cia. Nitro Química Brasileira - (Grupo Votorantim), Emitang - Empresa de Mineração Tanguá Ltda. e Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda. mantiveram até 2008. quatro minas subterrâneas em operação, três em Santa Catarina e uma no Rio de Janeiro, e uma única mina a céu aberto explotada no Paraná. As minas em atividade apresentaram a seguinte distribuição da produção bruta (ROM): Morro da Fumaça, SC (12,7%); Santa Rosa de Lima, SC (25,8%); Rio Fortuna, SC (38,1%); Tanguá, RJ (11,1%); e Cerro Azul, PR (12,3%).

A produção de fluorita grau ácido para o ano de 2008 deverá reduzir sensivelmente dada à paralisação das atividades da Cia. Nitro Química Brasileira, que por estratégia empresarial importará o minério para os próximos períodos a partir de agosto de 2009.

A demanda por fluorita grau ácido é devida basicamente à produção de ácido fluorídrico, dominada na América Latina pela Cia. Nitro Química. A demanda cresceu 36% entre 2004 e 2006, havendo queda de 4,95% em 2007, para 53 mil t.

O consumo de fluorita grau metalúrgico segue tendência de incremento desde 1994, com flutuações negativas em 1999 e 2004. O consumo em 2007 ficou na casa de 38 mil t, decréscimo de 4,4% em relação a 2006.

Em 2007, o estado de São Paulo foi o líder no consumo de fluorita grau ácido (88,2%), mantendo a performance histórica. As regiões que mais se destacaram como consumidoras de fluorita grau metalúrgico foram Minas Gerais (49,0%) e São Paulo (21,7%), Rio de Janeiro (9,2%) e Espírito Santo (8,4%) (Figura 6).

Para suprimento da demanda da indústria nacional em 2007 foram realizadas importações do México (69%), África do Sul (29%), Argentina (2%) e Alemanha (1%) (Tabela 8). As importações de

fluorita grau ácido atingiram 8.884 t com valor de US\$ FOB 1.647 mil, representando um decréscimo de 41,4% em peso e 34,2% em valor em relação a 2006 (Figuras 9 e 10). As importações de fluorita grau metalúrgico atingiram 17.702 t com valor de US\$ FOB 1.778 mil, apresentando um decréscimo de 0,6% em peso e um acréscimo de 5,8% em valor em relação a 2006.

A despeito do consumo total da produção nacional e da necessidade de importação, registra-se pequena atividade de exportação de fluorita ao longo do tempo, sendo em 2007, inferior a 370 t/ano para a fluorita grau ácido e de apenas 50 t para a fluorita grau metalúrgico.

O mercado de fluorita, como sugere a série histórica, tem sua produção em leve ascendência, porém com tendência de consumo estável, situando-se no patamar de 50 mil t/ano de fluorita grau ácido e 40 mil t/ano de fluorita grau metalúrgico. A valorização recente do Real em relação ao Dólar tende a facilitar as importações, com reflexo, já para 2009, na queda da produção nacional dada pela paralisação da Cia Nitro Química. O consumo de fluorita grau metalúrgico pode aumentar nos próximos anos, dependendo da retomada de consumo e da reconsolidação do mercado de metalurgia e siderurgia.

Procurando projetar as expectativas de consumo, importação e exportação de fluorita nos período de 2010 a 2030, consideram-se como fatores iniciais a robustez dos fundamentos atuais da economia brasileira e a expectativa de estabilização e retomada moderada do crescimento da economia mundial em médio prazo. Para o cenário nacional foram considerados três situações – frágil, vigoroso e inovador - lastreados por um PIB com taxas de 2,3% a.a; 4,6% a.a e 6,9% a.a, respectivamente.

Deve-se destacar que as demandas por consumo de fluorita deverão continuar balizadas pelas necessidades de suprimento das indústrias de base, nomeadamente química, metalúrgica e siderúrgica. Essas, por sua vez, seguem demandas específicas e muito variadas, condicionadas por fatores dos mercados externo (cenário mundial, oscilações cambiais, lei de oferta e procura) e interno (consumo interno, aumento populacional, etc.), variáveis não consideradas na elaboração das projeções apresentadas, para o período compreendido entre 2010 e 2030.

Nos próximos anos a produção total de fluorita deve sofrer redução, como consequência da paralisação da Cia Nitro Química que respondeu até 2007 por cerca de 70% da produção total, sendo a maior parte desse total referente à fluorita de grau ácido. Fatores como os elevados custos de produção das minas brasileiras e a falta de perspectiva do desenvolvimento de novas jazidas a curto e médio prazo, permitem indicar que a produção nacional de fluorita grau ácido não poderá sofrer uma expansão significativa nos próximos 20 anos. Dessa forma, para efeito de projeção futura, estimou-se que a produção deverá ter um comportamento praticamente estabilizado na faixa de 20 a 30 mil t/ano, recuperando, na melhor das hipóteses, o patamar do início dos anos 2000.

Para a fluorita grau metalúrgico a projeção da produção leva em conta que os principais produtores remanescentes devam permanecer produzindo com as taxas de crescimento costumeiras. De qualquer maneira os custos de lavra devem representar também para esse mercado um fator de restrição nos próximos anos.

Pela importância como recurso estratégico e base para segmentos diversos que suportam parte considerável da economia nacional é desejável que se tenha a médio e longo prazos planos de atuação focados nas descobertas de novas reservas, visando proteger a indústria nacional em cenários de desvalorização cambial do Real ou de aumento expressivo da demanda.

As poucas ocorrências economicamente viáveis atualmente conhecidas fazem com que o mercado fique centralizado em poucas empresas, dificultando a competitividade empresarial no sentido de abertura de novos mercados de exportação, a despeito da tendência de exportação dos

produtos obtidos com a fluorita com maior valor agregado, como os compostos químicos fluoretados (ácido fluorídrico, fluoretos e fluorácidos).

Os patamares de consumo de fluorita projetados para o período 2010 e 2030, caso se concretizem, forçarão naturalmente a prospecção de novas ocorrências em médio prazo visando com isso assegurar a independência do mercado mundial.

2. RECOMENDAÇÕES

Com base nas informações levantadas e nas análises efetuadas neste relatório, que apontam à importância da fluorita como importante matéria-prima para a indústria de base (química, metalúrgica e siderúrgica), sendo insubstituível em diversos processos industriais, são feitas, a seguir, recomendações de ações para entes públicos e para o setor produtivo, direcionadas a ampliação da produção e o aprimoramento competitivo da mineração de fluorita no país.

a) Levando em consideração a geodiversidade e potencial geológico do território brasileiro, uma ação fundamental é o incentivo a campanhas prospectivas visando:

- identificação de novos depósitos com condicionantes geológicos que permitam lavra a custos inferiores aos atuais (minas subterrâneas), e
- aumento das reservas lavráveis, com vistas à minimização do impacto do aumento de consumo e a dependência de produto importado, esperada para os próximos 20 anos.
- em função de alguns controles geológicos, suporte para levantamentos aerogeofísicos e geoquímicos que podem subsidiar a descoberta de novos depósitos.

b) Apoio a reavaliação técnico-econômica de minas paralisadas, buscando-se a identificação de novas rotas tecnológicas de lavra e beneficiamento que possibilitem aumento de produtividade e diminuição de custos operacionais, e que permitam, em médio prazo, a reativação dos empreendimentos.

c) Considerando a necessidade da continuidade da importação de fluorita, apoiar estudos no sentido de avaliar a ampliação do intercâmbio comercial com países da América Latina, caso, por exemplo, da Argentina, aproveitando-se os diferenciais competitivos relativos à dotação mineral e a complementaridade das cadeias produtivas relacionadas à fluorita.

3. PERFIL DA MINERAÇÃO DE FLUORITA

São apresentados os principais aspectos referentes à produção, consumo, importação e exportação de fluorita considerando o panorama nacional. A demanda de fluorita no Brasil está historicamente ligada às produções de aço, alumínio e ácido fluorídrico, vitais para diversos segmentos da indústria.

A fluorita é a principal fonte comercial de flúor. Embora seja um mineral de ampla distribuição, geralmente ocorre como acessório em diversos tipos de rochas. As reservas comerciais de fluorita são depósitos filonianos em rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

A forma mais comum de ocorrência desses minerais são cristais de hábito cúbico, com clivagem perfeita, brilho vítreo nas cores violeta, azul, roxo e, mais raramente incolor, branco, verde e amarelo. Apresenta dureza 4 na escala Mohs e densidade entre 3,0 g/cm³ e 3,6 g/cm³. A composição química em cristais puros é CaF₂, sendo 51,3% de Ca (cálcio) e 48,7% de F (flúor). Elementos como ítrio e cério podem substituir parcialmente o cálcio. (WENK & BULAKH, 2008).

O fluoreto de cálcio contido (CaF₂) é o principal critério utilizado para a classificação comercial da fluorita em grau metalúrgico ou grau ácido.

Segundo o Sumário Mineral Brasileiro (DNPM, 2008), as reservas brasileiras de fluorita localizam-se nos Estados de Santa Catarina (58%), Paraná (29%) e Rio de Janeiro (13%). Existem também ocorrências de criolita (Na_3AlF_6) associada à cassiterita na mina de Pitinga, em Presidente Figueiredo – AM, que constituem potencial fonte de flúor, entretanto sem viabilidade econômica comprovada até o momento.

A produção de flúor recebe ainda contribuição das rochas fosfatadas, geralmente com teor de 2% a 3% desse elemento, que pode ser recuperado na fase de acidulação durante a produção de ácido fosfórico.

As principais reservas brasileiras de fluorita são do tipo filoniana, e sua exploração se desenvolve em minas subterrâneas, cujos custos contribuem para o elevado preço do produto no mercado interno em relação aos principais produtores mundiais que exportam para o Brasil (México e África do Sul). As características e volumes das reservas totais (lavráveis, medidas e indicadas) atualmente conhecidas não permitem a inserção do Brasil, como produtor de fluorita num horizonte além do atual, ou seja, inferior a 1% do volume mundial.

Para os próximos anos espera-se que as importações aumentem para suprir demandas internas da fluorita grau ácido, sendo a produção do grau metalúrgico concentrada na mina de Tanguá, no estado do Rio de Janeiro.

Algumas das principais minas de Santa Catarina encontram-se atualmente paralisadas, ao passo que a mina em Cerro Azul, no Paraná, realizou investimentos em infra-estrutura e modernização de equipamentos focando a produção do grau ácido e metalúrgico. Para a mina no Rio de Janeiro a expectativa é de aumento da capacidade produtiva.

3.1. Produção Interna

Em 2007, a produção de fluorita beneficiada foi de 65.526 t, apresentando um crescimento de 3,0% em relação a 2006, conforme o Sumário Mineral Brasileiro (DNPM, 2008).

A produção de fluorita grau ácido (68,5% do volume total) apresentou um crescimento de 8,4% e a de grau metalúrgico (31,5% do total) redução de 7,1%. A produção de minério bruto (ROM) foi de 212.537 t que representa um crescimento de 9,04% em relação a 2006.

A série histórica de produção de fluorita noticiada pelo DNPM para o período entre 1988 e 2007 (Tabela 1 e Figura 1), mostra que a produção sofreu variações expressivas devidas sobretudo à oscilações de demanda das indústrias química e metalo-siderúrgica e relações cambiais que favoreceram as importações.

