



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 45**

**Perfil do Feldspato**

#### **CONSULTOR**

**José Mário Coelho**

#### **PROJETO ESTAL**

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Agosto de 2009

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>3</b>
<b>1. SUMÁRIO EXECUTIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>9</b>
<b>3. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>4. MINERAÇÃO DE FELDSPATO NO BRASIL: SUAS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE .....</b>	<b>12</b>
4.1. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO .....	12
4.2. RESERVAS DE FELDSPATO NO BRASIL.....	18
4.3. ESTRUTURA EMPRESARIAL DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO .....	19
4.4. PARQUE PRODUTIVO .....	20
4.5. RECURSOS HUMANOS DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO .....	22
4.6. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO .....	23
4.7. ASPECTOS AMBIENTAIS .....	25
4.8. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MINÉRIO E DO SEU VALOR.....	27
4.9. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DO PREÇO DE MERCADO.....	28
4.10. INVESTIMENTOS NA MINERAÇÃO DE FELDSPATO.....	32
<b>5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO.....</b>	<b>33</b>
<b>6. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DE MINÉRIO DE FELDSPATO.....</b>	<b>37</b>
6.1. CONSUMO ATUAL DE FELDSPATO .....	37
6.2. PROJEÇÕES DO CONSUMO 2010-2030 .....	40
6.3. PROJEÇÃO DO CONSUMO DE FELDSPATO.....	41
<b>7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO E DAS RESERVAS DE MINÉRIO DE FELDSPATO .....</b>	<b>42</b>
7.1. PRODUÇÃO DE MINÉRIO DE FELDSPATO .....	42
7.2. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE FELDSPATO.....	46
7.3. NECESSIDADES ADICIONAIS DE RESERVAS DE MINÉRIO DE FELDSPATO .....	46
<b>8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS.....</b>	<b>49</b>
<b>9. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS .....</b>	<b>49</b>
<b>10. CONCLUSÕES.....</b>	<b>50</b>
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação das famílias de feldspato	11
Figura 2 - Distribuição das reservas totais de feldspato por estado – 2005.	13
Figura 3 - Localizações das principais unidades cerâmicas brasileira.	16
Figura 4 - Distribuição da Produção de Vidro no Brasil	17
Figura 5 - Evolução das Reservas de Feldspato - 1971 – 2007	19
Figura 6 - Distribuição da produção oficial de feldspato por empresa – 2007	20
Figura 7 - Distribuição da produção brasileira de feldspato bruto, 2007.	21
Figura 8 - Evolução dos principais produtores de Feldspato 2000-2007.	22
Figura 9 - Fluxograma para produção de feldspato a partir do alaskito	24
Figura 10 - Evolução dos Preços de Exportação e Importação, 2002-2009.	29
Figura 11 - Países importadores de feldspato do Brasil	31
Figura 12 - Investimento em exploração mineral de feldspato no Brasil 2005- 2007.	32
Figura 13 - Consumo de Feldspato no Brasil em 2006	33
Figura 14 - Participação de Insumos na Produção de Vidro	35
Figura 15 - Capacidade Instalada do Setor de Vidro no Brasil (mil t/ano)	36
Figura 16 - Produção e Consumo Mundial de Feldspato- 2003-2007.	38
Figura 17 - Evolução do Consumo Aparente de Feldspato – 1978-2007	39
Figura 18 - Projeções 2010/2030 nos três cenários: Frágil, Moderado e Inovador	42
Figura 19 - Principais Países Produtores de Feldspato 2007.	43
Fonte: British Geological Survey, 2009.	43
Figura 20 - Produção Mineral Total Comercializada de Feldspato (US\$) - 1971-2005	45
Figura 21 - Evolução da produção total de feldspato (bruto + beneficiado) – 1971-2007.	45
Figura 22 - Percentual por Estado de autorizações e requerimentos de pesquisa	47
Figura 23 - Feldspato - Produção x Consumo de 2005 a 2030	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da produção brasileira - 2005-2007	7
Tabela 2 - Preços Internacionais de Feldspato 2003 a 2009 (US\$/t)	8
Tabela 3 - Produção brasileira de feldspato	12
Tabela 4 - Reservas de Feldspato no Brasil - 2005	13
Tabela 5 - Produção de Porcelanato no Brasil	17
Tabela 6 - Evolução das Reservas Brasileiras de Feldspato: 1970- 2007	18
Tabela 7 - Concessões de lavra de feldspato no Brasil – 2009	20
Tabela 8 - Produção de Feldspato Bruta por Estado 2000 a 2007 (%)	21
Tabela 9 - Principais empresas produtoras de feldspato no Brasil – 2007.	22
Tabela 10 - Distribuição das pessoas ocupadas em minerações de feldspato- 2005.	23
Tabela 11 - Produtividade da Mineração de Feldspato	26
Tabela 12 - Consumo energético e emissões de CO2 na mineração de bentonita	27
Tabela 13 - Evolução da produção brasileira - 2005-2007	27
Tabela 14 - Evolução dos preços FOB de feldspato bruto ROM e beneficiado no mercado interno e os preços de exportação e importação (US\$/t).	28
Tabela 15 - Preços Internacionais de Feldspato- 2003– 2009 (US\$/t)	28
Tabela 16 - Preços internacionais de nefelina sienito 2009.	29
Tabela 17 - Produção das maiores empresas mundiais em ordem decrescente.	30
Tabela 18 - Projeção estimada em investimento- 2010-2030	32
Tabela 19 - Coeficiente técnico de utilização de feldspato por produto	34

Tabela 20 - Principais Produtores Mundiais de Cerâmica de Revestimento _____	34
Tabela 21 - Consumo de feldspato beneficiado no Brasil de 1978 - 2007 _____	38
Tabela 22 - Consumo de fundentes na indústria de revestimentos cerâmicos – ano base 2008. ___	39
Tabela 23 - Cenários _____	40
Tabela 24 - Cenários para o futuro da economia brasileira _____	41
Tabela 25 - Feldspato – Projeção do Consumo Aparente 2008-2030 (t) _____	41
Tabela 26 - Produção Mundial de Feldspato _____	43
Tabela 27 - Evolução da Produção de Feldspato no Brasil – 1971-2007 _____	44
Tabela 28 - Projeção da produção brasileira - 2010 a 2030 _____	46
Tabela 29 - Requerimento e Autorização de Pesquisa por Estado - 2009 _____	47
Tabela 30 - Necessidades de reservas adicionais de feldspato 2010 a 2030 _____	48
Tabela 31 - Evolução dos recursos humanos na mineração de feldspato _____	49

## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O feldspato é um termo que engloba principalmente dois grupos de minerais, são eles os álcalis-feldspato e os plagioclásios. Os álcalis-feldspato são principalmente o ortoclásio e a microclina cuja fórmula química é a mesma ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ). Os plagioclásios que formam uma solução sólida desde a albita rica em sódio  $\text{Na(AlSi}_3\text{O}_8)$  até anortita rica em cálcio  $\text{Ca(Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ .

A principal função do feldspato é atuar como fundente nas indústrias de vidro e cerâmica. Devido ao preço reduzido, é recomendado que as minas de feldspato fiquem localizadas próximas aos centros consumidores. Na indústria vidreira o feldspato é usado como fonte de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  e/ou  $\text{K}_2\text{O}$ , e  $\text{SiO}_2$ . Aproximadamente para cada tonelada de vidro produzido emprega-se 90 Kg de feldspato. Na indústria cerâmica o feldspato é o constituinte não-plástico que, além da função de fundente, auxilia o corpo cerâmico a manter a sua forma após a queima. Nesta indústria o feldspato é representado por dois minerais: albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), e ortoclásio ou microclina. No porcelanato para cada tonelada de material produzido utiliza-se cerca de 500 kg de feldspato.

De acordo com a Associação dos Produtores de Feldspato da Comunidade Européia – *Eurofel* – os principais tipos de depósitos em exploração no mundo são:

- Depósito tipo nefelina sienito - os principais depósitos em exploração estão situados no Canadá e na Noruega. Recentemente, foi iniciada a produção de nefelina no município de Lavrinha - São Paulo, pela Nefelina Brasil Mineração, associação entre a Minerali e o Grupo Saint-Gobain.
- Depósito tipo aplito/alaskito - os Estados Unidos e o Japão são grandes produtores de feldspato deste tipo de depósito.
- Granitos - são rochas constituídas, principalmente, de quartzo, feldspato e mica.
- Depósito tipo pegmatito - é a mais importante fonte de produção de feldspato no mundo (Saller, 1999).

Como o termo feldspato engloba uma série de bens minerais, criando certa confusão entre os consumidores, a Associação dos Produtores de Feldspato da Europa – *Eurofel* – resolveu adotar a seguinte definição: produtos de feldspato são alumino-silicatos com:

- Teor de  $\text{SiO}_2 > 58\%$
- Teor de álcalis ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ )  $> 2\%$
- Teor de alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3 > 3\%$
- Perda ao fogo  $< 3\%$ .

A definição da *Eurofel* ainda distingue três diferentes famílias de produtos de feldspato:

- Areia feldspática: Teor de álcalis  $< 6\%$  ou teor de alumina  $< 8\%$ ,
- Feldspato de pegmatito: Teor de álcalis  $> 6\%$  ou teor de alumina entre  $8\%$  e  $14\%$ ,
- Feldspato: Teor de álcalis  $< 6\%$  e Teor de alumina  $> 14\%$ .

Mundialmente está ocorrendo um processo de concentração da produção em poucas grandes empresas. Isto se torna evidente ao se verificar que, em 2007, as seis maiores empresas do mundo produziram cerca de 50% da produção mundial total. No Brasil isto não é diferente, da produção oficial de 2007, as três maiores empresas produziram 82%.

No mundo a produção de feldspato foi de 22,5 milhões de toneladas, em 2007. No período 2003 a 2007 esta produção cresceu cerca de 40%. Os principais países produtores foram Turquia

com 27%, Itália com 21% e China com 10%. Dados oficiais indicam que a produção brasileira, em 2007, foi de 182 mil toneladas, o que equivaleu a 0,81% do total da produção mundial.

Porém, esta produção é significativamente maior, devendo ser proporcional à da Espanha que, em 2007, produziu 700.000 t, considerando-se ainda que esse país tenha uma produção de cerâmica e de vidro menor que a do Brasil. Essa defasagem dos dados oficiais ocorre porque o DNPM só reconhece feldspato produzido de lavras regulares de pegmatito, não contabilizando a produção dos rejeitos das minerações de gemas e pedras semipreciosas, entre outros, onde este é catado manualmente, não considerando também a produção de feldspato a partir de outras rochas como granito e anortosito. Com isto a produção brasileira é muito maior que a divulgada oficialmente. Para se obter a real produção de feldspato sugere-se que o Brasil adote a da **definição de feldspato da Eurofel**, que é a seguinte: **teor mínimo de 6% para os álcalis e teor mínimo de 14% para a alumina.**

Os principais clientes de feldspato, as indústrias cerâmicas e de vidro, estão localizadas principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, enquanto as indústrias produtoras estão localizadas prioritariamente nas regiões Sul e Sudeste. Esta regionalização da produção deve-se ao fato de que o feldspato normalmente é produzido e beneficiado, para evitar custos com transporte, próximo aos centros consumidores. Em 2007, os principais estados produtores oficiais foram: Paraná 68%, Santa Catarina 15% e São Paulo 7%.

Em 2007, as reservas totais brasileiras foram da ordem de 426.000.000 t. Segundo NEVES et. al. (1997), esses números não são muito precisos, pois a cubagem de feldspato em pegmatito é muito difícil. Além disso, os corpos cubados durante a fase de pesquisa não foram objeto de estudos sistemáticos que permitissem a caracterização e a determinação de suas reais potencialidades. O outro ponto a ser levantado são as reservas de feldspato existentes em outros tipos de rochas. Deste modo, pode-se considerar que as reservas brasileiras desse bem mineral são maiores do que consta nos dados oficiais.

Observa-se que, em 1970, a reserva total era de 4.318.588 t, e que em 2007 atingiu o montante de 426.000.000 t, isto é, teve um aumento de quase 100 vezes. Este crescimento acentuado das reservas deu-se a partir de 2002. Este aumento foi provocado pela tendência de crescimento da indústria cerâmica, principalmente o setor de porcelanato.

As principais reservas de feldspato estão situadas nos estados do Paraná 33%, Rio de Janeiro 17%, Bahia 8%, Minas Gerais 7% e São Paulo 6%. As maiores reservas medidas estão nos municípios de: Cantagalo (RJ) com 75 milhões de toneladas, Castro (PR) com 35,8 milhões de toneladas, Cachoeira (BA) com 24,7 milhões de toneladas e Nova Palmeira (PB) com 20,2 milhões de toneladas.