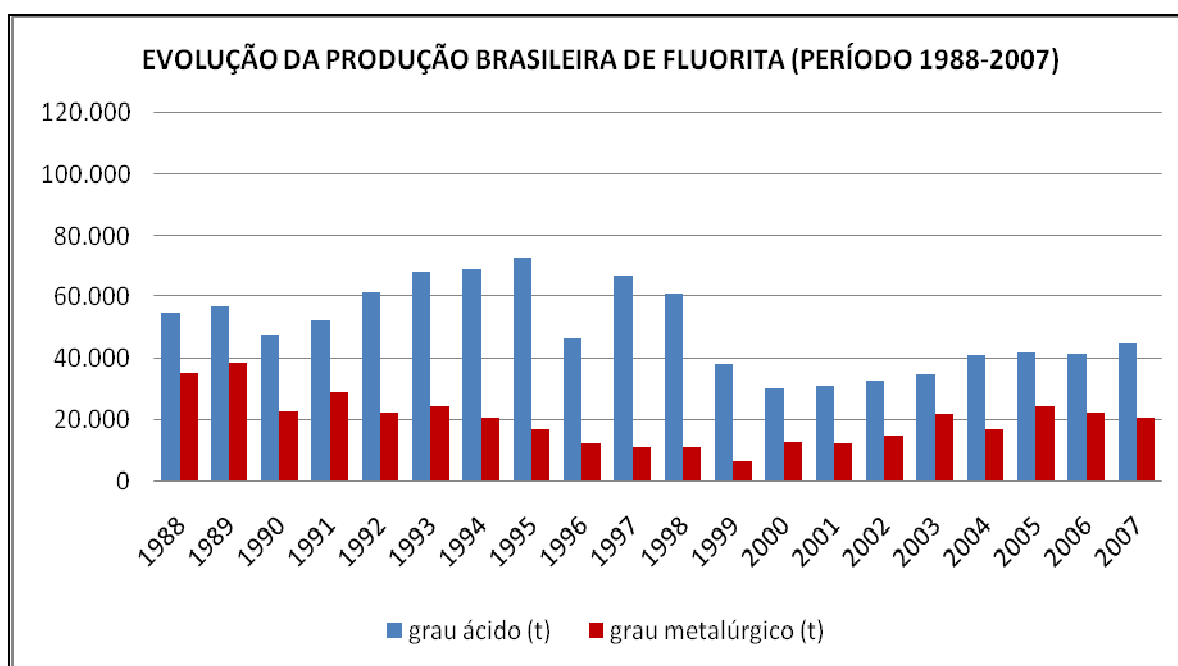
Tabela 1 – Produção brasileira de fluorita – período 1988 – 2007.

| Ano | Grau ácido (t) | Grau metalúrgico (t) | Total (t) |
|------|-------------------|-------------------------|--------------|
| 1988 | 54.920 | 35.078 | 89.998 |
| 1989 | 56.973 | 38.550 | 95.523 |
| 1990 | 47.724 | 22.659 | 70.383 |
| 1991 | 52.415 | 28.898 | 81.313 |
| 1992 | 61.432 | 22.264 | 83.696 |
| 1993 | 68.325 | 24.566 | 92.891 |
| 1994 | 68.890 | 21.041 | 89.931 |
| 1995 | 72.498 | 16.860 | 89.358 |
| 1996 | 46.706 | 12.334 | 59.040 |
| 1997 | 66.859 | 11.173 | 78.032 |

| | | | |
|-------------|--------|--------|--------|
| 1998 | 61.024 | 11.058 | 72.082 |
| 1999 | 38.209 | 6.717 | 44.926 |
| 2000 | 30.131 | 12.831 | 42.962 |
| 2001 | 31.263 | 12.471 | 43.734 |
| 2002 | 32.774 | 15.125 | 47.899 |
| 2003 | 34.462 | 21.884 | 56.346 |
| 2004 | 40.948 | 16.824 | 57.772 |
| 2005 | 42.043 | 24.469 | 66.512 |
| 2006 | 41.373 | 22.231 | 63.604 |
| 2007 | 44.869 | 20.657 | 65.526 |

Fonte: Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM (2001) e complementado por dados do Sumário Mineral Brasileiro dos anos 2000 a 2007.

Figura 1 - Evolução da produção brasileira de fluorita – período 1988 – 2007.



Fonte: conforme dados da Tabela 1.

Os principais picos de baixa na produção foram em 1990, devido a redução de demanda imposta pela recessão; em 1996 pela utilização de fluorita importada e estocada em 1995, devido ao câmbio favorável; e o último evento entre 1999 e 2001, devido a paralização nas atividades de várias minas em Morro da Fumaça (SC) e Pedras Grandes (SC), por conta dos altos custos de extração. Nesse período a produção total decresceu cerca de 50% em relação ao fim da década de 80 (DPM, 2001).

A partir de 2002 a produção retoma o crescimento, sobretudo como resultado de investimentos realizados nas minas e mantém níveis próximos aos da data base 2007.

3.2. Recursos humanos

Apenas três empresas respondem pela atual produção brasileira de fluorita: Cia. Nitro Química Brasileira - (Grupo Votorantim), Emitang - Empresa de Mineração Tanguá Ltda. e Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda.

As estatísticas dão conta de cerca de 320 postos de trabalho no ano-base 2005 (DNPM, 2006), sendo marcante o predomínio dos operários, tanto nas minas quanto nas usinas (Tabela 2). Frente ao número de postos de trabalho no setor mineral brasileiro o mercado da fluorita é pouco

expressivo, respondendo por menos de 0,5% nas minas e apenas 0,2% nas unidades de beneficiamento.

A Cia. Nitro Química está paralisando suas atividades de mineração a partir de agosto de 2009, o acarretará mudanças no quadro da distribuição de mão-de-obra para o próximo ano.

Tabela 2 – Qualificação dos empregados e total de postos por unidade de produção.

| Unidade | Nível | Profissão | Fluorita | Brasil |
|----------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------|
| Minas | Superior | Eng. Minas | 4 | 3.578 |
| | | Geólogo | 3 | 1.968 |
| | | Outros | 4 | 1.528 |
| | Técnico | Técnico N.M. | 7 | 3.460 |
| | | Operários | 244 | 56.942 |
| | | Admin. | 8 | 6.622 |
| | | TOTAL | 270 | 74.008 |
| Usinas | Superior | Eng. Minas | 2 | 641 |
| | | Outros | 1 | 1.149 |
| | Técnico | Técnico N.M. | 11 | 3.163 |
| | | Operários | 37 | 30.372 |
| | | Admin. | 6 | 6.160 |
| | TOTAL | 57 | 41.404 | |

Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM - Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 2006).

3.3. Parque produtivo

A Cia Nitro Química, historicamente foi líder da produção de fluorita grau ácido detendo fatias do mercado da ordem de 80% a 100% e menor quantidade de grau metalúrgico. Essa empresa também responde em grande parte pela importação de grau ácido para abastecer sua forte demanda para a produção de ácido fluorídrico, realizada em São Paulo, da qual é líder absoluta na América Latina.

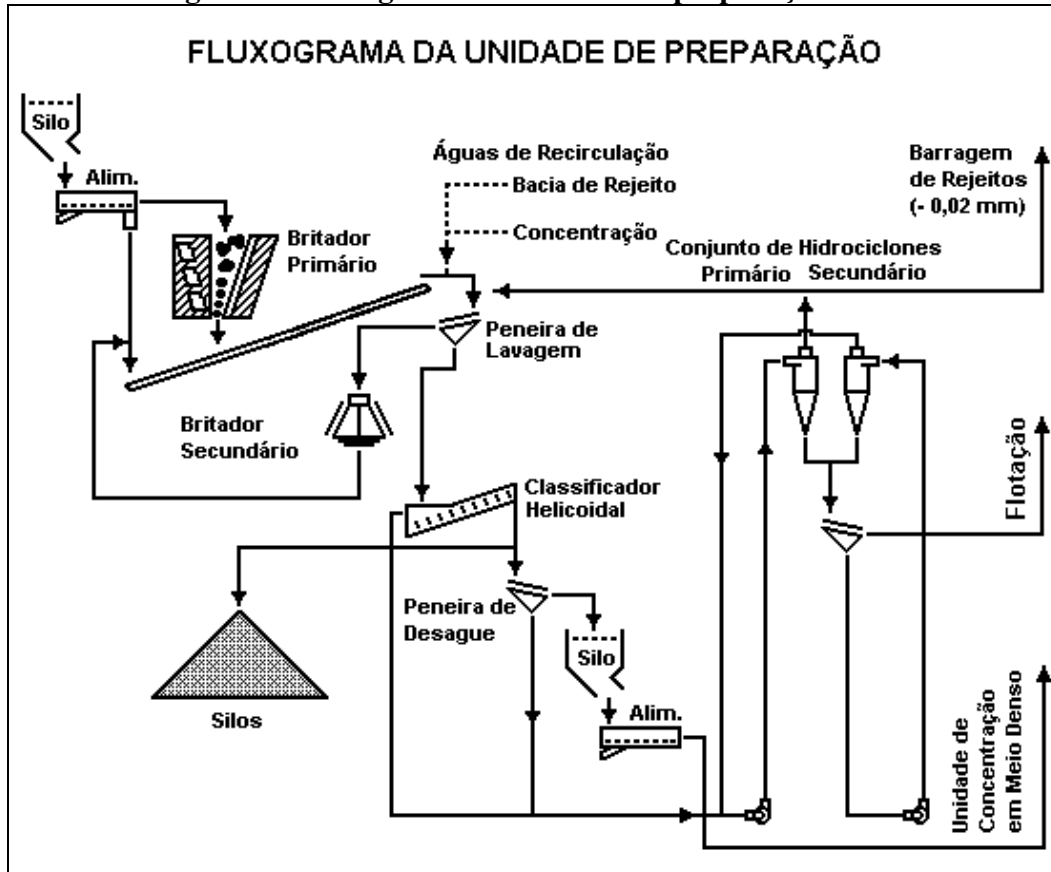
A unidade de beneficiamento da Cia. Nitro Química está localizada em Morro da Fumaça, junto à Mina III, incluindo preparação, classificação e concentração por densidade através de Triflo e tambor de meio denso para a fluorita grau metalúrgico e areia de fluorita britada. Para a fluorita grau ácido úmida a capacidade de alimentação é de 7.000 t/mês de ROM, com capacidade de produção de 3.000 t/mês. O processo inclui moagem, classificação por cicloneamento e flotação através de células (Figura 2 e 3).

Sabe-se que em 2010 a Cia. Nitro Química suprirá sua demanda por fluorita grau ácido exclusivamente por importação, devido à mudança de estratégia que resultou em paralisação das atividades nas minas de Santa Catarina, a partir de agosto de 2009.

A produção de fluorita grau metalúrgico é quase exclusiva da Emitang (único produto dessa empresa), localizada em Tanguá, RJ, e complementada pela Mineração Nossa Senhora do Carmo, em Cerro Azul, PR que também produz o grau ácido.

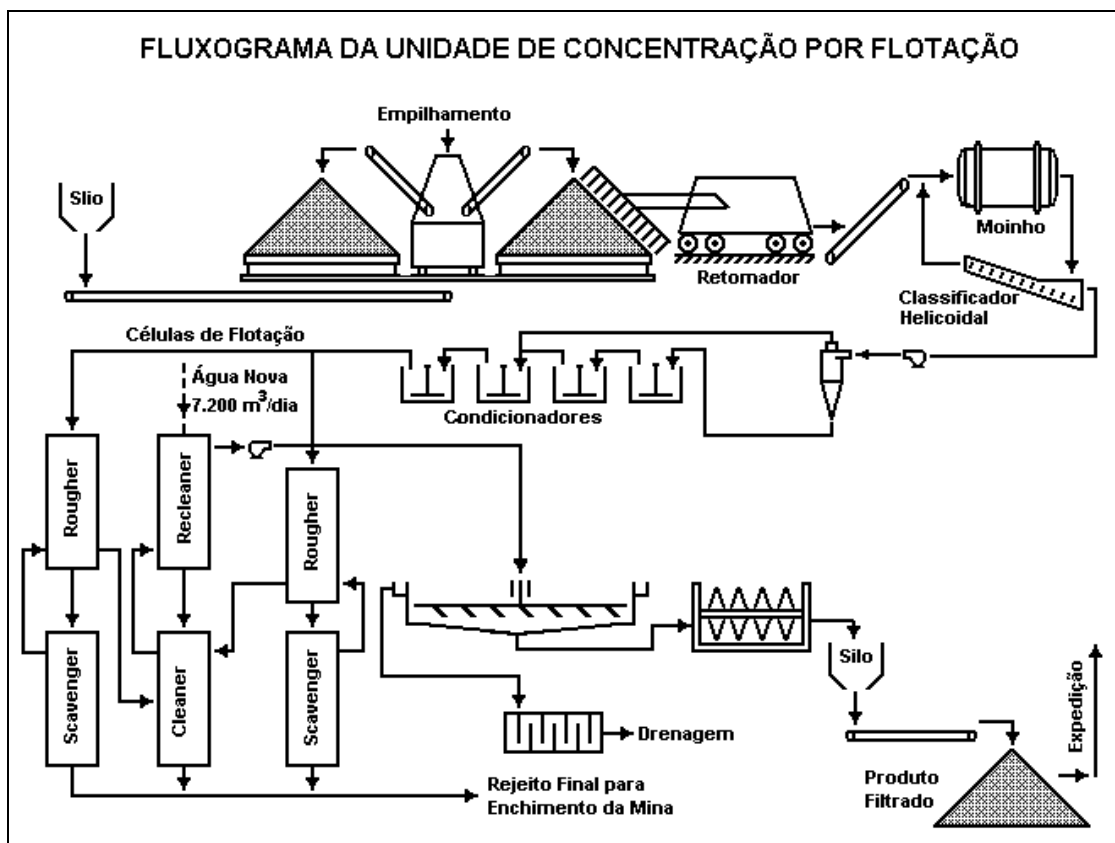
A unidade de beneficiamento da Emitang está localizada junto à mina, incluindo classificação e concentração por densidade através de tambor de meio denso com capacidade de alimentação de 4.500 t/mês de ROM e produção de 600 t/mês para a fluorita grau metalúrgico e areia de fluorita britada.

Figura 2 - Fluxograma de unidade de preparação de fluorita.



Fonte: Sampaio et. al. 2002.