Atualmente, no Brasil a produção oficial de feldspato está concentrada em três empresas (Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda, Marc Mineração e Indústria e Comércio Ltda, MIVAL – Mineração Vale do Rio Tijucas Ltda) que concentram 82% da produção oficial. Vale ressaltar que a Minerali já produz cerca de 90 mil t/ano de feldspato de granito em Itupeva-SP, e que iniciou, em 2009, a produção de nefelina sienito em Lavrinhas-SP.

Visando atender as exigências de seus consumidores finais – alta qualidade e baixo custo –, as empresas produtoras foram pressionadas para que o preço e a qualidade dos feldspatos produzidos no Brasil fossem iguais aos do mercado externo. O alcance desse inevitável objetivo exigiu uma reestruturação da indústria, cujos traços marcantes foram: regionalização da produção, visando à diminuição dos custos de frete, maior escala de produção e internalização de tecnologia que permita maior qualidade dos produtos minerais ofertados. Como consequência, a estrutura setorial ficou mais concentrada, provocando a saída de várias empresas do mercado, principalmente as de menor porte e mais frágeis. Esta elevada concentração e regionalização, por sua vez, têm impactos na tomada de decisão dos novos projetos de investimento e de ampliação dos existentes,

em face do aumento da incerteza quanto a fatores como: comportamento do mercado produtor, nível de preço a ser praticado, grau de regionalização, grau de concentração, papel e posição competitiva dos produtores atuais.

A participação de concorrentes estrangeiros no segmento de feldspato e substitutos vem se dando atualmente pelo Gruppo Minerali – granito em Jundiaí; Saint Gobain/Minerali – nefelina sienito. Os prováveis entrantes: Cisper em Sorocaba/SP, Unimin, através da Mineração Estrela do Sul, além de outros grupos multinacionais.

No mundo, a lavra de feldspato é mecanizada e geralmente feita a céu aberto. O corpo do minério é desmontado através de explosivos a base de nitrato de amônia. O minério desmontado sofre uma redução de tamanho através do sistema denominado *drop ball*. Na região Nordeste e norte de Minas Gerais encontram-se as principais províncias pegmatíticas do país. De modo geral, os métodos de lavra, até agora empregados, são ainda extremamente empíricos, predatórios e sem nenhuma técnica de engenharia de minas.

O feldspato é geralmente beneficiado pelo processo de flotação e separação magnética para remover minerais acessórios como mica, granada, óxidos de ferro e quartzo. No caso de depósitos de pegmatitos e de areia feldspática, o quartzo ocorre como co-produto. As técnicas de concentração empregadas nos pegmatitos da região Nordeste e norte de Minas Gerais são muito rudimentares e consistem apenas de uma catação manual, na frente de lavra, no próprio local de detonação primária (Luz et. al., 2003).

Um dos principais aspectos analisados durante a fase de pesquisa mineral é o impacto ambiental do provável empreendimento, no médio e longo prazo. Algumas empresas já tiveram que transferir os seus empreendimentos para outro local devido às novas exigências ambientais, em sua maioria originada de pressões locais dos moradores. A Santa Suzana/Jundu paralisou uma operação de reciclagem de vidro no Estado de São Paulo, devido ao custo da disposição dos rejeitos, deslocou uma moagem de calcário devido à pressão da vizinhança. O Gruppo Minerali pretendia instalar o beneficiamento de feldspato no município de Jundiaí – SP, mas, devido à legislação municipal, fruto da pressão da vizinhança, colocou as instalações de beneficiamento em Itupeva, um município próximo.

A Tabela 1 fornece a evolução da produção brasileira, entre 2005 e 2007, bem como as quantidades e preços de exportação e importação. Pode-se ver que o Brasil exporta a um preço muito mais baixo que importa. Em 2006, este preço foi cerca de 11 vezes maior. Esta diferença ocorre porque o Brasil importa feldspato para usos específicos e de alta pureza, o que torna o seu valor elevado. Deve-se observar que a quantidade importada no período foi inexpressiva, quando comparada com a exportada no mesmo período.

**Tabela 1**  
**Evolução da produção brasileira - 2005-2007**

Discriminação		2005	2006	2007
Produção	Beneficiada (t)	196.419	166.418	182.168
	Bruta (t)	117.387	71.785	166.089
Importação	t	20	14	12
	US\$-FOB	48.000	12.000	28.000
Exportação	t	1.152	8.501	5.419
	US\$-FOB	121.000	1.751.000	1.489.000
Preços	Bruto (R\$/t-FOB)	21,82	86,87	122,36
	Beneficiada (R\$/t-FOB)	163,85	166,43	155,16
	Exportação (US\$/t-FOB)	105,13	205,98	274,77
	Importação (US\$/t-FOB)	786,61	2.400,00	857,14

Fonte: Sumário Mineral, 2008.

A Tabela 2 mostra os preços em 2003 e em março de 2009, de vários tipos de feldspato em alguns países do mundo. O preço se manteve praticamente constante de durante este período, com exceção do feldspato micronizado sul-africano que praticamente duplicou de preço. Historicamente, nos Estados Unidos os preços de feldspato têm uma alta correlação com Índice de Preço ao Consumidor. Este fato deve-se a abundância e a ampla distribuição de minerais feldspáticos, associada à baixa capacidade dos produtores individuais de exercerem o poder de aumentar os preços de modo discricionário.

**Tabela 2**  
**Preços Internacionais de Feldspato 2003 a 2009 (US\$/t)**

País/tipo de feldspato	Preço	
	2003	Março 2009
<b>África do Sul</b>		
(tipo cerâmico)	ND	112-165
feldspato moído (200 Mesh)	55-65	70
V= Micronizado	90-135	205
<b>Turquia (feldspato Na)</b>		
1 cm <sup>3</sup>	11-40	22-23
feldspato moído (63 µ)	75-80	75-80
tipo vidro (500 µ)	ND	70
<b>Estados Unidos (tipo cerâmico)</b>		
170-200 Mesh (Na)	66-83	60-75/t curta
200 mesh (K)	138	125/t curta

Fonte: Adaptado de Crossley, (2003) e Industrial Minerals, PriceWatch, (2009).

Os principais usos de feldspato são nas indústrias de cerâmica, vidro e coloríficos, que juntas consomem mais de 90% de todo mineral produzido. Em 2006, a indústria de cerâmica mundial consumiu aproximadamente 14,6 Mt de feldspato e nefelina sienito, ou seja, 68% do consumo mundial. (Roskill, 2008).

O Brasil é o 2º produtor mundial de cerâmica de revestimento, tendo produzido em 2008 cerca de 713 milhões de m<sup>2</sup>, perdendo apenas para China, que produz 3.360 milhões de m<sup>2</sup> (ANFACER, 2009).

O crescimento do setor de revestimentos cerâmicos, principalmente o de porcelanatos, é responsável pelo aumento significativo do consumo de feldspato no mundo. O consumo aumentou de 16.048.000 t, em 2003, para 22.492.000t em 2007, isto é, cerca de 40% em quatro anos.

O constante crescimento da indústria cerâmica de revestimento vem influenciado positivamente para um maior desenvolvimento da indústria de feldspato no Brasil. O crescimento do setor de revestimentos cerâmicos, principalmente o de porcelanatos, aponta para um aumento significativo do consumo de feldspato no mundo.

Os dados relativos à produção brasileira de feldspato são muito imprecisos. Em 1979 teve-se um grande salto na produção bruta de feldspato que aumentou cerca de 400%, passando de 82 mil t para 334 mil t. Como conseqüência, houve também um grande aumento do valor da produção total e bruta comercializada, sendo que neste mesmo ano a produção beneficiada manteve-se praticamente constante. No período entre 1992-1996, ocorreu um grande aumento da produção beneficiada, de cerca de 500%, passando de 30 mil t para 150 mil t em média, sendo que a produção bruta teve um crescimento no período de aproximadamente 60 %. Nesta década este padrão em ziguezague é mais característico, destacam-se os anos de 2003 e 2007 com altas produções brutas e

beneficiadas, enquanto os anos de 2002 e 2004 foram os com mais baixas produções tanto bruta como beneficiada, ficando sempre abaixo das 100 mil t/ano.

## 2. RECOMENDAÇÕES

O conhecimento da geologia das jazidas é a área mais carente no mineral estudado. As minas atualmente em operação, salvo raras exceções, carecem de sondagem e acompanhamento geológico de detalhe nas frentes de lavra. As análises químicas são limitadas aos minerais mais importantes e aos contaminantes que penalizam o preço. Para minimizar estas carências recomenda-se: suporte técnico no desenvolvimento e avaliação dos depósitos minerais, mapeamento geológico e sondagem para delimitação dos recursos e transformação em reservas minerais.

A lavra é efetuada, em geral, quase sem planejamento. Recomenda-se:

- a) Suporte técnico no planejamento de lavra e controle de qualidade do ROM (*Run of mine*) e
- b) Estabelecimentos de estoque regulador em pátio.

Com relação ao meio ambiente e as condições de trabalho, não existem passivos de alto risco. O dano ambiental mais importante se refere a assoreamento de drenagens e desmatamento irregular. Contudo as operações são de pequeno porte e sem utilização de químicas nocivas ao ambiente. Recomenda-se o treinamento dos titulares de portaria de lavra, para condução de lavra a céu aberto minimizando os impactos ambientais.

A atual estrutura setorial muito concentrada da produção de feldspato vem provocando a saída de várias empresas do mercado, principalmente as de menor porte e mais frágeis.

Como possíveis ações governamentais, para as pequenas empresas localizadas no Nordeste e Norte de Minas Gerais, seria o incremento da exportação de feldspato. Para isso torna-se necessário o desenvolvimento de uma política de apoio tecnológico e gerencial a essas empresas pelos diversos órgãos que atuam na região.

Uma alternativa, mais sustentável, seria a implementação de uma política para ampliação da capacidade atual de produção de produtos cerâmicos no Nordeste, tanto para ao consumo local quanto para exportação. Atraindo, principalmente, os ceramistas estabelecidos no Sul e Sudeste, por meio de linhas de crédito do BNDES e BNB e outros incentivos da SUDENE e dos governos municipais e estaduais.

## 3. APRESENTAÇÃO

Este trabalho tem como objetivo analisar o segmento fornecedor e o consumidor de feldspato, dentro do quadro evolutivo dos segmentos cerâmico, vidreiro, dentre outros, do crescente aumento do consumo em termos internacionais e nacionais, e no contexto das novas tendências de competitividade de uma economia global. São apresentados os principais aspectos atuais e tendências da mineração de feldspato no Brasil e no Mundo, onde são abordados: a) Características da mineração de feldspato no Brasil e evolução recente; b) Evolução das reservas de feldspato no Brasil; c) Estrutura empresarial da mineração de feldspato e parque produtivo; d) Aspectos tecnológicos e ambientais da mineração de feldspato; e) Evolução da produção de minério e tendência do preço de mercado; f) Usos e destinação dos produtos da mineração de feldspato; g) Consumo atual de feldspato e projetado para o período de 2010 a 2030 e h) Necessidades adicionais de reservas de minério de feldspato.

Devido à falta de dados não foram estudados os seguintes aspectos: a) Recursos humanos atuais na mineração e projetados para o período de 2010 a 2030; e b) Arcabouço legal, tributário e de incentivos financeiros e fiscais.

Outra limitação deste estudo são os dados oficiais de produção, que só levam em conta as áreas de extração com portaria de lavra de pegmatitos e não considera outras fontes de feldspato. Este fato cria uma distorção na projeção do consumo.

O feldspato engloba uma série de silicatos de alumínio, contendo proporções variadas de potássio, sódio, cálcio e, ocasionalmente, bário. Os feldspatos sódicos e os potássicos têm grande aplicação nas indústrias cerâmicas e de vidro. Sua função no corpo cerâmico é a de promover a fusão a uma temperatura mais baixa. No vidro é a fonte principal de alumínio, além da função de fundente (Coelho, 2001).

O nome feldspato tem origem no alemão *feld* (campo) e *spath* (pedra) e se apresenta com as seguintes características:

- Cor: Branco róseo.
- Aspecto óptico: Translúcido e transparente.
- Brilho: Não-metálico, vítreo.
- Dureza: Escala de Mohr: 6,0 a 6,5.
- Peso específico: 2,5 a 2,8.
- Sistema de cristalização: Monoclínico, triclínico.
- Habito: Cristal Prismático ou compacto.
- Composição química: (Na. K) Al Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ca Al<sub>2</sub> SiO<sub>3</sub>, Ba AlSi<sub>2</sub> O<sub>3</sub>. (Ramos, 2001)

Apesar de ser um dos minerais mais abundantes da crosta terrestre, podendo ocorrer de maneira variada, em muitos ambientes geológicos, apenas um pequeno número de depósitos é apropriado para exploração.