Figura 3 - Fluxograma de unidade de flotação de fluorita

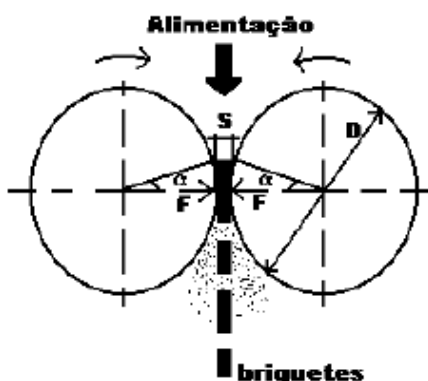


Fonte: Sampaio et. al. 2002.

Atualmente a Mineração Nossa Senhora do Carmo realiza o beneficiamento na nova usina instalada nas imediações da mina de Cerro Azul, PR, eliminando a necessidade de transporte para a antiga usina de Morro da Fumaça, SC, atualmente desativada. Nessa unidade ocorre o beneficiamento por processo de briquetagem.

O processo consiste na prensagem (Figura 4) de uma mistura de partículas de fluorita, oriundas da flotação e das frações mais finas do peneiramento, com um aglutinante, geralmente cal, melado ou silicato de sódio, posteriormente secada, visando com isso a obtenção de aglutinados, os briquetes, com dimensões de até 50 mm (geralmente os consumidores de fluorita grau metalúrgico, utilizam granulometria entre 30 mm e 40 mm). Esse procedimento permite eliminar a utilização de fornos para secagem dos briquetes.

Figura 4 – Compressão em prensas de rolo para obtenção de briquetes.



Fonte: CARVALHO; BRINCK, 2004.

Quanto aos processos de lavra todas as minas são subterrâneas, com exceção da mina de Cerro Azul, PR, cuja lavra se desenvolve em bancadas (método *open pit*).

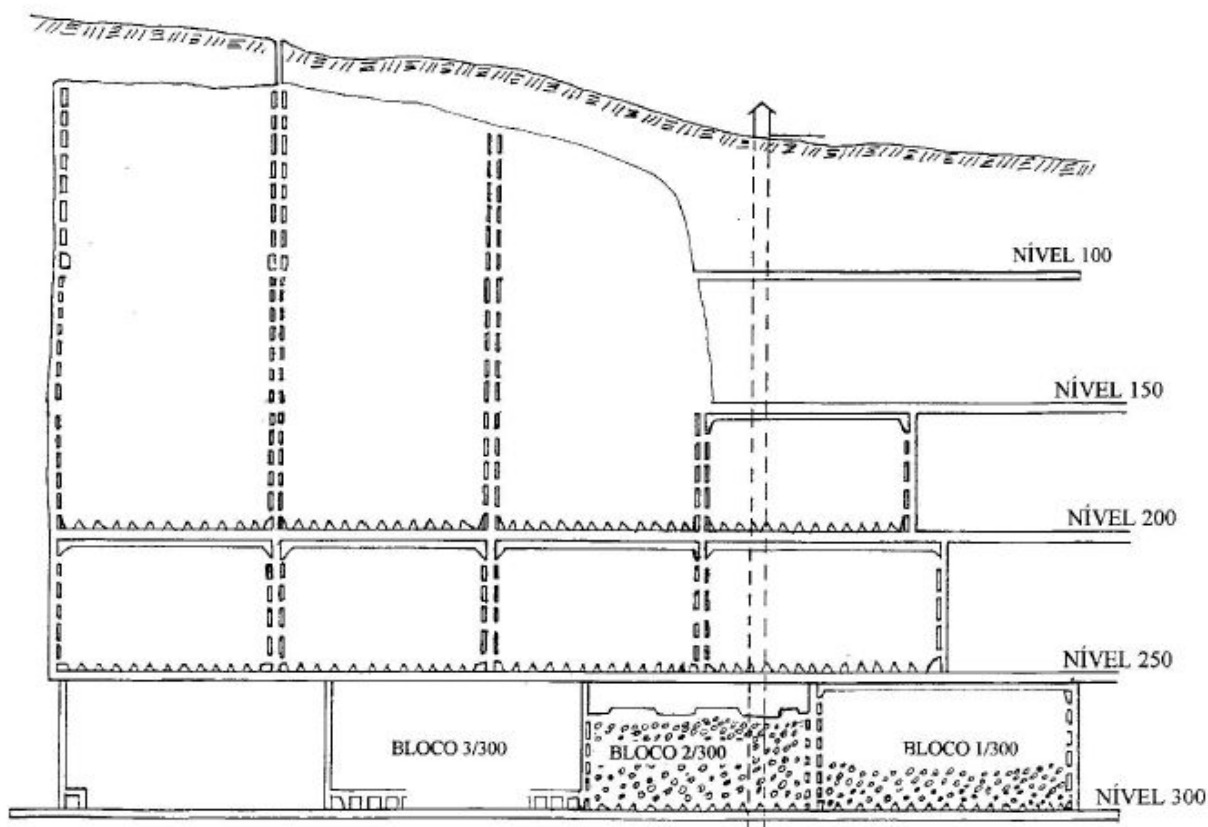
As demais jazidas brasileiras são subterrâneas e explotadas pelo método *shrinkage stoping*, o mais indicado para filões verticalizados e onde a encaixante oferece condições de segurança, sendo o caso das minas em atividade.

KLIPPEL (1999) descreve detalhadamente o desenvolvimento dessa técnica nas minas de Santa Catarina, resumida a seguir, válida também para a mina de Tanguá, RJ.

Em geral, a cada 50 m de profundidade são desenvolvidas galerias horizontais que acompanham a direção do filão de fluorita. Essas galerias servem para o trânsito de pessoal, escoamento de minério, instalação de redes de ar comprimido, água e energia elétrica, além de circulação da ventilação no subsolo. Após o desenvolvimento da galeria horizontal, a cada 80 m, é preparado um bloco de lavra, classificado como unidade de desmonte de minério, individualizada por duas chaminés.

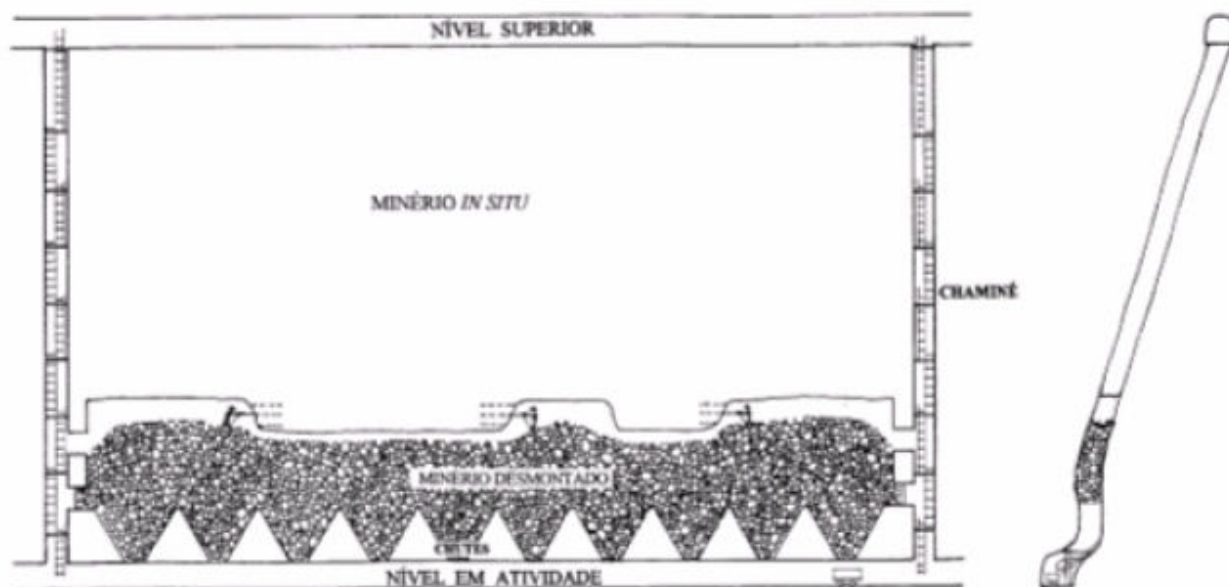
O desmonte do minério é feito de maneira ascendente, entre os dois níveis que delimitam o bloco, finalizado ao aproximar-se do nível superior. Mantém-se um pilar do minério in situ, entre a face do desmonte e o nível superior, com 2,0 m de espessura. Após o desmonte do minério, procede-se ao transporte de 30% em volume do mesmo, correspondente ao empolamento. Esse procedimento cria um espaço vazio no topo do bloco, que é utilizado para circulação de pessoal. O volume residual do minério desmontado permanece estocado no interior do bloco, servindo de piso. Ao concluir o desmonte do minério no bloco de lavra, o material estocado é transportado para a superfície. Esse transporte é feito, horizontalmente, no nível da lavra, pelos comboios tradicionais de locomotiva a diesel e, verticalmente, por um guincho no poço (Figuras 5 e 6).

Figura 5 - Corte longitudinal de uma mina de fluorita.



Fonte: KLIPPEL (1999).

Figura 6 – Detalhe de bloco de lavra da Figura 4.



Fonte: KLIPPEL (1999).

Os métodos de produção são adequados aos tipos de produtos comercializados. A capacidade instalada esteve com aproveitamento integral para a produção de fluorita grau ácido e 45% de ociosidade para o grau metalúrgico, durante o ano de 2007. Nos próximos três anos estão previstos investimentos de R\$ 2,1 milhões nas minas e R\$ 1,14 milhão nas usinas (DNPM, 2008).

As reservas localizadas no Amazonas, município de Presidente Figueiredo, da ordem de 1 milhão de t, continuam ainda sem previsão de produção devido aos custos elevados para exploração da zona mineralizada em criolita (Na_3AlF_6), localizada a cerca de 150 m de profundidade.

3.4. Consumo de matérias-primas minerais

O processo de flotação responde pelo consumo de matérias primas que assumem o papel de reagentes para regular o pH e deprimir elementos, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo médio de reagentes utilizados na flotação.

| Função | Reagente | Consumo (g/t) |
|-----------------------|--------------------|---------------|
| Coletor | Tall Oil | 350 |
| Depressor de Silicato | Silicato de sódio | 250 |
| Depressor de Barita | Amido de milho | 130 |
| Regulador de pH | Carbonato de Sódio | 1.200 |

Fonte: SAMPAIO et. al. (2002).

Na planta de concentração por meio denso o consumo de ferro-silício é de 0,4 a 0,6 g/t de minério processado.

3.5. Consumo energético

O consumo médio de energia elétrica é da ordem de 10 kWh/t de minério processado na planta de preparação. Na flotação, o consumo é cerca de 25 kWh/t de minério processado ou 64 kWh/t de concentrado flotado.

Durante o processo de secagem do minério flotado emprega-se querosene para aquecimento de um forno rotativo, utilizando em média 20 l/t de concentrado.

Considerando a energia elétrica e o querosene empregado admite-se um consumo energético da ordem de 0,02 tep/t de minério flotado. As emissões de CO_2 , realizadas diretamente na atmosfera, são da ordem de 49 kg/t, dos quais 1 kg/t refere-se à movimentação de carga durante a fase de lavra e encaminhamento para a planta de beneficiamento ¹.

3.7. Utilização de água

A água é utilizada em volume significativo durante o processo de beneficiamento durante a preparação e concentração do minério com consumo equivalente a 1,5 m³/t de alimentação de minério, havendo utilização de água reciclada em cerca de 40% do processo. Na usina de flotação o consumo é da ordem de 4,0 m³/t a 5,0 m³/t (SAMPAIO, et.al. 2002).

3.8. Geração de resíduos sólidos²

Durante a preparação do minério o descarte de sólidos corresponde à fração fina dos hidrociclones deslamadores, disposta em barragem de rejeitos. O efluente é em forma de polpa, que geralmente contém 5% a 8% de sólidos em peso e pH em torno de 7. Os componentes presentes são sílica, fluoreto de cálcio, carbonato de cálcio, óxido de ferro e alumínio e sulfato.

Nas unidades de concentração em meio denso, de onde advém a produção de fluorita grau metalúrgico não há liberação de efluentes, podendo a água de processo retornar ao circuito de

¹ Fatores de conversão utilizados: 1 kWh = 0,86 kcal; 1 tep = 10.031.288 kcal; 1 litro diesel = 9.143 kcal (Poder Calorífico Superior – PCS); 2,8 kg de emissões de CO_2 / litro de querosene.

² Informações correspondentes a unidade de beneficiamento da Cia Nitro Química do Brasil, apresentadas por SAMPAIO et. al. 2002.

recuperação de ferro-silício, no circuito de preparação. Os resíduos sólidos são aproveitados como brita, para abastecimento do mercado local.

As maiores quantidades de resíduos sólidos são gerados após a flotação, formado por polpa, com aproximadamente 12% a 18% de sólidos em peso e pH da ordem de 8 a 9. Os sólidos são constituídos, basicamente, por quartzo (70%), óxido de alumínio e ferro (17%), carbonato de cálcio (2,0%), fluoreto de cálcio (8,0%), sulfato de bário (2,0%), além de óxidos de sódio e potássio. Esse resíduo, após deslamagem, pode ser aproveitado na recuperação de áreas degradadas e a polpa com os ultrafinos como enchimento (backfill) retornando à mina subterrânea.

O processo de secagem dispõe de um sistema de coleta de finos constituído de um ciclone e um filtro de mangas. A fração grossa da ciclonagem retorna ao processo, enquanto que a fina passa pelo filtro de manga que retém o material ultrafino e encaminha o fluxo de ar à chaminé de descarga dos gases de combustão.

3.9. Investimentos

O Sumário Mineral de 2008 informa que estão previstos para os próximos três anos investimentos de R\$ 2,1 milhões nas minas e R\$ 1,14 milhão nas usinas.

Nota-se que os investimentos assinalados devem ser menores que o previsto, devido à revisão de estratégia do Grupo Votorantim para a unidade da Cia. Nitro Química, e serem concentradas nas instalações de Cerro Azul, PR, pertencentes à Mineração Nossa Senhora do Carmo que iniciou recentemente operações de uma nova usina de beneficiamento.

4. USOS

Historicamente a utilização da fluorita foi promovida com finalidades ornamentais por diversos povos antigos, como os gregos e romanos que produziram vasos, taças e peças de mobiliário em geral; e os chineses com estatuária e esculturas.

Mais tarde, no século XVI, a aplicação da fluorita como fundente foi reconhecida na Europa, tendo início as atividades de lavra na Inglaterra, em 1775. A produção foi significativamente impulsionada pela indústria siderúrgica, durante a Revolução Industrial, em franco desenvolvimento nesse período. O advento das Primeira e Segunda Guerras Mundiais fez com que a aplicação da fluorita se intensificasse na siderurgia e se ampliasse para as indústrias química e cerâmica, nas quais atualmente desempenha papel crucial em ampla gama de utilizações.

Comercialmente a fluorita é apresentada em duas especificações, em função de seu conteúdo em CaF_2 e de sílica, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Especificações comerciais da fluorita.

| Especificação | Composição | Granulometria |
|-------------------------|---|--|
| Grau Metalúrgico | - teor de 80% a 85% de CaF_2 , - sílica menor que 15%, - enxofre livre menor que 0,3%. | - graúda: 5 cm a 15 cm, - miúda: 0,6 cm a 2,5 cm, - inferiores a 0,6 cm: processo de briquetagem (pelotização), sendo comercializadas com diâmetro de uma polegada (2,5 cm). |
| Grau Ácido | - teor mínimo de CaF_2 de 97%, - máximos de 1,5% de sílica, - enxofre livre de 0,1%. | - granulometria de 100 mesh. |

Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM (2001).

Destacam-se como os principais usos metalúrgicos: na fabricação do aço, como fluidificante de escórias, fabricação do alumínio, fundição de ligas especiais, fundição de zinco e magnésio.

Na indústria química o uso mais tradicional é a obtenção do flúor elementar, fluoretos inorgânicos e ácido fluorídrico (HF), com os quais se obtêm outros compostos úteis às indústrias química e cerâmica entre outras.

O ácido fluorídrico, por exemplo, é usado como catalisador para produção de alquilato, destinado à produção de gasolinas de alta octanagem (aviação e automobilismo), e de gases variados genericamente chamados clorofluorcarbonos (CFC's), que por sua vez são aplicados em sistemas de refrigeração, como propelentes de aerossóis, refrigerantes, plásticos, solventes, lubrificantes, extintores de incêndio, etc. Esse ácido também é usado na fabricação do hexafluoreto de urânio utilizado na preparação do U₂₃₅.

Na saúde pública é utilizado para fluoretação de águas (fluoreto de sódio), como prevenção às cáries.

Na indústria cerâmica apresenta amplo uso: formulação de vidrados e esmaltes, produção de cerâmica branca (porcelanas e louças sanitárias), como auxiliar de fluxante. Geralmente as quantidades são limitadas, já que gases de flúor podem causar corrosão dos revestimentos dos fornos e afetar os processos de vitrificação (SAMPAIO et.al., 2008).

Atende ainda as indústrias de refratários e soldas, produção de cimento Portland, transformadores de alta tensão (hexafluoreto de enxofre), fabricação de eletrodos, decapagem de metais, produção de esmaltes, polimento de vidros, além de várias aplicações na área da galvanoplastia (KLIPPEL, 1999).

No Brasil, durante o ano de 2007, a fabricação de ácido fluorídrico foi o principal setor consumidor de fluorita grau ácido e a siderurgia o setor mais demandante de fluorita grau metalúrgico (Tabela 5).

Tabela 5 – Principais setores de consumo de fluorita graus ácido e metalúrgico – período 2003-2007

| Setor | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|
| GRAU ÁCIDO | | | | | |
| ácido fluorídrico | 75,6 | 74,6 | 75,5 | 81,1 | 80,9 |
| siderurgia | 12,6 | -- | 8,0 | 11,2 | 11,3 |
| soldas e anodos (galvanoplastia) | 8,3 | 9,0 | 6,5 | 4,9 | 4,9 |
| fundição | -- | 2,4 | -- | -- | -- |
| ferro-ligas | -- | 1,5 | -- | -- | -- |
| cimento | -- | -- | 8,0 | 2,8 | 2,8 |
| metalurgia dos não-ferrosos | 3,5 | 6,5 | 2,0 | -- | -- |
| GRAU METALÚRGICO | | | | | |
| siderurgia | 70,0 | 69,0 | 63,1 | 83,0 | 80,5 |
| fundição | 2,0 | 12,5 | 8,2 | 13,0 | 14,7 |
| soldas e anodos (galvanoplastia) | -- | 12,8 | 14,5 | -- | -- |
| produtos químicos | 20,0 | -- | -- | -- | -- |
| ferro-ligas | 2,0 | 4,1 | 4,3 | 4,0 | 4,8 |
| cimento | -- | -- | 10,1 | -- | -- |
| metalurgia básica | 6,0 | -- | -- | -- | -- |
| metalurgia dos não-ferrosos | -- | 1,7 | -- | -- | -- |

Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM (Sumário Mineral Brasileiro, anos 2004 a 2008).

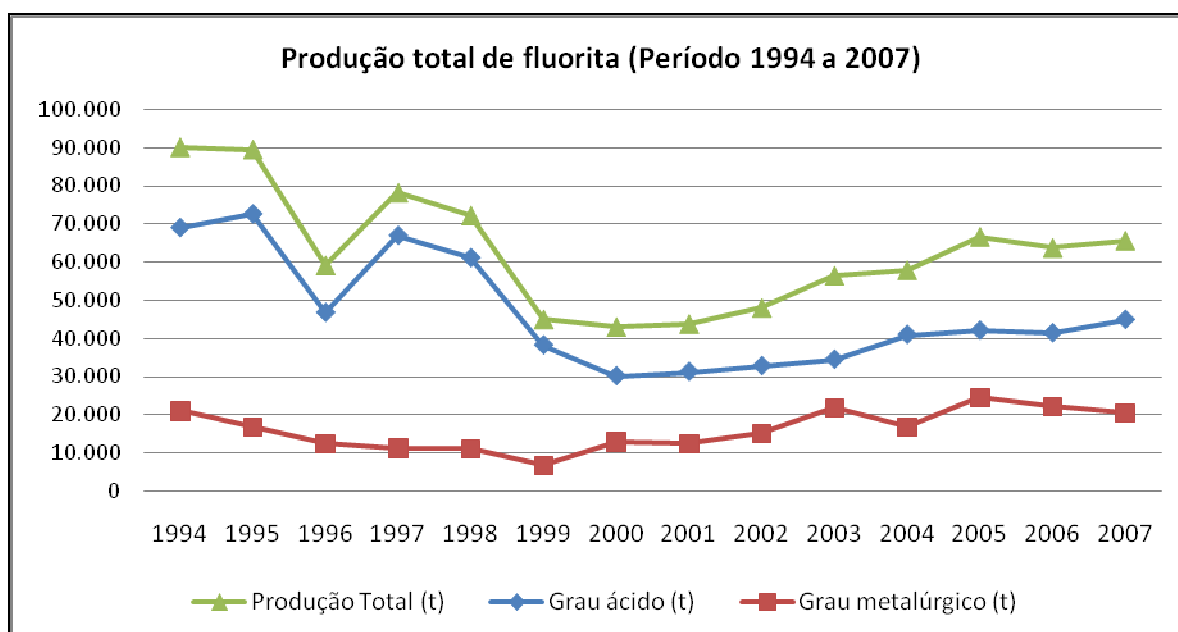
5. PRODUÇÃO E CONSUMO

O consumo interno de fluorita está diretamente relacionado à produção de ácido fluorídrico (HF), aço e alumínio.

A característica marcante na produção de fluorita grau ácido são oscilações bruscas ao longo dos anos, entretanto com tendência geral de queda acentuada de um patamar de 68 mil t em 1994 para cerca de 30 mil t nos anos 1999 – 2000. Nota-se a partir de 2001, recuperação e estabilização da produção com tendência de aumento de 6% ao ano, havendo aumento acumulado de 43%, entre 2001 e 2007 alcançando pouco menos de 45 mil t (Figura 7, Tabela 1).

Analisando a série histórica da produção de fluorita grau metalúrgico observam-se tendências mais claras, de queda no período entre 1994 e 1999 e crescimento regular a partir desse ano, até 2004 quando ocorre pequena desaceleração, estabilizando a produção no patamar de 20 mil t para os anos seguintes (Figura 7, Tabela 1).

Figura 7 – Evolução da produção de fluorita no Brasil – período 1994 – 2007



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

As oscilações da produção no período entre 1988 e 1994 são devidas, sobretudo ao fechamento de algumas unidades, geralmente sob alegação de custos elevados na produção, decorrentes das operações em mina subterrâneas. Nos primeiros anos do Plano Real, entre 1995 e 2000, além de paralisações de algumas minas, também houve significativa influência do alto valor do Real frente ao Dólar, o que favoreceu as importações. A partir de 2001 há retomada da produção facilitada por um cenário de maior estabilidade econômica e desvalorização do Real.

As empresas Cia. Nitro Química Brasileira - (Grupo Votorantim), Emitang - Empresa de Mineração Tanguá Ltda e Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda mantiveram até 2008, quatro minas subterrâneas em operação, três em Santa Catarina e uma no Rio de Janeiro, e uma única mina a céu aberto explorada no Paraná. As minas em atividade apresentaram a seguinte distribuição da produção bruta (ROM): Morro da Fumaça, SC (12,7%); Santa Rosa de Lima, SC (25,8%); Rio Fortuna, SC (38,1%); Tanguá, RJ (11,1%); e Cerro Azul, PR (12,3%).

A produção de fluorita grau ácido para o ano de 2008 deverá reduzir sensivelmente dada à paralisação das atividades da Cia. Nitro Química Brasileira, que por estratégia empresarial importará o minério para os próximos períodos a partir de agosto de 2009.

Com relação ao consumo total fluorita no Brasil nota-se acentuada variação nos anos anteriores a 2001, em especial pela variação no consumo da fluorita grau ácido (Tabela 7).

A demanda por fluorita grau ácido é devida basicamente à produção de ácido fluorídrico, dominada na América Latina pela Cia. Nitro Química. A demanda cresceu 36% entre 2004 e 2006, havendo queda de 4,95% em 2007, para 53 mil t (Figura 8).

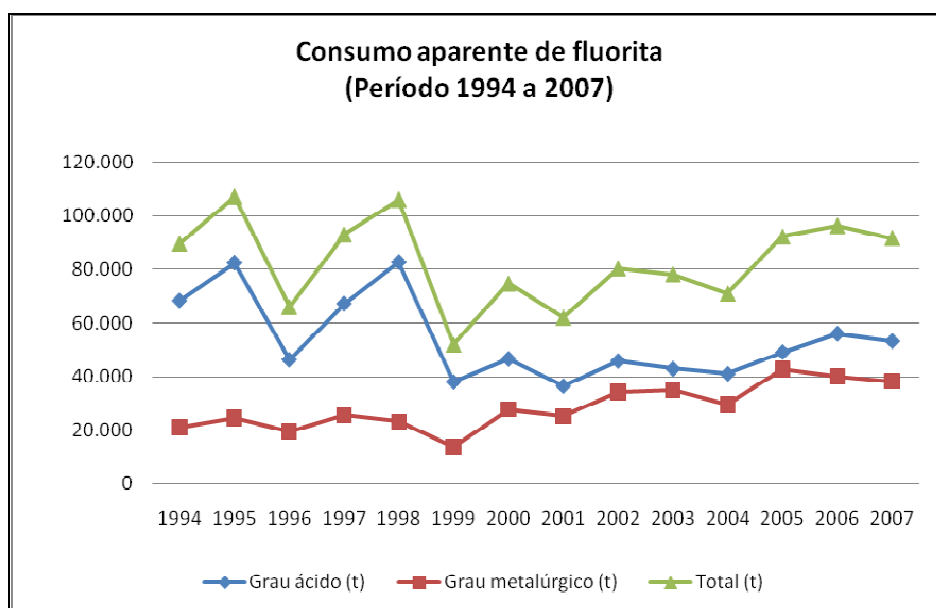
O consumo de fluorita grau metalúrgico segue tendência de incremento desde 1994, com flutuações negativas em 1999 e 2004 (Tabela 6, Figura 8). O consumo em 2007 ficou na casa de 38 mil t, decréscimo de 4,4% em relação a 2006. Segundo o DNPM (2008), parte dessa redução deve-se a metodologia utilizada para o consumo aparente, contabilizando-se a produção e não a quantidade disponibilizada no mercado, que em 2007 foi de 22.519 t. Outro fator deveu-se a melhoria na eficiência do processo produtivo que reduziu a quantidade de fluorita necessária para a produção de aço.