De acordo com a Associação dos Produtores de Feldspato da Comunidade Européia – *Eurofel* – os principais tipos de depósitos em exploração no mundo são:

- Depósito tipo nefelina sienito: são rochas constituídas por feldspatóides<sup>1</sup>, principalmente nefelina. Os principais depósitos em exploração estão situados no Canadá e na Noruega. Recentemente, foi iniciada a produção de nefelina no município de Lavrinha - São Paulo, pela Nefelina Brasil Mineração, associação entre a Minerali e o Grupo Saint-Gobain.
- Depósito tipo aplito: são corpos intrusivos relativamente homogêneos, apresentando granulação de fina a média, tendo como constituintes principais o feldspato potássico e o quartzo. Os Estados Unidos e o Japão são grandes produtores de feldspato deste tipo de depósito.
- Depósito tipo alaskito<sup>2</sup>: são granitos praticamente desprovidos de minerais máficos (ferro-magnesianos). As rochas que constituem esse tipo de depósito diferem do pegmatito apenas na textura, que é mais fina.
- Granitos: são rochas constituídas, principalmente, de quartzo, feldspato e mica (muscovita e essencialmente biotita). Como granito pode conter entre 50 e 70% de feldspatos alcalinos é possível obter feldspatos de granitos.
- Depósito tipo pegmatito: é a mais importante fonte de produção de feldspato no mundo. São depósitos formados por rochas ígneas de granulação grosseira, com predominância de feldspato e quartzo e uma vasta gama de minerais secundários ou acessórios, muitos deles explorados economicamente (Saller, 1999).

1 Feldspatóides são minerais que não coexistem com o quartzo.

2 Comercialmente, os termos aplito e alaskito se confundem.

No Brasil, as gemas, os minerais metálicos e não-metálicos muitas vezes são produzidos com o feldspato e em várias oportunidades são fundamentais para a viabilização econômica da produção de muitos corpos de pegmatito, que também é fonte de feldspato. (Moraes & Hecht, 1997).

Outros tipos de depósito em exploração no mundo são as areias feldspáticas, os granitos gráficos, os quartzitos feldspáticos, entre outros.

No Brasil diversas substâncias minerais vêm sendo utilizadas como fundentes na formação da fase vítrea dos corpos cerâmicos, substituindo o feldspato em grande parte, como fontes de potássio e sódio. As principais são: filito, fonolito/nefelina sienito e o “granito” (granitoide de Jundiá).

O filito cerâmico é uma rocha de baixo grau de metamorfismo originada de camadas sedimentares argilosas. Vem sendo largamente utilizado como fundente no Brasil, constituindo-se em uma matéria-prima genuinamente nacional. Caracteriza-se por apresentar grande homogeneidade, baixo resíduo, sinterização a baixa temperatura e todos os seus componentes (argilominerais, quartzo e moscovita) finamente divididos. É utilizado como substituto parcial da argila, sílica e feldspato, por apresentar um teor elevado de metais alcalinos (MOTTA et. al., 1998).

O fonolito/nefelina sienito do Estado de Santa Catarina apresenta teores de sódio e de potássio que lhe confere um papel de fundente cerâmico. O fonolito já vem sendo utilizado industrialmente na produção de revestimentos e de vidro na Região Sul.

O granitoide Jundiá localizado no Estado de São Paulo é outro fundente brasileiro clássico, que é utilizado em grande escala no segmento de louças sanitárias.

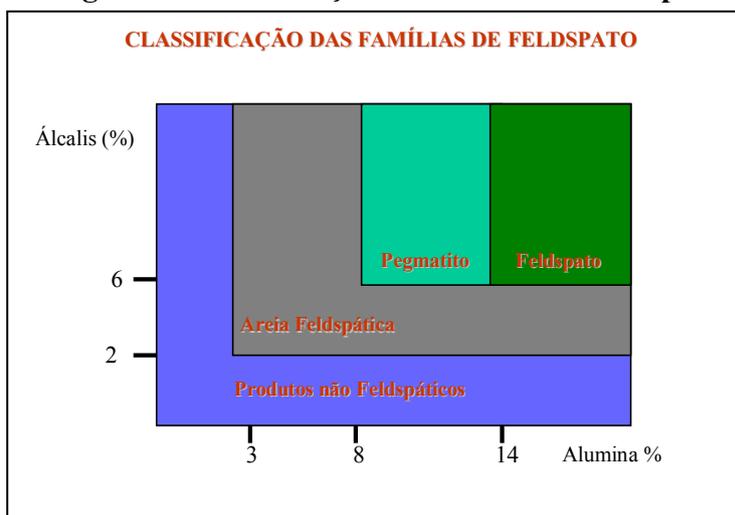
Como o termo feldspato engloba uma série de bens minerais, criando certa confusão entre os consumidores, a Associação dos Produtores de Feldspato da Europa – *Eurofel* – resolveu adotar a seguinte definição: produtos de feldspato são alumino-silicatos com:

- Teor de SiO<sub>2</sub> > 58%
- Teor de álcalis (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) > 2%
- Teor de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > 3%
- Perda ao fogo < 3%.

A definição da *Eurofel* ainda distingue diferentes famílias de produtos de feldspato, conforme a Figura 1:

- Areia feldspática: Teor de álcalis < 6 % ou teor de alumina < 8%
- Feldspato de pegmatito: Teor de álcalis > 6% ou teor de alumina entre 8% e 14%
- Feldspato: Teor de álcalis < 6% Teor de alumina > 14%.

**Figura 1 - Classificação das famílias de feldspato**



Fonte: Eurofel, 2009.

A *Eurofel* pretende colocar nas embalagens, além de dados e informações do produto, um selo informando que o fornecedor obedece às normas de qualidade estabelecidas pela associação.

As indústrias de vidro e de cerâmica são as principais consumidoras de feldspato. Essas demandam especificações físicas e químicas e certo grau de uniformidade no suprimento do produto. O consumo total da indústria cerâmica é de aproximadamente 70% da produção global de feldspato, sendo o restante consumido pela indústria de vidro e outras aplicações.

O feldspato é também usado como carga funcional e extensor, nas indústrias de tinta, plástico e borracha. Existem novos setores que apresentam consumo crescente, como as aplicações de tecnologia de painéis solares, cargas e cosméticos (Wan, 2008).

O crescimento no consumo de feldspato está dominado pelas indústrias de revestimento cerâmico e de coloríficos, visto que a indústria de vidro, em particular a de embalagem, tem apresentado um baixo crescimento, atribuído aos substitutos – PET e latas metálicas – bem como ao aumento crescente da reciclagem de vidro. Esse aumento pela demanda de feldspato deve-se ao desenvolvimento do processo de produção de porcelanato que utiliza na massa cerâmica cerca de 60% de feldspato. O processo de produção do porcelanato tem como vantagem uma redução no ciclo de queima, de 30-50 h para 60-70 min (Luz et. al., 2008).

A Tabela 3 apresenta as produções beneficiada e bruta de feldspato no Brasil no período 2007 a 2005.

**Tabela 3**  
**Produção brasileira de feldspato**

Ano	<sup>(1)</sup> Produção Bruta (t)	Produção Beneficiada (t)
2007	182.168	166.089
2006	166.418	71.785
2005	196.419	117.387

Fonte: Sumário Mineral, 2008.

Nota: <sup>(1)</sup> Produção de empresas detentoras de concessão de lavra

No Brasil, em 2007, a produção bruta de feldspato proveniente de lavras regulares<sup>3</sup> atingiu 182.168t, o que representou um aumento de 9,5% ante a produção de 2006 (166.418t). A produção beneficiada totalizou 166.089t, sendo assim distribuída: Paraná - 71,3%, Santa Catarina - 15,1%, São Paulo - 12,1%, e Paraíba - 1,5% (Sumário Mineral, 2008).

## 4. MINERAÇÃO DE FELDSPATO NO BRASIL: SUAS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE

### 4.1. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO

No Brasil, as principais reservas de feldspato estão localizadas nos Estados do Paraná (33%), Rio de Janeiro (17%), Minas Gerais (16%), Paraíba (8%), Bahia (8%), Rio Grande do Norte (7%), e São Paulo (6%).

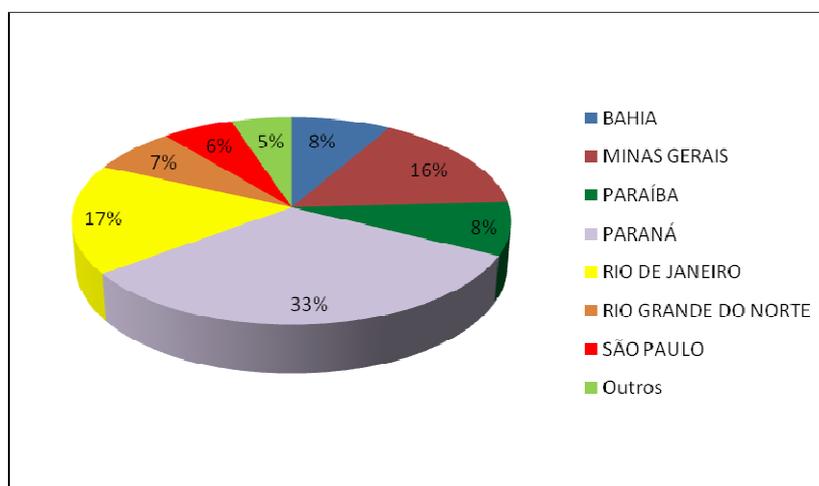
As reservas brasileiras medidas são da ordem de 308.829.170 t, em 2005, porém com relação aos recursos de feldspato, existe uma grande dificuldade para uma quantificação precisa,

---

<sup>3</sup> Empresas detentoras de concessão de lavra.

devido à existência de grande abundância deste mineral. A Figura 2 mostra a distribuição das reservas totais por unidade da federação.

**Figura 2- Distribuição das reservas totais de feldspato por estado – 2005.**



Fonte: Anuário Mineral, 2006.

No Brasil, os pegmatitos ainda são a principal fonte de feldspato. Normalmente, os pegmatitos são corpos pequenos, apesar de portarem feldspato de alta qualidade. Os depósitos brasileiros produtores de feldspato estão distribuídos em uma larga faixa que se estende do Nordeste ao Sul do País<sup>4</sup>. O Brasil possui sete principais províncias produtoras de feldspato de pegmatito, dentre as quais se podem citar.

- A Província Oriental, que é a maior do Brasil, estendendo-se desde o Sul do Estado do Rio de Janeiro até o Sul da Bahia, estando situada no estado de Minas Gerais a sua maior porção. Essa província, além de ser grande produtora de feldspato, destaca-se, em termos mundiais, na produção de gemas.
- A Província da Borborema–Seridó que é uma das mais importantes províncias pegmatíticas brasileiras e situa-se nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, tendo sido cadastrados mais de 400 corpos de pegmatito.
- Os Estados da Região Sul apresentam poucas áreas com pegmatitos. O Estado do Paraná apresentava, em 1996, uma única área em produção, localizada na Colônia dos Castelhanos, no município de São José dos Pinhais. Em Santa Catarina, também naquele ano, somente existia uma área em lavra, em Azambuja, município de Pedras Grandes.
- No Estado de São Paulo localizam-se as províncias de Perus-Guarulhos e de Embu-Guaçu, e as regiões de Socorro, Bananal, São Luís do Paraitinga, Santa Branca e Mogi das Cruzes.

As maiores reservas medidas estão nos municípios de: Cantagalo (RJ)<sup>5</sup> com 75 milhões de toneladas, Castro (PR) com 35,8 milhões de toneladas, Cachoeira (BA) com 24,7 milhões de toneladas e Nova Palmeira (PB) com 20,2 milhões de toneladas, conforme pode se observar na Tabela 4.

<sup>4</sup> A Região Norte, com grande potencial, não produz feldspato devido ao custo de transporte.

<sup>5</sup> Apesar da reserva, em 2005, este município oficialmente ainda não produziu feldspato.

**Tabela 4**  
**Reservas de Feldspato no Brasil – 2005**

UNIDADE DA FEDERAÇÃO/MUNICÍPIOS	Reservas (1)			
	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
<b>BRASIL</b>	<b>308.829.170</b>	<b>134.901.546</b>	<b>235.276.747</b>	<b>323.652.370</b>
<b>BAHIA</b>	<b>28.433.385 t</b>	<b>8.449.806 t</b>	<b>832.609 t</b>	<b>28.583.041 t</b>
Cachoeira	24.756290	—	—	24.756.290
Castro Alves	419.068	4.768.423	—	419.068
Encruzilhada	6.342	—	—	6.342
Itambé	97.240	69.680	159.120	97.240
Jaguarari	67.675	375.656	673.489	217.331
Macarani	408.127	456.660	—	408.127
Macarania	98.843	166.387	—	96.843
<b>ESPIRITO SANTO</b>	<b>50.000</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>45.000</b>
Muqui	50.000	—	—	45.000
<b>MINAS GERAIS</b>	<b>28.031.233 t</b>	<b>42.326.307 t</b>	<b>225.682.232 t</b>	<b>33.581.172 t</b>
Andradas	120.486	60.401	58.760	120.486
Araçuaí	276.106	590.903	628.480	317.533
Ataléia	5.400	4.050	—	5.400
Barão de Cocais	8.819.000	28.689.000	214.312.000	8.819.000
Bela Vista de Minas	1	1	1	1
Belmiro Braga	16.165	30.000	25.000	12.583
Bom Repouso	59.935	106.128	110.437	59.935
Bueno Brandão	23.203	54.799	—	23.203
Caiana	40.000	—	—	40.000
Conselheiro Pena	29.605	—	—	29.605
Coronel Murta	4.836.493	13.649	—	4.836.493
Divino das Laranjeiras	938.990	442.006	16.683	936.990
Dom Joaquim	126.035	531.842	653.283	126.035
Galiléia	2.945.932	1.521.623	—	2.945.932
Governador Valadares	606.901	281.460	—	538.586
Inconfidentes	183.996	223.953	243.381	282.614
Itinga	2.831.467	7.104.357	169.606	8.331.498
Jequitinhonha	34.453	—	—	34.453
Joáima	877.500	—	—	877.500
Malacacheta	820.376	16.548	—	813.013
Mar de Espanha	100	—	—	100
Medina	770.000	—	—	770.000
Minas Novas	34.571	59.364	28.404	93.935
Monte Sião	157.663	166.694	—	157.663
Nova Era	240.000	120.000	120.000	240.000
Ouro Fino	155.938	15.700	1.370	145.936
Poços de Caldas	301.204	—	—	240.963

Rubelita	82.324	16.491	—	82.324
Sabinópolis	1	1	1	1
Salinas	506.430	—	—	506.430
Santa Maria de Itabira	144.843	144.451	607.217	144.843
Virgem da Lapa	2.048.117	2.132.886	8.687.409	2.048.117

Fonte: Anuário Mineral, 2006.

**Continuação da Tabela 4**

UNIDADE DA FEDERAÇÃO/MUNICÍPIOS	Reservas (1)			
	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
<b>PARAÍBA</b>	<b>29.925.932 t</b>	<b>6.683.822 t</b>	<b>52.312 t</b>	<b>30.022.084 t</b>
Frei Martinho	5.113.319	—	—	5.113.319
Nova Palmeira	20.162.175	100.004	—	20.262.179
Pedra Lavrada	4.070.470	6.418.841	—	4.070.470
Picuí	388.933	74.235	49.092	365.081
São Mamede	107.992	34.901	3.220	107.992
Seridó	83.043	56.041	—	83.043
<b>PARANÁ</b>	<b>81.721.306 t</b>	<b>61.699.647 t</b>	<b>—</b>	<b>88.813.369 t</b>
Agudos do Sul	1.626.190	12.631.000	—	8.900.000
Balsa Nova	237.736	566.375	—	155.902
Campo Largo	9.107.032	5.484.219	—	9.107.032
Castro	35.895.707	22.367.064	—	35.875.119
Itaperuçu	17.967.260	10.780.356	—	17.967.260
Rio Branco do Sul	16.451.056	9.870.633	—	16.451.056
São José dos Pinhais	436.323	—	—	357.000
<b>RIO DE JANEIRO</b>	<b>75.171.215 t</b>	<b>772.303 t</b>	<b>10.000 t</b>	<b>75.933.518 t</b>
Cachoeiras de Macacu	25.689	10.000	10.000	25.689
Cantagalo	75.090.000	762.303	—	75.852.303
Maricá	55.526	—	—	55.526
<b>RIO GRANDE DO NORTE</b>	<b>31.154.607 t</b>	<b>609.842 t</b>	<b>443.692 t</b>	<b>31.351.516 t</b>
Alexandria	16.201.845	—	—	16.201.845
Currais Novos	3.626.063	250.000	250.000	3.626.079
Equador	548.274	192.905	—	736.179
Parelhas	10.778.425	166.937	193.692	10.787.413
<b>SANTA CATARINA</b>	<b>3.523.632 t</b>	<b>3.089.319 t</b>	<b>605.135 t</b>	<b>3.174.162 t</b>
Anitápolis	71.350	—	—	65.000
Ilhota	128.226	—	—	128.226
Imaruí	2.501.093	2.814.825	—	2.000.877
Major Gercino	497.918	175.395	447.082	562.915
Nova Trento	235.216	51.994	145.626	287.210
Orleans	35.404	20.105	12.427	55.509
Pedras Grandes	54.425	27.000	—	54.425
<b>SÃO PAULO</b>	<b>17.144.667 t</b>	<b>9.143.482 t</b>	<b>7.650.767 t</b>	<b>18.475.315 t</b>

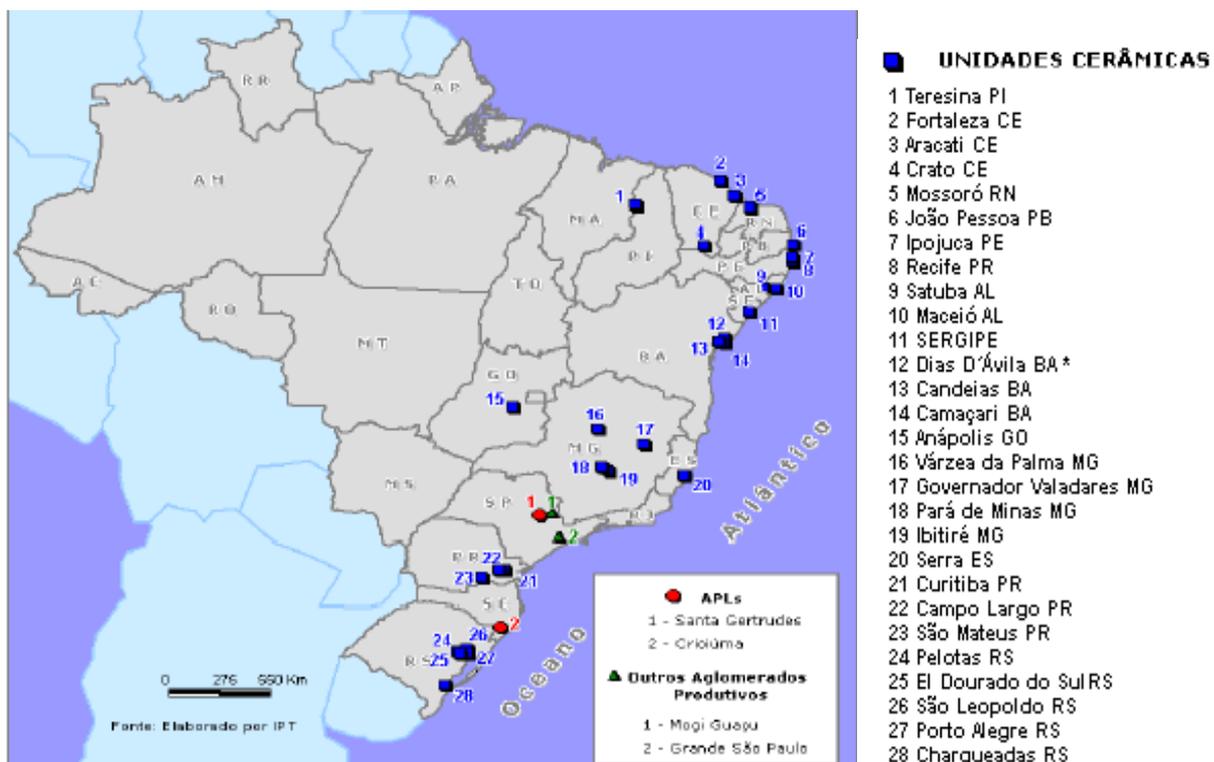
Barueri	10.750	12.900	—	10.750
Eldorado	174212	226.475	261.317	174212
Ltanháem	65.882	16.465	16.465	80.000
Jundiá	1.009.662	690.000	690.000	1.009.662
Monte Alegre do Sul	102.754	28.340	—	102.754
Pinhalzinho	165.743	161.475	55.636	147218
Santo Antônio do Pinhal	5.683.306	4.445.106	4.534.947	5.663.306
São Luis do Paraitinga	347.826	247.040	2.027.300	347.826
São Paulo	1.624.784	283.160	—	230.898
Socorro	274.448	249.400	65.100	220.648
Sorocaba	7.705.320	2.783.121	—	10.486.041
<b>TOCANTINS</b>	<b>13.673.193 t</b>	<b>2.127.018 t</b>	—	<b>13.673.193 t</b>
Porto Nacional	13.673.193	2.127.018	—	13.613.19t

Fonte: Anuário Mineral, 2006.

Os principais clientes de feldspato são as indústrias cerâmicas e vidro, estas estão localizadas principalmente nas regiões sudeste, sul e nordeste.

A Figura 3 apresenta as localizações das principais unidades cerâmicas.

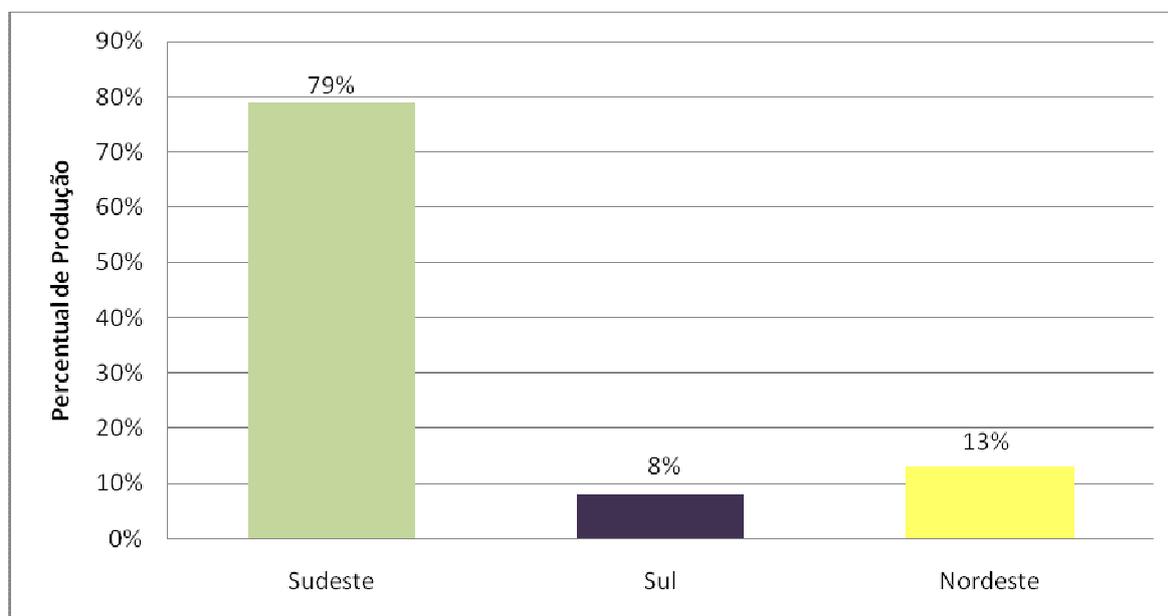
**Figura 3- Localizações das principais unidades cerâmicas brasileira.**



Fonte: Coelho e Cabral Jr., 2007.

A produção de vidro está situada principalmente na região Sudeste com aproximadamente 79% da produção (Figura 4).

**Figura 4- Distribuição da Produção de Vidro no Brasil**



Fonte: Coelho e Cabral Jr., 2007.

Na Tabela 5 estão listados os produtores atuais e novos entrantes de porcelanato no Brasil. Este tipo de revestimento é o responsável pelo aumento do consumo de feldspato.

**Tabela 5  
Produção de Porcelanato no Brasil**

	UF	EMPRESA PRODUTORA	TÉCNICO (m2/mês)	ESMALTADO (m2/mês)	PEÇAS ESPECIAIS (m2/mês)	TOTAL (m2/mês)	Projeção (m2/ano)
Produtores mais antigos	SC	ELIANE	240.000	150.000		390.000	4.680.000
	SC	PORTOBELLO	300.000	300.000		600.000	7.200.000
	SC/MG	CECRISA	140.000	50.000		190.000	2.280.000
	SC	ITAGRÊS		40.000		40.000	480.000
	SC	CEUSA	25.000	15.000		40.000	480.000
	PB	ELIZABETH	130.000	20.000		150.000	1.800.000
	PE	Pamesa BR	300.000			300.000	3.600.000
	SP	GYOTOKU	80.000	40.000		120.000	1.440.000
	SP	CHIARELLI		100.000		100.000	1.200.000
	SP	UNIGRÊS (*)		25.000		25.000	300.000
	SP	Jatobá	(em ampliação)		100.000	100.000	1.200.000
SP	Atlas			180.000	180.000	2.160.000	
Entrantes	SP/BA	Incefra	(em início de produção: porcelanato esmaltado via úmida)				

SP	Delta	(em início de produção: porcelanato esmaltado via úmida)				
SP	Villagres	(em início de produção/ comercialização)				
SP	LEF	(em início de produção: porcelanato esmaltado via úmida)				
SP	Buschinelli e Cia	(em início de produção: porcelanato via seca)				
ES	Biancogres	(oficializou a produção de porcelanato esmaltado)				
SP	Batistela	(realizou testes, mas não oficializou a produção)				
TOTAL		1.215.000	740.000	280.000	2.235.000	26.820.000

Fonte: Coelho e Cabral Jr., 2007.