Tabela 6 – Consumo aparente de fluorita no Brasil – período 1994 – 2007.

| Ano | Grau ácido (t) | Grau metalúrgico (t) | Total (t) |
|------|----------------|----------------------|-----------|
| 1994 | 68.479 | 21.032 | 89.511 |
| 1995 | 82.545 | 24.553 | 107.098 |
| 1996 | 46.462 | 19.534 | 65.996 |
| 1997 | 67.332 | 25.594 | 92.926 |
| 1998 | 82.785 | 23.240 | 106.025 |
| 1999 | 38.209 | 13.662 | 51.871 |
| 2000 | 46.810 | 27.834 | 74.644 |
| 2001 | 36.654 | 25.239 | 61.893 |
| 2002 | 46.012 | 34.282 | 80.294 |
| 2003 | 43.076 | 34.970 | 78.046 |
| 2004 | 41.206 | 29.707 | 70.913 |
| 2005 | 49.248 | 42.880 | 92.128 |
| 2006 | 56.171 | 40.046 | 96.217 |
| 2007 | 53.389 | 38.309 | 91.698 |

Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações – Anuário Mineral Brasileiro e Sumário Mineral - DNPM.

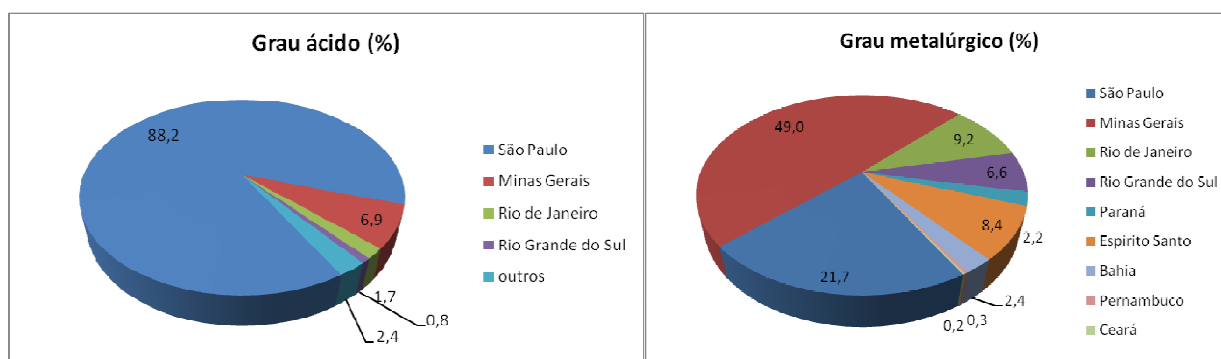
Figura 8 – Evolução do consumo de fluorita no Brasil – período 1994 – 2007.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

Em 2007, o estado de São Paulo, onde está sediada a unidade fabril da Cia. Nitro Química, foi o líder no consumo de fluorita grau ácido (88,2%), mantendo a performance histórica. As regiões que mais se destacaram como consumidoras de fluorita grau metalúrgico foram Minas Gerais (49,0%) e São Paulo (21,7%), Rio de Janeiro (9,2%) e Espírito Santo (8,4%) (Figura 9).

Figura 9 – Evolução do consumo de fluorita no Brasil – período 1994 – 2007.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

O balanço entre a produção e o consumo de fluorita mostra que de maneira geral a demanda nacional supera a oferta (Tabela 7), tanto para fluorita grau ácido (Figura 10), quanto para grau metalúrgico (Figura 11).

No período de 2004 a 2007 o déficit de fluorita grau ácido variou de 258 t a 14.800 t. O déficit de fluorita grau metalúrgico é mais homogêneo e se situa no patamar de 15 mil t a 17 mil t desde o ano 2000.

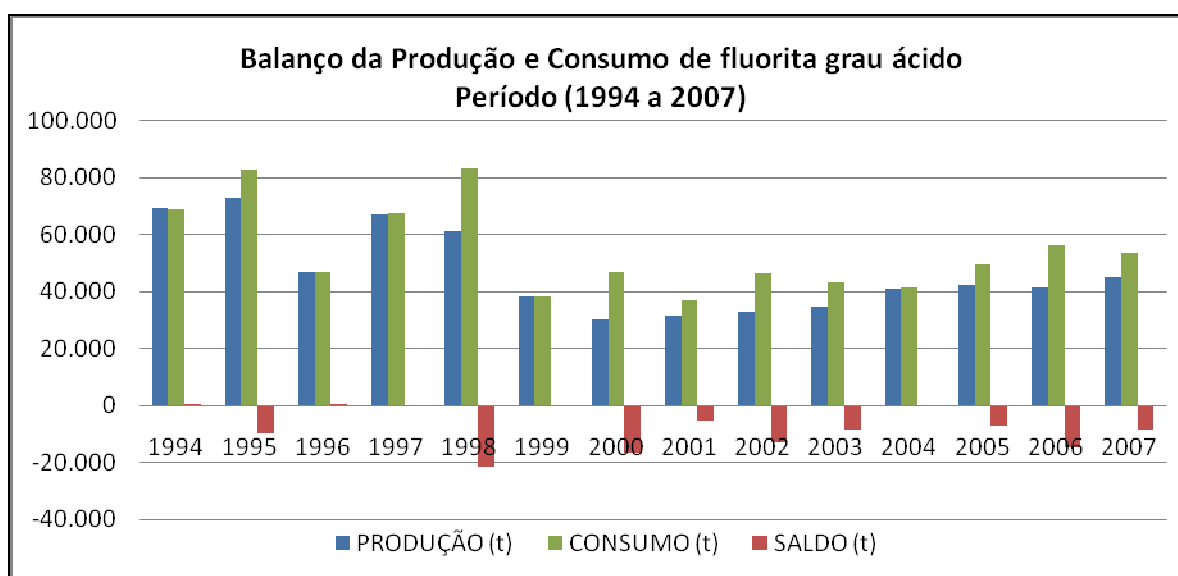
Tabela 7 – Balanço da produção e consumo aparente de fluorita no Brasil – período 1994 – 2007.

| Ano | Produção (t) | Consumo (t) | Saldo (P-C) (t) |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------------|
| GRAU ÁCIDO | | | |
| 1994 | 68.890 | 68.479 | 411 |
| 1995 | 72.498 | 82.545 | (10.047) |
| 1996 | 46.706 | 46.462 | 244 |
| 1997 | 66.859 | 67.332 | (473) |
| 1998 | 61.024 | 82.785 | (21.761) |
| 1999 | 38.209 | 38.209 | 0 |
| 2000 | 30.131 | 46.810 | (16.679) |
| 2001 | 31.263 | 36.654 | (5.391) |
| 2002 | 32.774 | 46.012 | (13.238) |
| 2003 | 34.462 | 43.076 | (8.614) |
| 2004 | 40.948 | 41.206 | (258) |
| 2005 | 42.043 | 49.248 | (7.205) |
| 2006 | 41.373 | 56.171 | (14.798) |
| 2007 | 44.869 | 53.389 | (8.520) |
| GRAU METALÚRGICO | | | |
| 1994 | 21.041 | 21.032 | 9 |
| 1995 | 16.860 | 24.553 | (7.693) |
| 1996 | 12.334 | 19.534 | (7.200) |
| 1997 | 11.173 | 25.594 | (14.421) |
| 1998 | 11.058 | 23.240 | (12.182) |

| | | | |
|-------------|--------|--------|----------|
| 1999 | 6.717 | 13.662 | (6.945) |
| 2000 | 12.831 | 27.834 | (15.003) |
| 2001 | 12.471 | 25.239 | (12.768) |
| 2002 | 15.125 | 34.282 | (19.157) |
| 2003 | 21.884 | 34.970 | (13.086) |
| 2004 | 16.824 | 29.707 | (12.883) |
| 2005 | 24.469 | 42.880 | (18.411) |
| 2006 | 22.231 | 40.046 | (17.815) |
| 2007 | 20.657 | 38.309 | (17.652) |

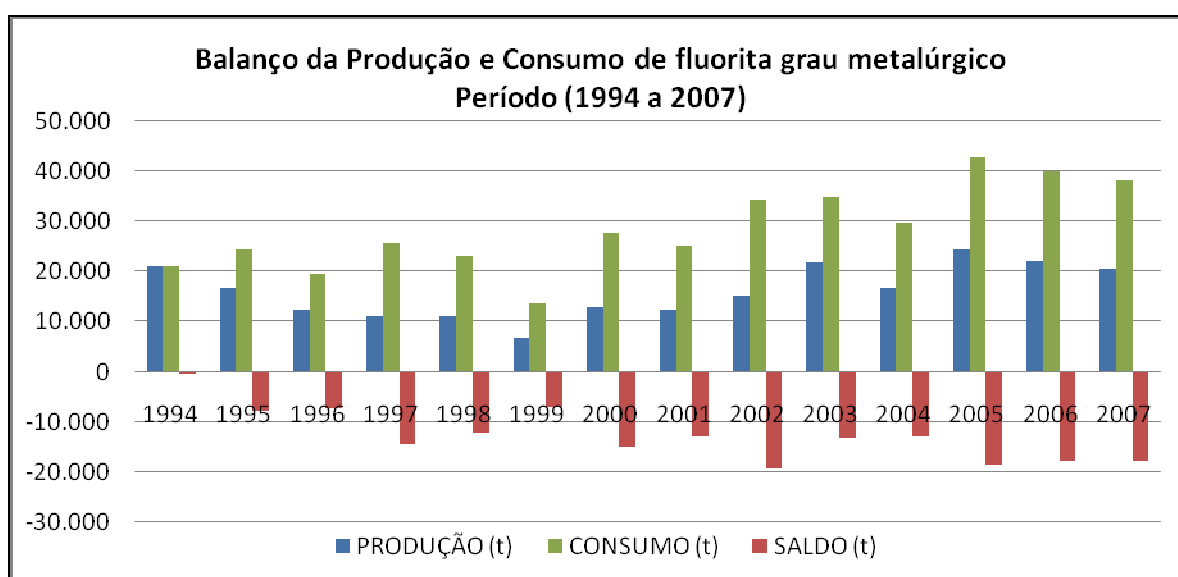
Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

Figura 10 – Balanço da produção e consumo de fluorita grau ácido no Brasil – período 1994 – 2007.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

Figura 11 – Balanço da produção e consumo de fluorita grau metalúrgico no Brasil – período 1994 – 2007.



Fonte: DNPM.

Para suprimento da demanda da indústria nacional em 2007 foram realizadas importações do México (69%), África do Sul (29%), Argentina (2%) e Alemanha (1%) (Tabela 8). As importações

de fluorita grau ácido atingiram 8.884 t com valor de US\$ FOB 1.647 mil, representando um decréscimo de 41,4% em peso e 34,2% em valor em relação a 2006 (Figuras 12 e 13). As importações de fluorita grau metalúrgico atingiram 17.702 t com valor de US\$ FOB 1.778 mil, apresentando um decréscimo de 0,6% em peso e um acréscimo de 5,8% em valor em relação a 2006 (DNPM, 2008).