#### 4.2. RESERVAS DE FELDSPATO NO BRASIL

A Tabela 6 apresenta a evolução das reservas de feldspato no período entre 1970-2007.

**Tabela 6**  
**Evolução das Reservas Brasileiras de Feldspato: 1970- 2007**

Ano	Reservas Medida Minério (t)	Reservas Indicada Minério (t)	Reservas Inferida Minério (t)	Reservas Lavrável Minério (t)	Reservas Totais (Medidas + Indicadas) (t)
1971	2.683.469	1.635.119	1.904.233	ND	4.318.588
1972	4.717.184	3.863.658	564.551	ND	8.580.842
1973	3.612.374	2.430.305	538.635	ND	6.042.679
1974	13.419.258	2.696.178	733.722	ND	16.115.436
1975	13.399.940	2.611.550	784.685	ND	16.011.490
1976	15.182.850	3.613.001	3.055.110	ND	18.795.851
1977	6.602.000	6.412.000	9.647.000	ND	13.014.000
1978	10.265.000	4.058.000	3.148.000	ND	14.323.000
1979	8.813.700	5.727.479	3.312.392	ND	14.541.179
1980	7.565.169	5.460.457	4.392.924	ND	13.025.626
1981	8.070.712	6.371.789	4.301.448	ND	14.442.501
1982	10.763.442	9.502.479	3.632.945	ND	20.265.921
1983	9.371.675	11.035.607	3.957.795	ND	20.407.282
1984	12.427.339	12.747.116	8.203.378	ND	25.174.455
1985	14.808.058	25.499.874	8.274.403	ND	40.307.932
1986	15.204.757	23.799.229	8.815.591	ND	39.003.986
1987	19.032.082	21.172.632	14.126.640	ND	40.204.714
1988	17.831.029	17.911.424	13.527.943	ND	35.742.453
1989	22.975.362	20.775.848	23.190.449	ND	43.751.210
1990	22.857.505	21.288.207	17.738.883	ND	44.145.712
1991	26.384.766	23.718.162	27.414.585	ND	50.102.928
1992	25.346.997	20.854.977	17.694.607	ND	46.201.974
1993	24.691.293	21.305.194	17.684.427	ND	45.996.487
1994	27.830.286	25.717.732	18.138.261	ND	53.548.018
1995	27.666.496	25.770.366	18.137.227	ND	53.436.862
1996	35.926.300	43.427.052	216.712.554	ND	79.353.352

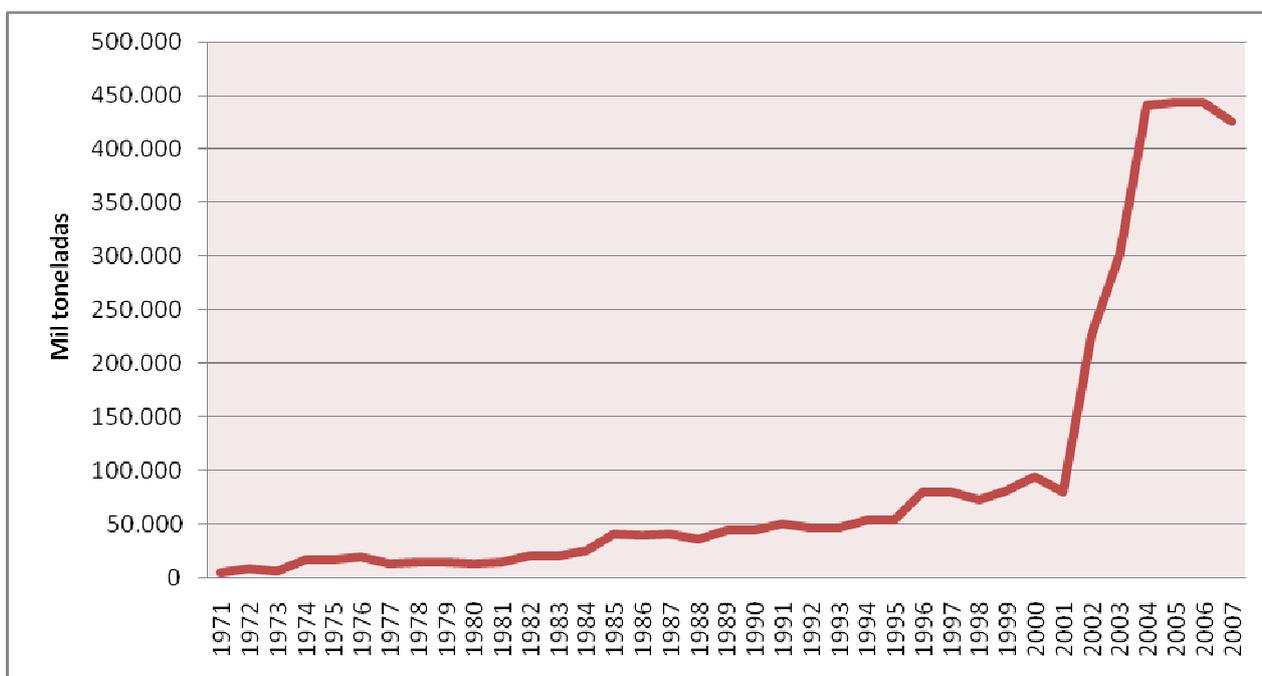
1997	36.023.120	43.312.348	216.569.767	ND	79.335.468
1998	36.774.819	36.080.664	215.580.786	ND	72.855.483
1999	47.902.276	32.617.828	35.834.996	ND	80.520.104
2000	54.246.640	40.327.165	36.308.437	ND	94.573.805
2001	42.892.457	36.480.632	15.389.057	57.548.169	79.373.089
2002	132.026.393	94.742.962	229.788.299	148.255.957	226.769.355
2003	207.512.280	94.222.174	229.523.669	221.034.652	301.734.454
2004	245.265.880	196.435.489	229.652.390	346.404.788	441.701.369
2005	308.829.170	134.901.546	235.276.747	323.652.370	443.730.716
2006	ND	ND	ND	ND	443.500.000
2007	ND	ND	ND	ND	426.000.000

Fonte: Mineral Data, 2009 e Sumário Mineral, 2007 e 2008.

Segundo NEVES et. al. (1997), esses números não são muito precisos, pois a cubagem de feldspato em pegmatito é muito difícil; além disso, os corpos cubados durante a fase de pesquisa não foram objeto de estudos sistemáticos que permitissem a caracterização e a determinação de suas reais potencialidades. O outro ponto a ser levantado são as reservas de feldspato existentes em outros tipos de rochas. Deste modo, pode-se considerar que as reservas brasileiras desse bem mineral são maiores do que consta na Tabela 6.

Observa-se que, em 1970, a reserva total era de 4.318.588 t, e que em 2007 atingiu o montante de 426.000.000 t, isto é, um aumento de quase 100 vezes. A partir de 2002, observa-se um crescimento acentuado das reservas, conforme é apresentado na Figura 5. Este aumento foi provocado pela tendência de crescimento da indústria cerâmica, principalmente o setor de porcelanato.

**Figura 5 - Evolução das Reservas de Feldspato - 1971 – 2007**



Fonte: MineralData, 2009.

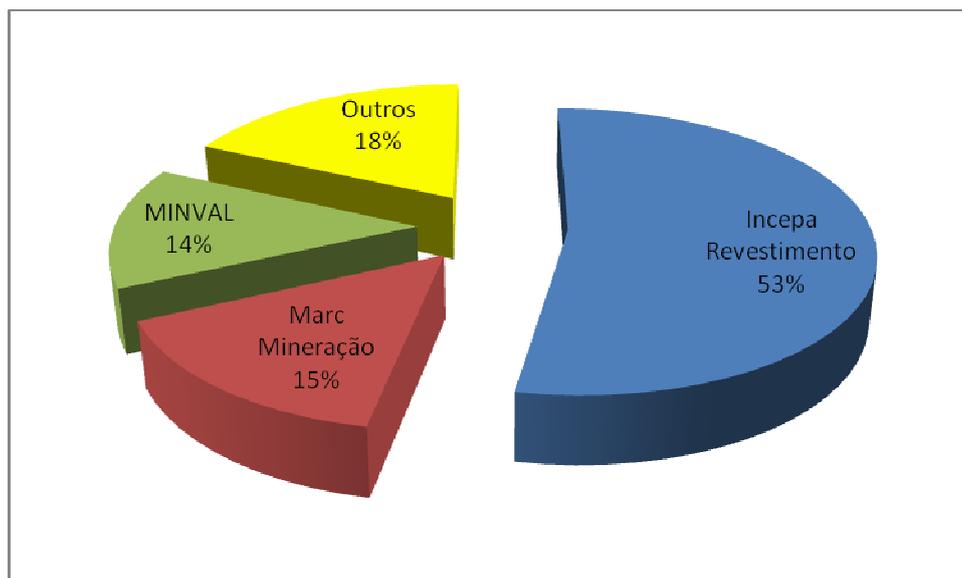
### 4.3. ESTRUTURA EMPRESARIAL DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO

Atualmente, no Brasil a produção oficial de feldspato está concentrada em três empresas (Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda, Marc Mineração e Indústria e Comércio Ltda, MIVAL – Mineração Vale do Rio Tijucas Ltda) que concentram 82% da produção oficial. Vide Figura 6.

Vale ressaltar que a Minerali já produz cerca de 90 mil t/ano de feldspato em Itupeva-SP, e que iniciou, em 2009, a produção de nefelina sienito em Lavrinhas-SP.

A participação de concorrentes estrangeiros no segmento de feldspato e substitutos vem se dando atualmente pelo Gruppo Minerali – granito em Jundiá; Saint Gobain/Minerali – nefelina sienito. Os prováveis entrantes: Cisper em Sorocaba/SP, Unimin, através da Mineração Estrela do Sul, além de outros grupos multinacionais, com larga tradição na produção de minerais industriais em particular, o feldspato em associação com empresas brasileiras.

**Figura 6 – Distribuição da produção oficial de feldspato por empresa – 2007**



Fonte: Sumário Mineral, 2008.

#### 4.4. PARQUE PRODUTIVO

A Tabela 7 apresenta a distribuição das Portarias de Lavra por unidade da federação em 2009. Verifica-se que Minas Gerais e São Paulo em conjunto dispõem de 64% das concessões. Já os estados do Paraná e Santa Catarina apresentam 10%.

**Tabela 7**  
**Concessões de lavra de feldspato no Brasil – 2009**

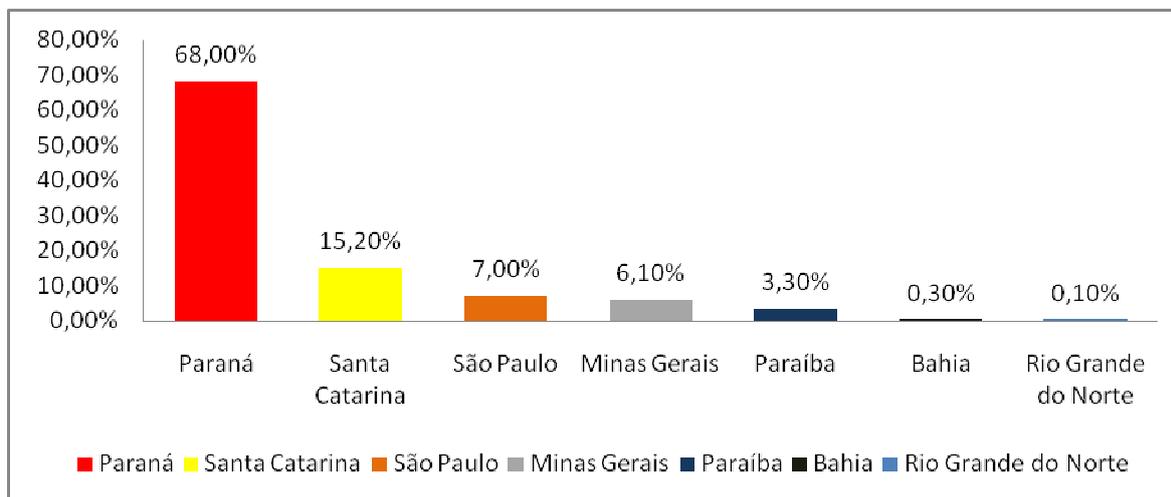
Unidade da Federação	Concessão de Lavra
Bahia	4
Ceará	1
Espírito Santo	3
Minas Gerais	50
Paraíba	7
Paraná	4
Rio de Janeiro	4
Rio Grande do Norte	8
Rio Grande do Sul	1
Santa Catarina	8
São Paulo	26

Tocantins	3
<b>Total</b>	<b>119</b>

Fonte: Cadastro Mineiro, 2009.

A Figura 7 apresenta a distribuição da produção brasileira de feldspato bruto, em 2007. Verifica-se que estados do Paraná e Santa Catarina somam mais de 83% da produção, enquanto São Paulo e Minas Gerais totalizam cerca de 13%.

**Figura 7 - Distribuição da produção brasileira de feldspato bruto, 2007.**



Fonte: Sumário Mineral, 2008.

Em 2007, o Estado do Paraná foi responsável por 68,0% da produção bruta de feldspato no Brasil (Figura 7), seguido por Santa Catarina (15,2%); São Paulo (7,0%); Minas Gerais (6,1%); Paraíba (3,3%); Bahia (0,3%) e Rio Grande do Norte (0,1%). A Tabela 5 apresenta as empresas com as maiores produções sendo que os estados do Sul do Brasil produziram mais de 80% da produção nacional.

No período de 2000 a 2007, a produção brasileira de feldspato sofreu uma mudança geográfica, se deslocando do Sudeste para os estados do Sul, principalmente Paraná e Santa Catarina. A Tabela 8 quantifica esta mudança. Em 2000, Minas Gerais produziu 48% da produção nacional, porém a partir desta data a produção somente diminuiu e foi ultrapassado pelo Paraná já em 2001, com exceção de 2004 quando Minas Gerais voltou a ser o maior produtor com 39%. De 2005 em diante o Paraná e Santa Catarina se situam como os maiores produtores, sendo o Paraná foi o maior produtor legal de feldspato do Brasil (Figura 8).

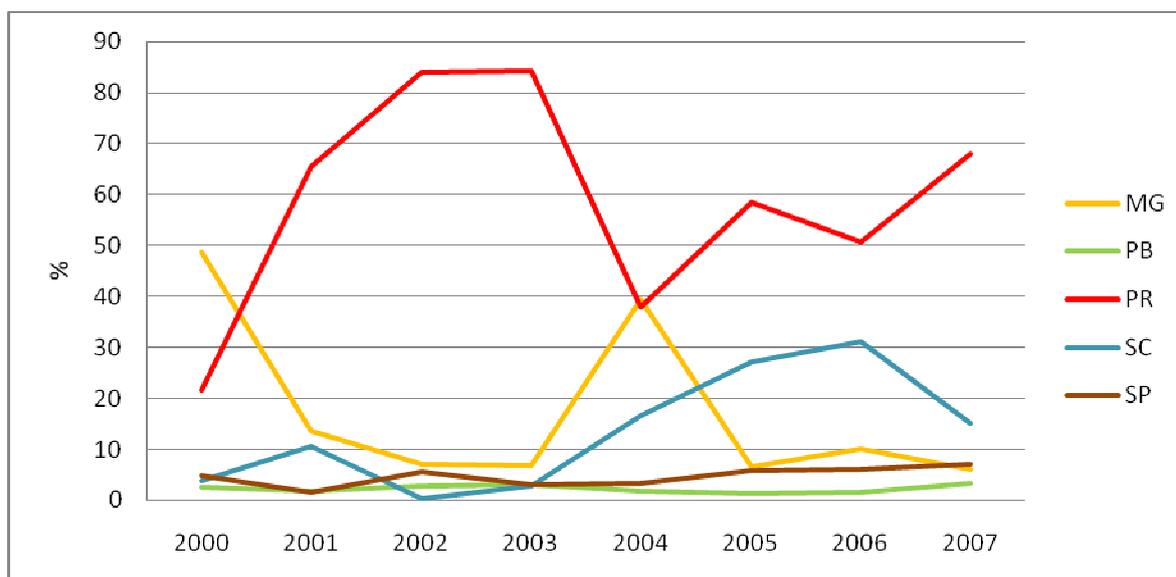
**Tabela 8**  
**Produção de Feldspato Bruta por Estado 2000 a 2007 (%) 1000 t**

UF	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BA	1,5	2,9	-	-	-	-	-	0,3
CE	15,7	-	-	-	-	-	-	-
MG	48,6	13,6	7,2	6,9	39,5	6,5	10,1	6,1
PB	2,7	1,8	2,8	3	1,9	1,36	1,5	3,3
PR	21,6	65,5	84,1	84,2	37,8	58,5	50,7	68
RN	1,4	3,8	-	-	0,8	-	-	0,1
SC	3,8	10,7	0,4	2,9	16,7	27,2	31,1	15,2
SP	4,8	1,7	5,5	3	3,3	5,9	6,11	7

Fonte: Anuário Mineral 2000-2008.

Segundo o Projeto Desenvolvimento em Rede do Arranjo Produtivo em Pegmatitos – RN / PB, a produção de feldspato na Paraíba e Rio Grande do Norte atingiu, em 2007, 144.000 t. (www.redeaplmineral.org.br/, 2008)

**Figura 8- Evolução dos principais produtores de Feldspato 2000-2007.**



Fonte: Sumário Mineral 2000-2008.

A Tabela 9 lista, por ordem em importância, as principais empresas produtoras de feldspato no Brasil, em 2007. Nota-se que há uma concentração na produção na região Sul em três empresas de cerca de 82%: Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda, Marc Mineração, Indústria e Comércio Ltda e MIVAL – Mineração Vale do Rio Tijucas Ltda.

**Tabela 9**  
**Principais empresas produtoras de feldspato no Brasil – 2007.**

Empresa	UF	Participação (%)
Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda	PR	53,00
Marc Mineração, Indústria e Comércio Ltda.	PR	15,10
MIVAL – Mineração Vale do Rio Tijucas Ltda	SC	13,80
Mineração de Feldspato Ourofinoense Ltda	MG	2,90
Tech Rock Mineração Ltda	SP	2,00
Mineração São Luiz Ltda	SP	1,80
Tavares Pinheiro Industrial Ltda	SP	1,60
Mineração Sebevi Ltda	MG	1,60

Fonte: Sumário Mineral, 2008.

Com relação à produção de feldspato a partir de rochas graníticas, que não é totalmente contabilizada pelo DNPM, destacam-se as seguintes empresas: Cisper e Cêramus, (já vem operando uma planta piloto) – granito, de Sorocaba – SP; Gruppo Minerali e Empresa Tavares Pinheiro – granito, em Jundiá – SP.

A produção de nefelina sienito é efetuada em Lavrinhas/SP, pelo Gruppo Minerali/Saint Gobain e de fonolito pela Companhia Carbonífera de Urussanga – CCU em Lages – SC.

#### 4.5. RECURSOS HUMANOS DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO

Segundo o DNPM o total de trabalhadores na mineração de feldspato em 2005 foi de 433, porém este número deve ser maior porque estes dados são coletados somente de minas legalizadas,

como o índice de informalidade no feldspato é muito alto, não entrando na conta do DNPM. A Tabela 10 fornece os dados das pessoas ocupadas na mineração de feldspato por nível de escolaridade.

O índice de informalidade na mineração de feldspato está entre 40% a 45% sobre o número de empreendimentos em do DNPM.

**Tabela 10**  
**Distribuição das pessoas ocupadas em minerações de feldspato- 2005.**

<b>Pessoas Ocupadas em Minas</b>						
Nível Superior			Outros			Total nas minas
Eng. Minas	Geólogos	Outros	Técnicos N.M	Operários	Administração	
29	10	1	4	214	29	287
<b>Pessoal Ocupado em Usinas</b>						
Nível Superior		Outros			Total em Usinas	
Eng. Minas	Outros	Técnicos N. M.	Operários	Administração		
5	1	9	102	29	146	

Fonte: Anuário Mineral, 2006.

#### 4.6. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO

##### Lavra

No mundo, a lavra de feldspato é mecanizada e geralmente feita a céu aberto. Na fase inicial é feito o decapeamento, normalmente com uma relação 1:1 de estéril/minério. O corpo do minério de feldspato é desmontado através de explosivos a base de nitrato de amônia, colocados em furos de grandes diâmetros efetuados por perfuratrizes rotativas. O minério desmontado sofre uma redução de tamanho através do sistema denominado *drop ball*.

O minério lavrado é colocado por pás carregadeiras em caminhões e transportado até a unidade de britagem, adjacente à unidade de beneficiamento. A britagem primária é efetuada por britador de mandíbulas em circuito aberto, enquanto a britagem secundária é feita em britador giratório de dois ou três estágios, algumas vezes em circuito fechado com peneiras.

O produto final da britagem, menor que 25mm, é submetido a uma moagem via úmida. Essa moagem pode ser feita em moinhos de barra ou de bola, em circuito fechado com um classificador, de modo a obter-se uma melhor operação. Posteriormente, o minério moído a úmido sofre uma deslamagem, através de hidrociclones, a fim de ser eliminada a fração menor que 38 $\mu$ .

Tão logo o minério atinja um tamanho adequado, iniciam-se as operações de flotação<sup>6</sup>. A primeira flotação é feita para separar a mica que, normalmente, é vendida como subproduto. Depois, inicia-se a flotação dos minerais de ferro, que são encaminhados para o rejeito.

No Brasil, parte significativa da lavra de feldspato é efetuada em pequenas minas, normalmente por garimpeiros, utilizando-se técnicas e equipamentos rudimentares, com pouca mecanização<sup>7</sup>.

Nas lavras a céu aberto são utilizados, para o desmonte, tratores, escavadeiras e pás. O uso de explosivo nem sempre é necessário, dependendo do estágio de alteração do minério. Nas minas subterrâneas os túneis e galerias são de pequenas dimensões, só possibilitam a utilização de carros de mão para o transporte do material desmontado – minério e estéril. O minério extraído é marroado e submetido a uma escolha manual.

<sup>6</sup> Flotação é o processo de separação das partículas de uma mistura sólida pulverulenta, mediante a formação de uma espuma que arrasta as partículas de uma espécie, mas não as de outras.

<sup>7</sup> Algumas empresas brasileiras fazem lavra mecanizada, tanto em minas a céu aberto quanto subterrâneas.

Na região Nordeste, Paraíba e Rio Grande do Norte, e norte de Minas Gerais encontram-se as principais províncias pegmatíticas do país, no entanto, de modo geral, os métodos de lavra, até agora empregados, são ainda extremamente empíricos, predatórios e sem nenhuma técnica de engenharia de minas.

### **Beneficiamento**

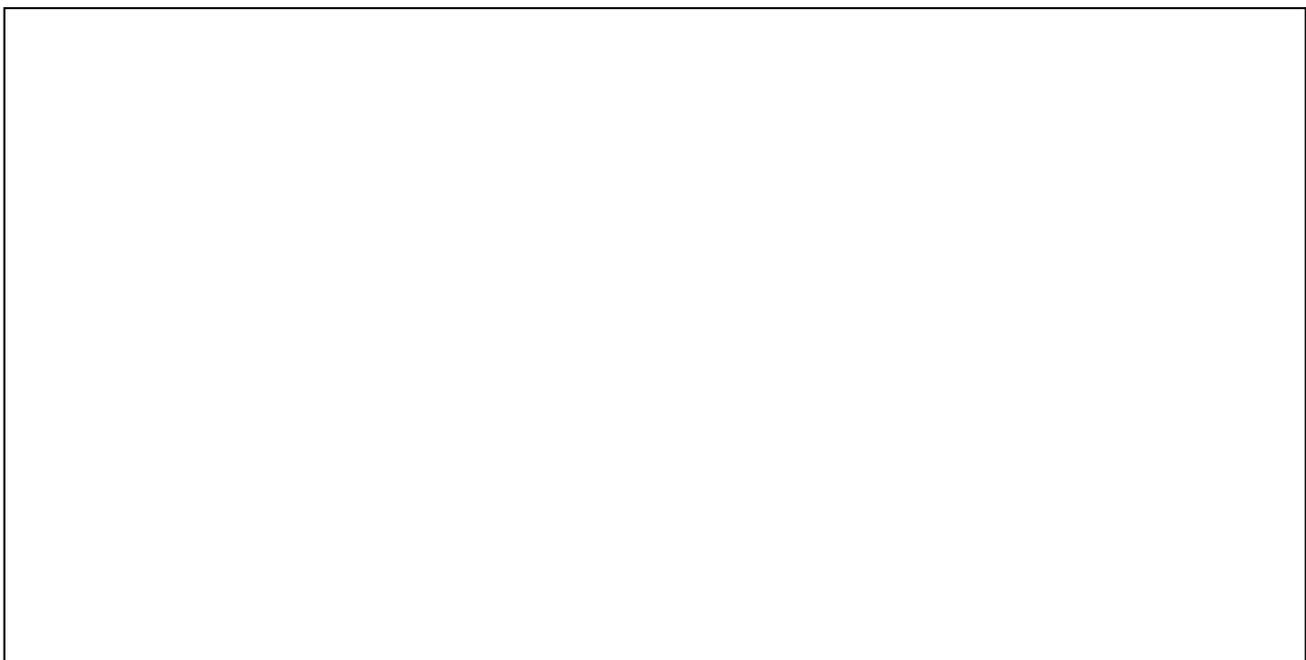
O feldspato é geralmente beneficiado pelo processo de flotação e separação magnética para remover minerais acessórios como mica, granada, óxidos de ferro e quartzo. No caso de depósitos de pegmatitos e de areia feldspática, o quartzo ocorre como co-produto. Em algumas aplicações, a presença da sílica é vantajosa; no entanto, em outras requerem um feldspato bastante puro e moído a produção de feldspato beneficiado é principalmente destinada à fabricação de porcelanato (Saller, 1999).