Tabela 8 – Importações brasileiras de fluorita – período 1994 – 2007.

| Ano | Grau ácido | | Grau metalúrgico | | Total | |
|------|------------|----------------------------|------------------|----------------------------|--------|----------------------------|
| | (t) | (10 ³ US\$-FOB) | (t) | (10 ³ US\$-FOB) | (t) | (10 ³ US\$-FOB) |
| 1994 | 1 | 1 | 10 | 2 | 11 | 3 |
| 1995 | 10.914 | 832 | 7.853 | 851 | 18.767 | 1.683 |
| 1996 | 6 | 2 | 7.858 | 1.320 | 7.864 | 1.322 |
| 1997 | 923 | 117 | 14.587 | 1.276 | 15.510 | 1.393 |
| 1998 | 22.300 | 1.812 | 12.182 | 948 | 34.482 | 2.760 |
| 1999 | 0 | 0 | 7.215 | 512 | 7.215 | 512 |
| 2000 | 16.839 | 1 | 15.033 | 1.042 | 31.872 | 1.043 |
| 2001 | 5.546 | 630 | 12.768 | 1.031 | 18.314 | 1.661 |
| 2002 | 13.479 | 1 | 19.166 | 1.519 | 32.645 | 1.520 |
| 2003 | 8.795 | 961 | 13.115 | 117 | 21.910 | 1.078 |
| 2004 | 407 | 81 | 13.043 | 1.134 | 13.450 | 1.215 |
| 2005 | 7.454 | 1.228 | 18.411 | 1.580 | 25.865 | 2.808 |
| 2006 | 15.151 | 2.503 | 17.815 | 1.681 | 32.966 | 4.184 |
| 2007 | 8.884 | 1.647 | 17.702 | 1.778 | 26.586 | 3.425 |

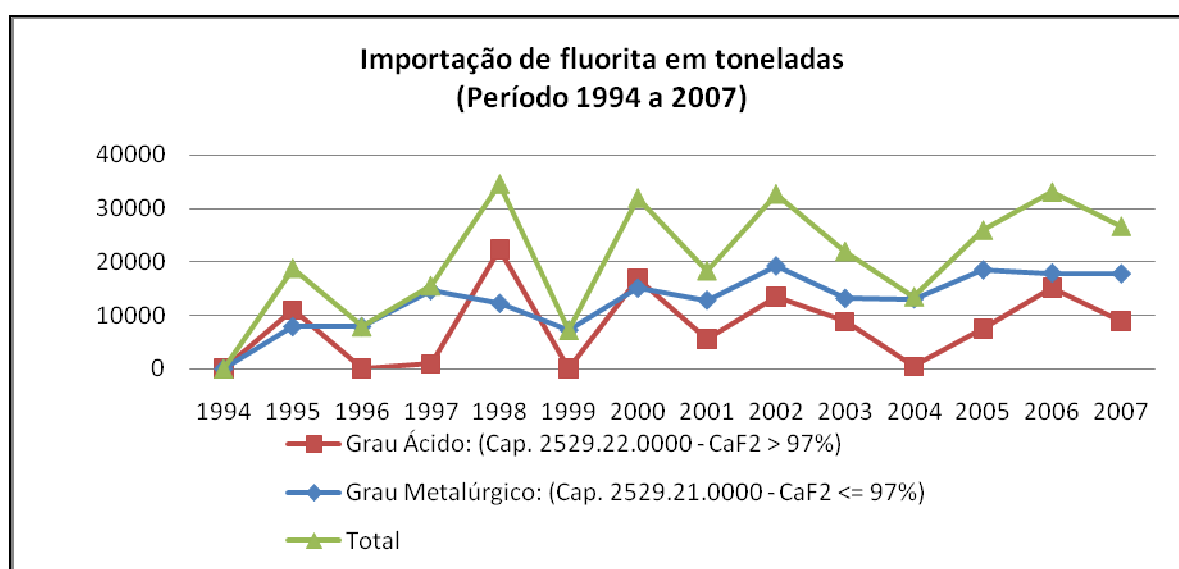
Nota: Posições NCM (Nomenclatura Comum do MERCOSUL) consideradas:

Grau Ácido: 2529.22.0000 – Espatofluor contendo peso > 97% CaF₂;

Grau Metalúrgico: 2529.21.0000 - Espatofluor contendo peso <= 97% CaF₂.

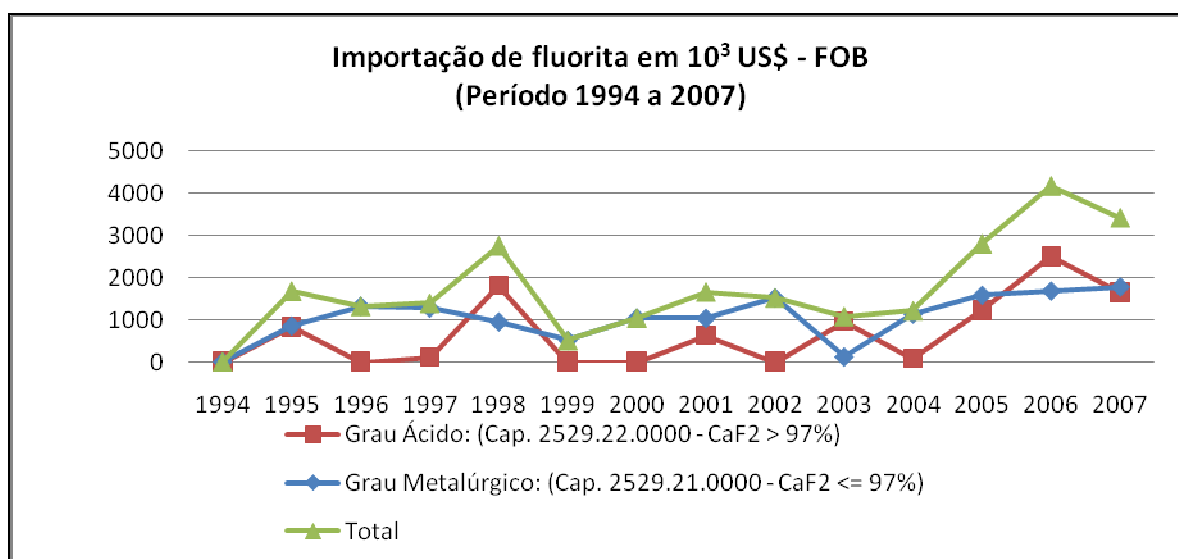
Fonte: DNPM.

Figura 12 – Importações brasileiras de fluorita, em peso – período 1994 – 2007.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

Figura 13 – Importações brasileiras de fluorita, em valor (dólares americanos) – período 1994 – 2007.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM DNPM.

A despeito do consumo total da produção nacional e da necessidade de importação, registra-se pequena atividade de exportação de fluorita ao longo do tempo, sendo em 2007, inferior a 370 t/ ano para a fluorita grau ácido e de apenas 50 t para a fluorita grau metalúrgico (Tabela 9, Figuras 14 e 15).

Tabela 9 – Exportações brasileiras de fluorita – período 1994 – 2007.

| Ano | Grau ácido | | Grau metalúrgico | | Total | |
|------|------------|----------------------------|------------------|----------------------------|-------|----------------------------|
| | (t) | (10 ³ US\$-FOB) | (t) | (10 ³ US\$-FOB) | (t) | (10 ³ US\$-FOB) |
| 1994 | 412 | 65 | 19 | 4 | 431 | 69 |
| 1995 | 867 | 134 | 160 | 42 | 1.027 | 176 |
| 1996 | 250 | 47 | 392 | 75 | 642 | 122 |
| 1997 | 450 | 84 | 166 | 31 | 616 | 115 |
| 1998 | 540 | 105 | 0 | 0 | 540 | 105 |
| 1999 | 0 | 0 | 270 | 58 | 270 | 58 |
| 2000 | 160 | 155 | 30 | 7 | 190 | 162 |
| 2001 | 155 | 150 | 0 | 0 | 155 | 150 |
| 2002 | 241 | 233 | 9 | 4 | 250 | 237 |
| 2003 | 181 | 176 | 29 | 7 | 210 | 183 |
| 2004 | 149 | 147 | 160 | 35 | 309 | 182 |
| 2005 | 249 | 241 | 0 | 0 | 249 | 241 |
| 2006 | 353 | 336 | 0 | 0 | 353 | 336 |
| 2007 | 364 | 346 | 50 | 15 | 414 | 361 |

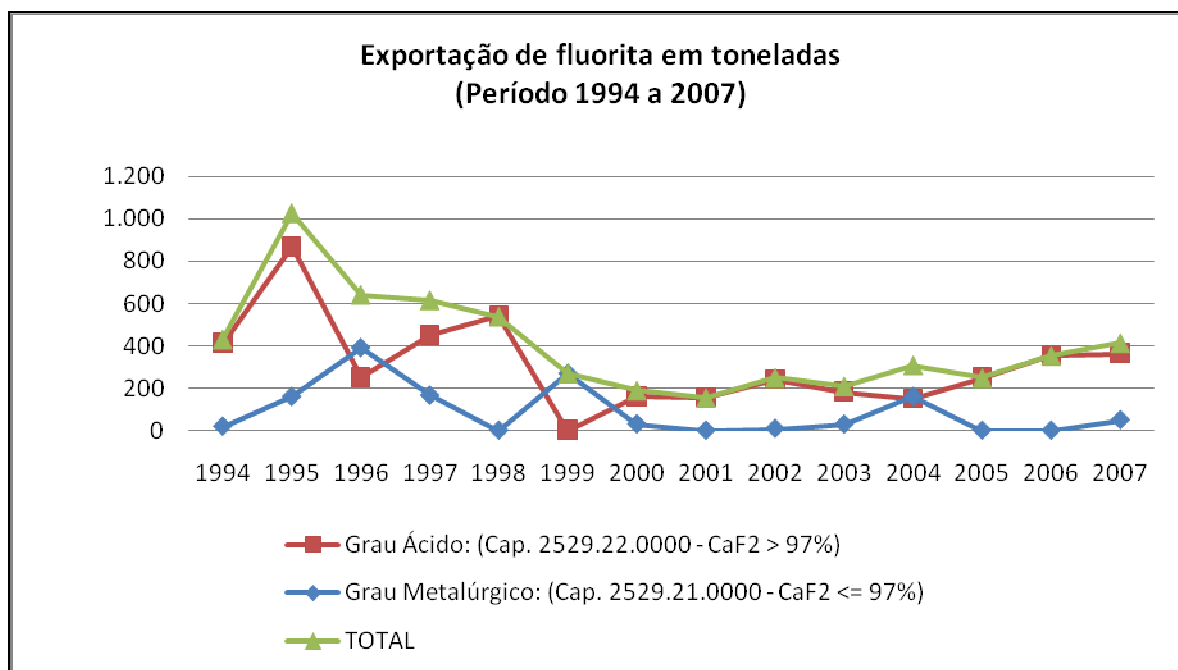
Nota: Posições NCM (Nomenclatura Comum do MERCOSUL) consideradas:

Grau Ácido: 2529.22.0000 – Espatofluor contendo peso > 97% CaF₂;

Grau Metalúrgico: 2529.21.0000 - Espatofluor contendo peso <= 97% CaF₂.

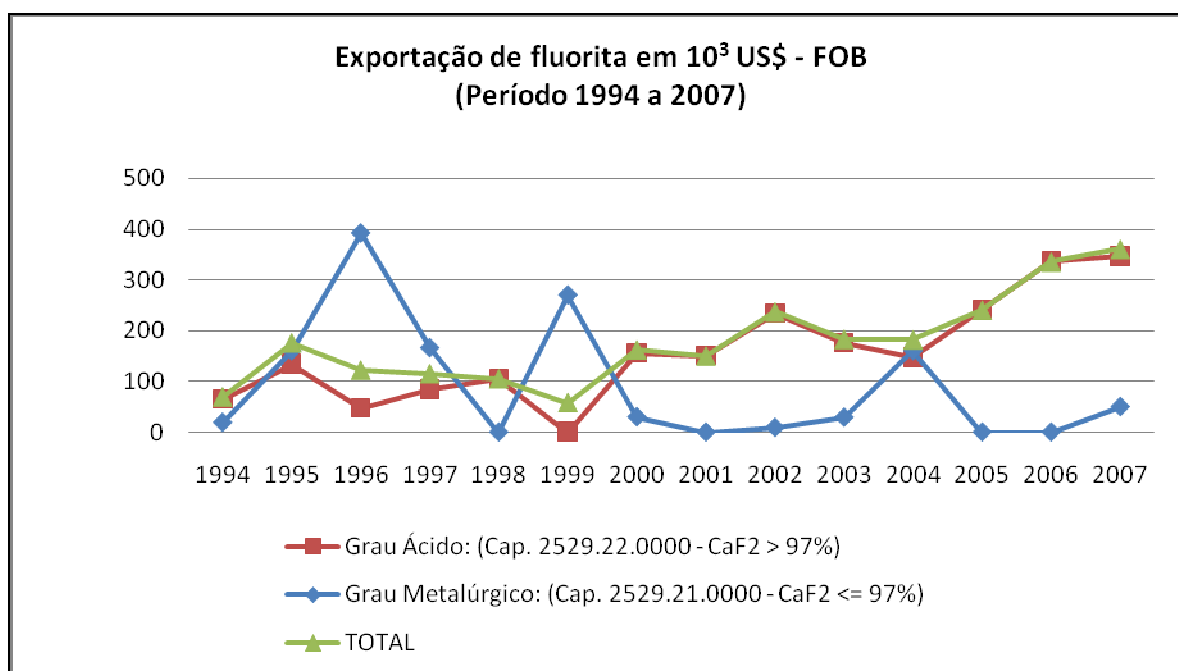
Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

Figura 14 – Exportações brasileiras de fluorita, em peso – período 1994 – 2007



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

Figura 15 – Exportações brasileiras de fluorita, em valor (dólares americanos) – período 1994 – 2007.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

O mercado de fluorita, como sugere a série histórica, tem sua produção em leve ascendência, porém atualmente com tendência de consumo estável, situando-se no patamar de 50 mil t/ano de fluorita grau ácido e 40 mil t/ano de fluorita grau metalúrgico. A valorização recente do Real em relação ao Dólar, tende a facilitar as importações, com reflexo, já para 2009, na queda da produção nacional dada pela paralização da Cia Nitro Química. O consumo de fluorita grau metalúrgico pode aumentar nos próximos anos, dependendo da retomada de consumo e da reconsolidação do mercado de metalurgia e siderurgia.