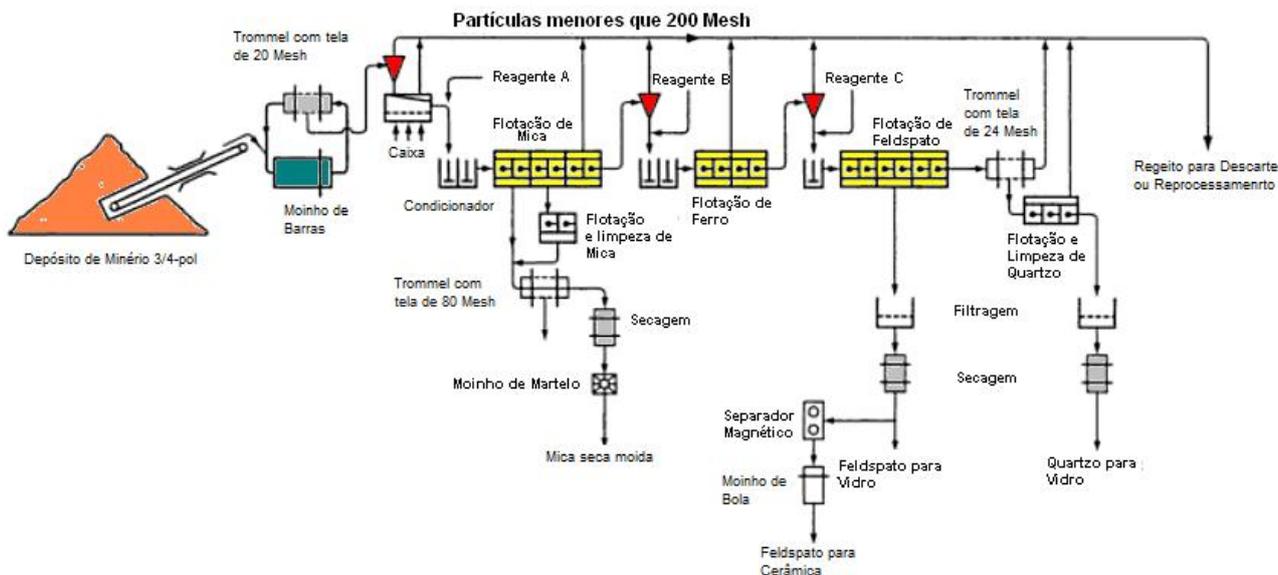
As operações de beneficiamento – britagem, moagem, flotação da mica e flotação do ferro – produzem uma mistura de feldspato e de quartzo com relativa pureza, que pode ser utilizada em diversos segmentos cerâmicos. Para ser vendida a segmentos mais exigentes, essa mistura, após ser filtrada e seca em fornos rotativos, passa por uma separação magnética de alta intensidade – para diminuir ainda mais os teores de ferro. Caso seja exigido um produto de maior pureza, o material, antes de ser filtrado e seco, passa por uma terceira flotação e, posteriormente, sofre as operações de filtragem, secagem e de separação magnética.

Segundo Bayraktar e Çakir (2002), na Turquia, na região de Cine-Milas, o *run of mine* é normalmente britado em dois estágios e peneirado abaixo de 10 mm. O minério albitico britado e peneirado, se não foi lavrado seletivamente e/ou processado posteriormente, é denominado de “Standard”. Além da britagem e peneiramento, foi implantada uma unidade industrial usando flotação e separação magnética, visando à produção de feldspato de melhor qualidade, destinado à fabricação de porcelanato. Para obter concentrados de albita com maior alvura, para a indústria cerâmica e de vidro, emprega-se a separação magnética para remover os minerais que contêm ferro, tais como biotita, granada e turmalina. Neste caso, vem sendo usado separador magnético a seco, de alto gradiente, usando separador de rolos. No caso da presença de minerais de rutilo, a sua remoção só é possível por flotação.

A unidade de beneficiamento da Ogleby Norton, em Kings Mountain, Carolina do Norte-EUA, beneficia um pegmatito alterado, através da remoção da moscovita, usando espiral de *Humphrey*. A seguir, é feita remoção dos minerais de ferro com sulfonato de petróleo como coletor e separação do feldspato e quartzo com amina (coletor), em pH ácido, regulado com HF. A Figura 9 apresenta o fluxograma para produção de feldspato a partir do alaskito (Luz et. al., 2001).

**Figura 9 – Fluxograma para produção de feldspato a partir do alaskito**





Fonte: Potter, 2006, modificado.

As técnicas de concentração empregadas nos pegmatitos da região Nordeste e norte de Minas Gerais são muito rudimentares e consistem apenas de uma catação manual, na frente de lavra, no próprio local de detonação primária (Luz et. al., 2003).

#### 4.7. ASPECTOS AMBIENTAIS

Um dos principais aspectos analisados durante a fase de pesquisa mineral é o impacto ambiental do provável empreendimento, no médio e longo prazo. Algumas empresas já tiveram que transferir os seus empreendimentos para outro local devido às novas exigências ambientais, em sua maioria originada de pressões locais dos moradores.

Na visão das empresas localizadas principalmente nas Regiões Sul e Sudeste, os aspectos ambientais e o papel desempenhado pelas partes envolvidas são as principais barreiras à entrada de novos empreendimentos e à ampliação dos existentes.

A Santa Suzana/Jundu paralisou uma operação de reciclagem de vidro no Estado de São Paulo, devido ao custo da disposição dos rejeitos, deslocou uma moagem de calcário devido à pressão da vizinhança. O Gruppo Minerali pretendia instalar o beneficiamento de feldspato no município de Jundiá – SP, mas, devido à legislação municipal, fruto da pressão da vizinhança, colocou as instalações de beneficiamento em Itupeva, um município próximo.

As práticas mais comuns utilizadas no controle das áreas impactadas pela mineração envolvem medidas de mitigação convencionais, a saber:

- restrição da remoção da vegetação ao mínimo necessário e, sempre que possível revegetação das áreas impactadas,
- instalação de sistema de drenagem das águas pluviais nas frentes de lavra e nos pátios de estocagem de forma a conduzi-las para tanques de decantação antes da liberação para o meio externo;
- para o controle de poeira, instalação de barreira vegetal nos entornos da cava e do pátio de estocagem, e aspersão de água sobre os acessos não-pavimentados situados no interior e no acesso ao empreendimento;

Dependendo da situação topográfica, as medidas usuais de recuperação de cavas de argila envolvem:

- preenchimento de cavas com materiais estéreis, e outros matérias disponíveis como resíduos de construção, terraplenagem para reafeiçoamento do relevo com a finalidade de atenuar o impacto visual, reduzir a possibilidade de erosões, permitindo a revegetação e, em certos casos, conversão das áreas para um novo uso.
- no caso de lagos remanescentes, estabilização de taludes marginais por meio de suavização dos cortes, seguido de revegetação.

No entanto, parcela importante das minerações ainda carece de práticas mais adequadas de controle e recuperação ambiental. Se as cavas individuais configuram degradações restritas, a aglomeração de empreendimentos em certas regiões tem provocado um impacto acumulativo considerável, sobressaindo, entre outros, processos de desmatamento, assoreamento de drenagem, formação de pequenos lagos, pilhas abandonadas de argila e de material estéril, e taludes expostos sujeitos à erosão. Em alguns APLs, a precariedade técnica e a ilegalidade das operações de lavra colocam em permanente risco a sustentabilidade da atividade mineral. Uma solução estruturante possível, e que, como visto, já está sendo colocada em prática em alguns APLs, é a implantação de uma unidade de beneficiamento comum. Essa forma de condução empresarial da atividade mineral permite a concentração do beneficiamento da produção de feldspato em poucos locais e contribui para uma produção otimizada (ganho de escala), propiciando o controle de qualidade dos produtos e facilitando o processo de legalização das minas.

O cálculo produtividade (t/homem/ano) pode ser efetuado, a partir dos dados oficiais do DNPM (2006): mão-de-obra – 287; e produção anual – 117.503 t. Deve-se considerar que essas informações correspondem às minerações de feldspato oficiais que representam apenas parte do universo dessa mineração, já que parcela significativa do segmento opera de maneira informal.

Com base nesses parâmetros obtém-se uma produtividade anual de 409,4 toneladas de feldspato/funcionário. Quando se comparam esses valores obtidos, a partir dos dados apurados pelo DNPM, com a realidade da mineração de feldspato, constata-se que há uma significativa defasagem do volume da produção que é subestimado, o que mascara a produtividade real dos empreendimentos.

Uma estimativa mais realista pode ser efetuada levando-se em conta padrões produtivos compatíveis à mineração efetivamente praticada. A Tabela 11 apresenta uma avaliação elaborada para faixas de produção abrangendo um empreendimento de mineração de pequeno a médio.

**Tabela 11**  
**Produtividade da Mineração de Feldspato**

<b>Tipo de Mineração</b>	<b>Escala de Produção Toneladas/Ano</b>	<b>Número de Funcionários</b>	<b>Produtividade Toneladas de Feldspato/Funcionário/Ano</b>
<b>Pequenas e Médias Mineração</b>	20.000 a 40.000	6*	5.000 a 10.000

(\*) 2 marleteiros, 2 auxiliares, 1 motorista – (caminhão/pá carregadeira) e 1 blaster /gerente.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as referências padrões assumidas, a produtividade aumenta substancialmente em relação aos valores depreendidos dos dados oficiais, e ganha maiores proporções com o aumento da escala de produção.

Para a estimativa do dispêndio de energia da mineração de feldspato, foram consideradas as operações referentes à extração do minério (escavação mecânica), transporte dentro da mina e estocagem, com o consumo, basicamente, de óleo diesel.

A Tabela 12 apresenta as principais referências de consumo energético e correspondentes emissões de CO<sub>2</sub> para produções em micro-escalas e para minas de pequeno e médio porte.

**Tabela 12**  
**Consumo energético e emissões de CO<sub>2</sub> na mineração de bentonita**

Tipo de Mineração	Escala de Produção t/ano	Equipamentos t/ano	Consumo Energético = Consumo Diesel				Emissões	
			litro/a no*	litro/t feldspato	kcal/t Feldspato	Tep/t Feldspato	kg de CO <sub>2</sub> /ano	kg de CO <sub>2</sub> /t Feldspato
Pequenas e médias Minerações	20.000 a 100.000	1 compressor, 1 pá-carregadeira, 1 caminhão,	23.000 a 48.000	0,4	3.655	0,00034	134.400 a 268.000	1,1

Fatores de conversão utilizados: 1 litro diesel = 9.143 kcal (Poder Calorífico Superior – PCS); 1 litro diesel = 0,0008585 Tep; 2,8 kg de emissões de CO<sub>2</sub> / litro de diesel.  
\*Obs. A estimativa de consumo de diesel considerou um valor médio de produtividade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na mineração de feldspato, não há emprego de água nas operações de lavra, que são baseadas em procedimentos de escavação a seco. O seu uso restringe-se às minerações mais estruturadas na umidificação das vias não-pavimentadas situadas no interior e nos acessos do empreendimento, para abatimento de partículas em suspensão (poeira). Um valor de referência para o consumo de água para aspersão nos acessos da mina situa-se na faixa de 36.000 m<sup>3</sup>/ano<sup>8</sup>, o que equivale a uma utilização de água da faixa de 0,75 a 0,37 m<sup>3</sup>/t pelas minerações.

#### 4.8. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MINÉRIO E DO SEU VALOR

A Tabela 13 fornece a evolução da produção brasileira, entre 2005 e 2007, bem como as quantidades e preços de exportação e importação. Pode-se verificar que o Brasil exporta a um preço muito mais baixo que importa, em 2006 este preço foi cerca de 11 vezes maior. Esta diferença deve-se porque o Brasil importa feldspato para usos muito específico e de alta pureza o que torna o seu valor alto. Deve-se observar que a quantidade importada no período foi inexpressiva, quando comparada com a exportada no mesmo período.

**Tabela 13**  
**Evolução da produção brasileira - 2005-2007**

	Discriminação	2005	2006	2007
Produção	Beneficiada (t)	196.419	166.418	182.168
	Bruta (t)	117.387	71.785	166.089
Importação	t	20	14	12
	US\$-FOB	48.000	12.000	28.000
Exportação	t	1.152	8.501	5.419
	US\$-FOB	121.000	1.751.000	1.489.000
Preços	Bruto (R\$/t-FOB)	21,82	86,87	122,36
	Beneficiada (R\$/t-FOB)	163,85	166,43	155,16
	Exportação (US\$/t-FOB)	105,13	205,98	274,77
	Importação (US\$/t-FOB)	786,61	2.400,00	857,14

Fonte: Sumário Mineral, 2008.