Procurando projetar as expectativas de consumo, importação e exportação de fluorita nos período de 2010 a 2030, consideram-se como fatores iniciais a robustez dos fundamentos atuais da economia brasileira e a expectativa de estabilização e retomada moderada do crescimento da economia mundial em médio prazo. Para o cenário nacional foram considerados três situações – frágil, vigoroso e inovador - lastreados por um PIB com taxas de 2,3% a.a; 4,6% a.a e 6,9% a.a, respectivamente (Quadro 1).

Quadro 1 – Cenários para o futuro da economia brasileira – projeções do PIB.

| Cenário | Caracterização | Projeção do Crescimento do PIB – Produto Interno Bruto (% a.a.) | |
|--------------|--|---|-----|
| | | Médio - Período 2010 a 2030 | |
| 1 - Frágil | Instabilidade e Retrocesso: Considera uma possível reversão dos atuais condicionamentos sócio-políticos e a desestabilização do atual contexto fiscal e monetário. O país deverá regredir no processo de estabilização de sua economia, concomitantemente a retrocessos no plano externo, com deterioração do atual contexto de integração competitiva à economia internacional. | Médio - Período 2010 a 2030 | 2,3 |
| | | Período 2010 a 2015 | 2,8 |
| | | Período 2015 a 2020 | 2,5 |
| | | Período 2020 a 2030 | 2,0 |
| 2 - Vigoroso | Estabilidade e Reformas: Pressupõe a manutenção e o aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas político-institucionais, especialmente nos campo da gestão pública (reforma administrativa), fiscal (reforma tributária), e da previdência social (reforma previdenciária), além das concessões de serviços de infra-estrutura (saneamento, energia, portos e transporte rodoviário, fluvial e marítimo). | Médio - Período 2010 a 2030 | 4,6 |
| | | Período 2010 a 2015 | 4,0 |
| | | Período 2015 a 2020 | 4,5 |
| | | Período 2020 a 2030 | 5,0 |
| 3 - Inovador | Estabilidade, Reformas e Inovação Admite um condicionamento ainda mais virtuoso, no qual – além do aperfeiçoamento da estabilização e do aprofundamento das reformas institucionais - o país empreende uma vigorosa mobilização nacional pela inovação, contando com uma ampla participação de instituições públicas, entidades não governamentais, empresas e da sociedade como um todo. Admite-se que tal processo de mobilização seja focado em planos e programas direcionados para uma ampla geração e difusão de informação, conhecimento e aprendizado, como estímulo a projetos específicos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. | Médio - Período 2010 a 2030 | 6,9 |
| | | Período 2010 a 2015 | 5,0 |
| | | Período 2015 a 2020 | 6,5 |
| | | Período 2020 a 2030 | 8,0 |

Deve-se destacar que as demandas por consumo de fluorita deverão continuar balizadas pelas necessidades de suprimento das indústrias de base, nomeadamente química, metalúrgica e siderúrgica. Essas, por sua vez, seguem demandas específicas e muito variadas, condicionadas por fatores dos mercados externo (cenário mundial, oscilações cambiais, lei de oferta e procura) e interno (consumo interno, aumento populacional, etc).

Para projeção do consumo no período de 2010 a 2030 (Tabela 10), considerou-se:

- 1) Expectativa de queda da ordem 2% a 3% no consumo de 2008 e 2009, devido à retração do mercado em decorrência da crise internacional, com expectativa de consumo de fluorita grau ácido na casa de 51.200 t, e de 36.800 t de grau metalúrgico, para 2009, a partir do ano-base 2007.
- 2) A média das taxas de consumo anuais observadas no período de 2001 a 2007 marcado por tendência geral de crescimento, porém pontuado por episódios de desaceleração no consumo. Dados anteriores apresentam grande incerteza e volatilidade (tendência indefinida) e por isso não foram considerados.
- 3) Crescimento médio do PIB de 3,6% a.a. no período de 2001 a 2009.
- 4) Taxa média de crescimento do consumo de 2,0% para a fluorita grau ácido e de 4,8% para fluorita grau metalúrgico, correspondendo em termos absolutos, respectivamente, a uma expansão de 1,6% abaixo e 1,2%, acima da variação do PIB, no período de 2001 a 2009.

Tabela 10 – Projeção do consumo de fluorita no mercado brasileiro – período 2010 a 2030.

| PROJEÇÃO DO CONSUMO DE FLUORITA – MERCADO INTERNO | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Grau Ácido (t) | | | |
| Ano | Frágil | Vigoroso | Inovador |
| | PIB – 2,3 % a.a. | PIB – 4,6 % a.a. | PIB – 6,9 % a.a. |
| 2010 | 51.629 | 52.808 | 53.987 |
| 2012 | 52.354 | 56.024 | 59.862 |
| 2016 | 53.836 | 63.056 | 73.597 |
| 2020 | 55.359 | 70.970 | 90.485 |
| 2024 | 56.925 | 79.877 | 111.247 |
| 2028 | 58.536 | 89.902 | 136.774 |
| 2030 | 59.358 | 95.377 | 151.656 |
| Grau Metalúrgico (t) | | | |
| 2010 | 38.088 | 38.934 | 39.781 |
| 2012 | 40.801 | 43.582 | 46.486 |
| 2016 | 46.820 | 54.607 | 63.479 |
| 2020 | 53.727 | 68.421 | 86.682 |
| 2024 | 61.653 | 85.730 | 118.368 |
| 2028 | 70.748 | 107.418 | 161.635 |
| 2030 | 75.787 | 120.239 | 188.881 |

Nota: 1) cálculos realizados a partir do consumo registrado em 2007 (Tabela 6) e estimativa de produção .

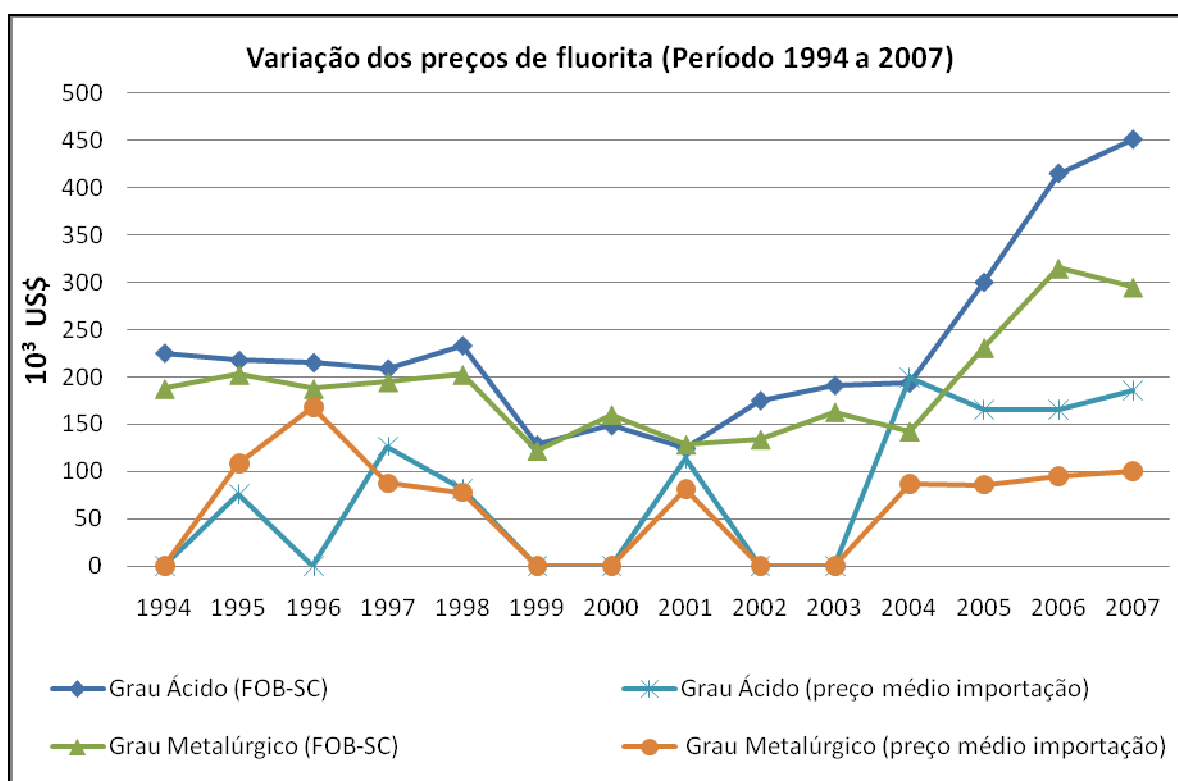
2) Para cada cenário considerou-se taxa média de crescimento do consumo de fluorita grau ácido de 1,6% a.a. abaixo do PIB e, para fluorita grau metalúrgico, 1,2% a.a. acima do PIB.

Fonte: elaborado pelo autor – a partir de informações do IBGE e DNPM.

Nos próximos anos a produção total de fluorita deve sofrer redução, como consequência da paralisação da Cia Nitro Química que respondeu até 2007 por cerca de 70% da produção total, sendo a maior parte desse total referente à fluorita de grau ácido. Para efeitos de projeção, considerou-se que a produção de fluorita grau ácido, com as condicionantes atuais (paralisação do principal produtor e ausência de implantação de minas novas em prazo inferior a dez anos), seja de no máximo 18 mil t a partir de 2009. Fatores como os elevados custos de produção das minas brasileiras e a falta de perspectiva do desenvolvimento de novas jazidas a curto e médio prazo, permitem indicar que a produção nacional de fluorita grau ácido não registrará uma expansão significativa nos próximos 20 anos. Dessa forma, para efeito de projeção futura, estimou-se que a produção de fluorita grau ácido deverá ter um comportamento praticamente estabilizado na faixa de 20 mil a 30 mil t/ano, recuperando, na melhor das hipóteses, o patamar do início dos anos 2000.

Para a fluorita grau metalúrgico a projeção da produção leva em conta que os principais produtores Emitang e Mineração Nossa Senhora do Carmo devem permanecer produzindo com as taxas de crescimento costumeiras. De qualquer maneira os custos de lavra devem representar também para esse mercado um fator de restrição nos próximos anos. A produção poderá ser afetada também pelas relações cambiais entre Real e Dólar, fator que em 2009 já impactaram a produção de fluorita grau ácido (Figura 16), forçando readequação da estratégia da Cia Nitro Química, que passará a apenas importar fluorita.

Figura 16 – Variação dos preços de fluorita em dólares americanos – período 1994 – 2007.



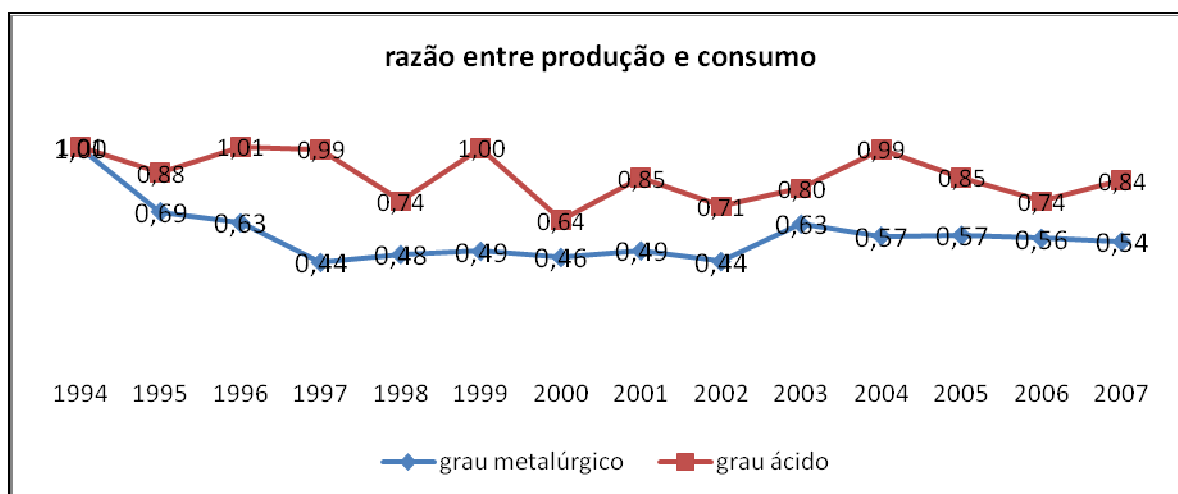
Nota: informações não disponíveis na base de dados consultada são marcadas como zero.

Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

Ainda que o Dólar não represente fator para suprimento da demanda de fluorita grau metalúrgico, por importação, não se espera que a produção nacional atenda ao consumo. A relação produção/consumo em peso deve manter o patamar histórico de 0,54 (Figura 17).

Partindo dessa premissa e tendo em vista que a curto e médio prazos não se conhecem investimentos substanciais para aumento da produção estima-se a produção de fluorita grau metalúrgico no período de 2010 a 2030, conforme apresentado na Tabela 11.

Figura 17 – Evolução da razão entre os volumes de produção e consumo de fluorita no Brasil – período 1994 – 2007.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM .

Tabela 11 – Projeção da produção brasileira de fluorita grau metalúrgico – período 2010 a 2030.

| PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE FLUORITA – MERCADO INTERNO | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Grau Metalúrgico (t) | | | |
| Ano | Frágil | Vigoroso | Inovador |
| | PIB – 2,3 % a.a. | PIB – 4,6 % a.a. | PIB – 6,9 % a.a. |
| 2010 | 20.568 | 21.025 | 21.482 |
| 2012 | 22.032 | 23.534 | 25.103 |
| 2016 | 25.283 | 29.488 | 34.278 |
| 2020 | 29.013 | 36.947 | 46.808 |
| 2024 | 33.293 | 46.294 | 63.919 |
| 2028 | 38.204 | 58.006 | 87.283 |
| 2030 | 40.925 | 64.929 | 101.996 |

Fonte: elaborado pelos autores – a partir de informações do DNPM.

Nota: cálculos realizados a partir do consumo estimado (Tabela 10) e considerando a relação produção/consumo em 0,54, conforme a série histórica.

Tendo em vista que as reservas base de fluorita (reservas medidas + indicadas) noticiadas para 2007 (DNPM, 2008) são da ordem de 3 milhões de t, deve-se considerar que as projeções de consumo total, caso sejam supridas apenas pela produção interna, atenderiam a demanda pelo menos até 2030, admitindo-se qualquer um dos três cenários considerados neste trabalho. De qualquer forma nota-se a necessidade de investimentos a médio e longo prazos visando encontrar novas jazidas e também minimizar os custos produtivos das minas já instaladas. Essas ações contribuiriam para evitar a dependência do mercado internacional.

No momento atual o Brasil fica dependente das condições praticadas no mercado internacional. Os preços brasileiros (FOB – Santa Catarina) apresentaram uma escalada significativa a partir de 2004, enquanto os preços médios de importação mantiveram-se relativamente estáveis (Figura 16, Tabela 12) e mais baixos.

Tabela 12 – Variação de preço FOB da fluorita grau ácido e metalúrgico – período 1994-2007

| Ano | Grau ácido (US\$/t) | | Grau metalúrgico (US\$/t) | |
|------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| | Brasil (SC) mín. e máx. | México (Tampico) mín. e máx. | Brasil (SC) mín. e máx. | México (Tampico) mín. e máx. |
| 1994 | 194 – 256 | 100 – 112 | 164 – 211 | 80 – 95 |
| 1995 | 190 – 245 | 115 – 120 | 166 – 239 | 85 – 95 |
| 1996 | 190 – 240 | 115 – 135 | 179 – 196 | 80 – 105 |
| 1997 | 185 – 232 | 110 – 130 | 176 – 213 | 80 – 105 |
| 1998 | 225 – 241 | ... | 188 – 217 | ... |
| 1999 | 97 – 159 | 110 – 130 | 120 – 124 | 85 – 105 |
| 2000 | 94 – 203 | 110 – 130 | 158 – 162 | 85 – 105 |
| 2001 | 79 – 170 | 110 – 130 | 122 – 135 | 85 – 105 |
| 2002 | 160 – 190 | 110 – 130 | 116 – 152 | 82 – 105 |
| 2003 | 180 – 202 | 123 | 163 | 85 |
| 2004 | 142 – 245 | 125 – 164 | 73 – 212 | 80 – 85 |
| 2005 | 300 | 130 – 186 | 231 | 86 |
| 2006 | 415 | 188 | 315 | 86 |
| 2007 | 451 | 270 | 295 | 87 – 95 |

Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações do DNPM.

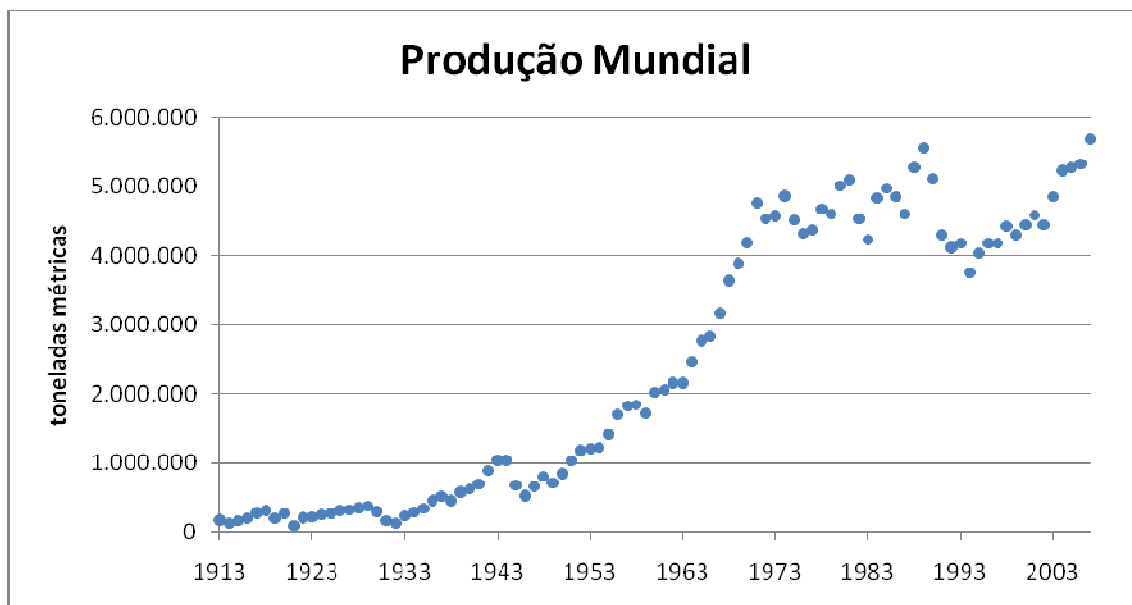
Apesar do momento atual da produção brasileira, nota-se que a produção mundial continua em ascendência desde 1993 (Figura 18). Vale, entretanto, ressaltar que a crise econômica mundial deflagrada em 2008 repercutiu em forte queda da demanda por fluorita, o que acabou por afetar grandes produtores, como África do Sul, e outros como, Quênia e Namíbia que reduziram ou paralisaram a produção em diversas minas, conforme dados divulgados em outubro de 2009 pelo USGS (2009a).

A China, que hoje ocupa o posto de maior produtor mundial, apresentou elevação dos preços desde 2007, devido às medidas tomadas pelo governo para elevação da taxa de exportação de 10% desse mineral, visando com isso conservar recursos estratégicos para o mercado interno chinês (USGS, 2007). O preço FOB na China até o segundo quadrimestre de 2009 variou entre US\$ 280/t e US\$ 300/t (IMM, 2009). No mesmo período os preços FOB em Tampico, México variaram entre US\$ 340/t a US\$ 360.

Dada a expectativa da retomada do crescimento econômico mundial espera-se que o mercado de fluorita precise ainda de algum tempo para reestruturação. A demanda baixa desde o fim de 2008 deverá impactar negativamente os resultados das empresas produtoras em 2009 (USGS, 2009a).

Dado o baixo consumo do mercado interno brasileiro em relação ao montante mundial e aos preços praticados atualmente no mercado não se espera gargalos no fornecimento de fluorita por importação.

Figura 18 – Produção mundial de fluorita, em toneladas – período 1913 – 2007.



Fonte: USGS, 2008.

6. RECURSOS HUMANOS

Em curto e médio prazo não se espera aumento de demanda de recursos humanos, tendo em vista a paralisação das atividades de um importante fabricante em 2009, sem previsão de retomada dos trabalhos, e a realização de investimentos de adequação de instalações em minas já instaladas.

A falta de dados sistematizados oficiais para o setor dificulta a realização de previsões. No ano base 2005 (DNPM, 2006) foram noticiados 327 postos de trabalho, dos quais 270 nas minas, e o restante, 57 postos, nas usinas (Tabela 2). Nesse ano a produção total de fluorita foi de 66.500 t.

Espera-se para o ano de 2009 a diminuição dos postos de trabalho em decorrência da paralisação da Cia. Nitro Química.

Em face de esses condicionantes admite-se que cerca de 300 postos de trabalho possam responder por uma produção total de até fluorita de até 90 mil t. A partir disso seriam necessários novos postos de trabalho, sobretudo operários para as atividades de lavra e beneficiamento.

As projeções de produção total indicam que o setor apresente carências mais significativas de recursos humanos por volta de 2015, admitindo-se cenário vigoroso para a economia brasileira. Dada a pequena quantidade de profissionais envolvida, não se espera dificuldades para realizar o preenchimento das vagas.

7. CONCLUSÕES GERAIS

A fluorita representa um minério não-metálico de importância estratégica devido à sua diversidade de aplicações industriais em diversos segmentos industriais.

O mercado da fluorita de modo geral sofre significativas influências da indústria química e em menor proporção dos setores siderúrgico e metalúrgico. Assim o investimento nesses setores pode alavancar a demanda por fluorita e aquecer os níveis produtivos atuais, marcado nos últimos anos por relativa estabilidade em patamares inferiores ao da década de 1990.

O mercado brasileiro é tipicamente consumidor dado que as reservas totais nacionais frente ao mercado mundial são de baixa expressividade, tal como a produção nacional, consumida em sua totalidade, e que requer complementação para as duas categorias comerciais, nomeadamente para a fluorita grau ácido.

Pela importância como recurso estratégico e base para segmentos diversos que suportam parte considerável da economia nacional, é desejável que se tenha a médio e longo prazos planos de atuação focados nas descobertas de novas reservas, visando proteger a indústria nacional em cenários de desvalorização cambial do Real ou de aumento expressivo da demanda.

As poucas ocorrências economicamente viáveis atualmente conhecidas faz com que o mercado fique centralizado em poucas empresas, dificultando a competitividade empresarial no sentido de abertura de novos mercados de exportação, a despeito da tendência de exportação dos produtos obtidos com a fluorita com maior valor agregado, como os compostos químicos fluoretados (ácido fluorídrico, fluoretos e fluorácidos).

Os patamares de consumo de fluorita projetados para o período 2010 e 2030, caso se concretizem, forçarão naturalmente a prospecção de novas ocorrências em médio prazo visando com isso assegurar a independência do mercado mundial.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, E.A.; BRINCK, V. Fluorita – Briquetagem, Capítulo 15. **Comunicação Técnica elaborada para o Livro Tratamento de Minérios do Brasil**. Rio de Janeiro, 25p. 2004. (CT2004-190-00)
- DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Balanco Mineral Brasileiro**. Brasília: DNPM, 2001.
- DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília: DNPM, 2006.
- DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral Brasileiro**. Brasília: DNPM, 2008.
- KLIPPEL, A. F. O Sistema Toyota de Produção e a Indústria de Mineração: Uma experiência de gestão da produtividade e da qualidade nas minas da fluorita do estado de Santa Catarina. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 193p. 1999.
- INDUSTRIAL MINERALS. 2009. **Latest price movements: London, United Kingdom, Industrial Minerals**. (Acessado em 14 de outubro, 2009, via <http://www.indmin.com>.) IMM, 2009.
- SAMPAIO, J.A.; BALTAR, C.A.M.; SAVI, C.N.; CANCIAN, S.G. Fluorita – Cia. Nitro Química Brasileira/SC. **Comunicação Técnica elaborada para o Livro Usina de Beneficiamento de Minérios do Brasil**. Rio de Janeiro, 13p. 2002. (CT2002-157-00)
- SAMPAIO, J. A.; LUZ, A. B. da; LINS, F. F. **Usinas de beneficiamento de minérios do Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 398 p.
- USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY. 2007. **Minerals Yearbook**. USGS, 2007
- USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Fluorspar statistics**, in Kelly, T.D., and Matos, G.R., comps., Historical statistics for mineral and material commodities in the United States: U.S. Geological Survey Data Series 140, available online at <http://pubs.usgs.gov/ds/2005/140/>. (Accessed 10/10/2009.). USGS, 2008.
- USGS – U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Industry Surveys**. Fluorspar in the second quarter 2009. October. 2009. 2pages. USGS, 2009a.
- WENK, H.R.; BULAKH, A. **Minerals: Their constitution and origin**. Cambridge University Press. 3th Edition. 646p. 2008.