<sup>8</sup> Base de cálculo para o consumo de água: 10 mm/dia, 180 dias, área de cobertura – 40.000 m<sup>2</sup>.

#### 4.9. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DO PREÇO DE MERCADO

A Tabela 14 apresenta uma série histórica dos preços do feldspato bruto na boca da mina e beneficiado no Brasil, de 1990 a 2007.

Há uma grande variação nos minérios de feldspato disponíveis no mercado, em termos de qualidade e preços. Minérios com baixos teores de ferro, altos teores de álcalis e bom controle de qualidade servem a mercados específicos e constituem minoria.

**Tabela 14**  
**Evolução dos preços FOB de feldspato bruto ROM e beneficiado no mercado interno e os preços de exportação e importação (US\$/t).**

Ano	Bruto (corrente)	Bruto (constante, 2000)	Beneficiado (corrente)
90-93	45 a 62	59 a 75	n.d.
1994	52	60	n.d.
1995	50	56	n.d.
1996	41	45	n.d.
1997	71	76	n.d.
1998	69	73	n.d.
1999	12	12	n.d.
2000	17	17	n.d.
2001	16	n.d.	68
2002	8	n.d.	50
2003	17	n.d.	45
2004	19	n.d.	54
2005	9,5	n.d.	67
2006	40	n.d.	76
2007	11	n.d.	80

Fonte: Sumário Mineral (DNPM), 2000-2008.

A Tabela 15 apresenta os preços em 2003 e em março de 2009, de vários tipos de feldspato em alguns países do mundo. O preço se manteve praticamente constante de durante este período, com exceção do feldspato micronizado sul-africano que praticamente duplicou de preço.

**Tabela 15**  
**Preços Internacionais de Feldspato- 2003– 2009 (US\$/t)**

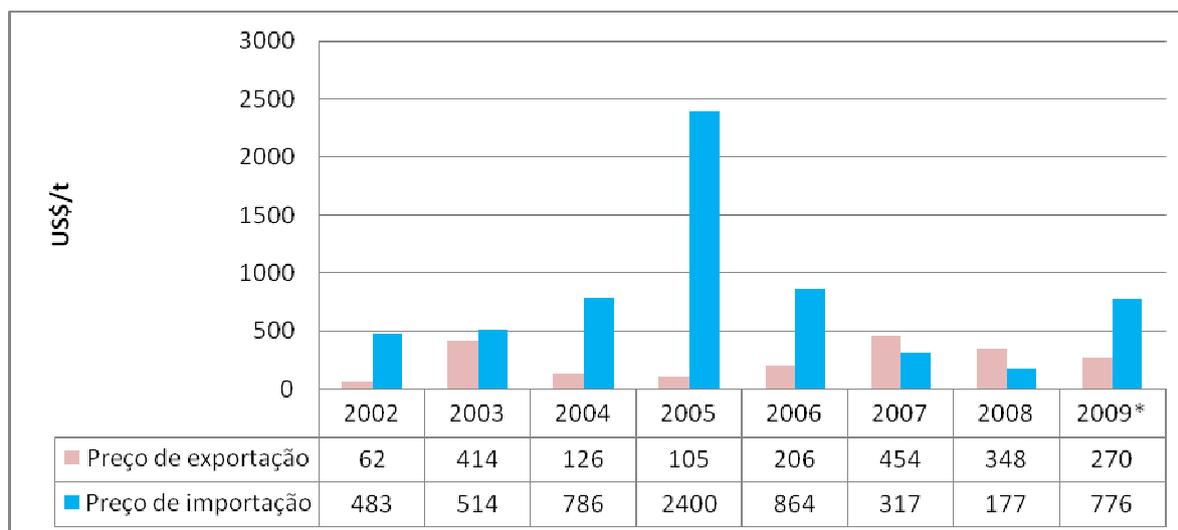
País/tipo de feldspato	Preço	
	2003	Março 2009
<b>África do Sul</b>		
(tipo cerâmico)	ND	112-165
feldspato moído (200 Mesh)	55-65	70
V= Micronizado	90-135	205
<b>Índia (feldspato K)</b>		
minério bruto (100-700 $\mu$ )	ND	25-27
Feldspato moído (<74 $\mu$ )	ND	70
<b>Turquia (feldspato Na)</b>		
1 cm <sup>3</sup>	11-40	22-23
feldspato moído (63 $\mu$ )	75-80	75-80
tipo vidro (500 $\mu$ )	ND	70

<b>Estados Unidos (tipo cerâmico)</b>		
170-200 Mesh (Na)	66-83	60-75/t curta
200 mesh (K)	138	125/t curta
<b>Estados Unidos (tipo vidro)</b>		
30 mesh (Na)	ND	40-52
80 mesh (K)	ND	85-90

Fonte: Adaptado de Crossley (2003) e Industrial Minerals, PriceWatch, (2009).

A figura 10 mostra a evolução dos preços de exportação e importação de feldspato no Brasil no período de 2002 a 2009. Note-se que em 2005 apresentou a maior diferença entre os preços de exportação e importação. O preço de importação é geralmente maior devido ao fato que as importações serem para usos muito específicos exigindo alta qualidade, o que acaba encarecendo este mineral.

**Figura 10 - Evolução dos Preços de Exportação e Importação, 2002-2009.**



Fonte: AliceWeb, 2009.

Obs: \* Média até o mês de junho.

Um dos substitutos do feldspato é a nefelina sienito, esta rocha possui alto teor de álcalis e alumina, porém geralmente tem elevado teor de ferro, o que muitas vezes impossibilita o seu uso nas indústrias de vidro e cerâmica a Tabela 16 demonstra o preço em 2009 dos preços praticados dos principais países produtores, Canadá e Noruega.

**Tabela 16**  
**Preços internacionais de nefelina sienito 2009.**

Países	Preços
<b>Noruega</b>	
Tipo cerâmico 0.5mm	£ 97*
Tipo vidro 45µ	£ 146*
<b>Canadá</b>	
Tipo cerâmico, 200 mesh	C\$ 85-90*

Tipo vidro, 30 mesh | C\$ 32\*

Fonte: Industrial Minerals, 2009.

\* £ - Libra Esterlina ; C\$ - Dólar Canadense

Nos últimos anos, a indústria mundial de feldspato vem apresentando uma concentração em um número reduzido de empresas, geralmente de grande porte e produzindo grandes quantidades de feldspato por ano. Vide Tabela 17.

As seis maiores empresas são: Gruppo Minerali (3,0 Mt/ano), produzindo principalmente na Itália (esta empresa já produz feldspato e nefelina sienito no Brasil.); Imerys (1,5 Mt/ano), principalmente na França; Esan Eczacibasi Industrial Raw Minerals (1,2 Mt/ano) na Turquia, Cine Akmaden (1,4 Mt/ano) na Turquia, Kaltun (1,4Mt/ano) na Turquia<sup>9</sup> e Unimin/Sibelco (1,0 Mt/ano). Juntas estas empresas produzem cerca de 10,0 Mt/ano, aproximadamente 50% da produção mundial, que 2007 atingiu cerca de 22 Mt. (Roskill, 2008).

Em 2006, a indústria de cerâmica mundial consumiu aproximadamente 14,6 Mt de feldspato e de nefelina sienito, ou seja, 68% do consumo mundial total. Os principais países produtores revestimento cerâmicos são: China, Espanha, Brasil, Itália e Índia. A produção revestimento cerâmico, nestes países, tem sido o principal direcionador do crescimento da demanda nas últimas décadas, devendo permanecer como o principal fator de crescimento futuro da indústria de feldspato no mundo. (Roskill, 2008).

O cenário mundial da demanda de feldspato e mineral substitutos indica um crescimento de 5,5% a.a, ou seja, atingirá 29,5 Mt em 2012, com um maior crescimento concentrado na Ásia e América Latina, onde se destaca o Brasil.

Historicamente, nos Estados Unidos os preços de feldspato têm uma alta correlação com Índice de Preço ao Consumidor. Este fato deve-se a abundancia e a ampla distribuição de minerais feldspático, associada ao baixo poder dos produtores individuais exercerem o poder de aumentar os preços de modo discricionário. Os preços são, portanto, quase simplesmente a soma dos fatores de produção mais um modesto lucro. Segundo Roskill, (2008), este fato deve ser bastante similar em outros países.

Segundo o Sumário Mineral (2008) em 2007 as exportações brasileiras de feldspato totalizaram 5.419t, quantidade 36% menor do que a observada em 2006 (8.501t). Os principais países importadores foram: Itália (71%) e Argentina (18%) conforme visto na Figura 11.

**Tabela 17**  
**Produção das maiores empresas mundiais em ordem decrescente.**

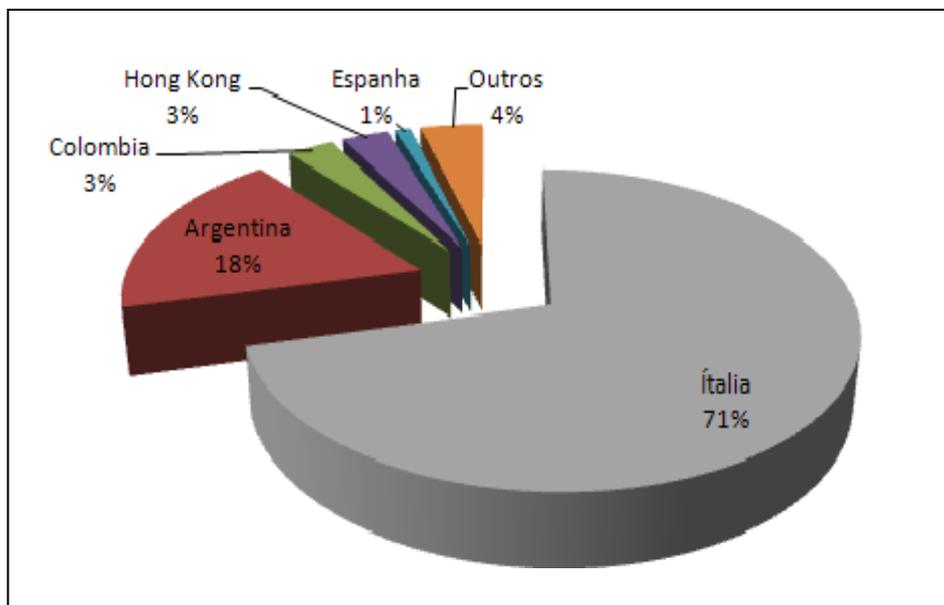
<b>Empresa</b>	<b>País-sede</b>	<b>Capacidade (t)</b>	<b>Notas</b>
Gruppo Minerali Maffei SpA	Itália	1,9 M	
Kaltun Mining Co.	Turquia	1,7 M	
Esan Eczacibasi Industrial Raw Minerals	Turquia	1,4M	Parte do Eczacibasi Group
Imerys AS	França	1,34M	Aumento de capacidade de 500.000 t/ano previsto em 2009
Cine Akmaden Madencilik Ticaret SA	Turquia	1,2M	

<sup>9</sup> As três empresas da Turquia citadas exportaram, em 2006, 3,3 Mt.

Asia Mineral Processing Co. Ltd	Tailândia	500.000	
Ermad Madencilik San ve Tic AS	Turquia	450.000	
JSC Vishnevogorsk GOK	Rússia	450.000	
Kalemadencilik Endustriyel Hammaddeler San ve Tic AS	Turquia	420.000	
Yavuzlar Mandencilik San ve Tic AS	Turquia	410.000	
Strzeblowskie Kopalnie Surowców Mineralnych Ltd	Polônia	400.000	
Grupo Materias Primas de Mexico	Estados Unidos	325.000	Operando no México, como parte da Unimin
Matel Hammadde San ve Tic AS	Turquia	305.000	
Gurbuz Madencilik San ve Tic AS	Turquia	300.000	
Industrias del Cuarzo SA	Espanha	250.000	Parte do Saint-Gobain Group
Gimpex Ltd	Índia	230.000	
Silana Mineraria Srl	Itália	220.000	80% pertence à Maffei SpA
Arcillas y Feldspatos Rio Piron AS	Espanha	200.000	
Wanpu Industrial Products Co. Ltd	China	200.000	
Lasselsberger AS	República Tcheca	200.000	
KMK Granit	República Tcheca	150.000-200.000	
Felmica Minerais Industriais SA	Portugal	200.000	
JSC Malyshevskoe Rudoupravlenie	Rússia	200.000	
Kittikorn Group Co. Ltd	Tailândia	200.000	
Toprak Madencilik Tic ve San AS	Turquia	200.000	

Fonte: Wan, 2008.

**Figura 11 – Países importadores de feldspato do Brasil**

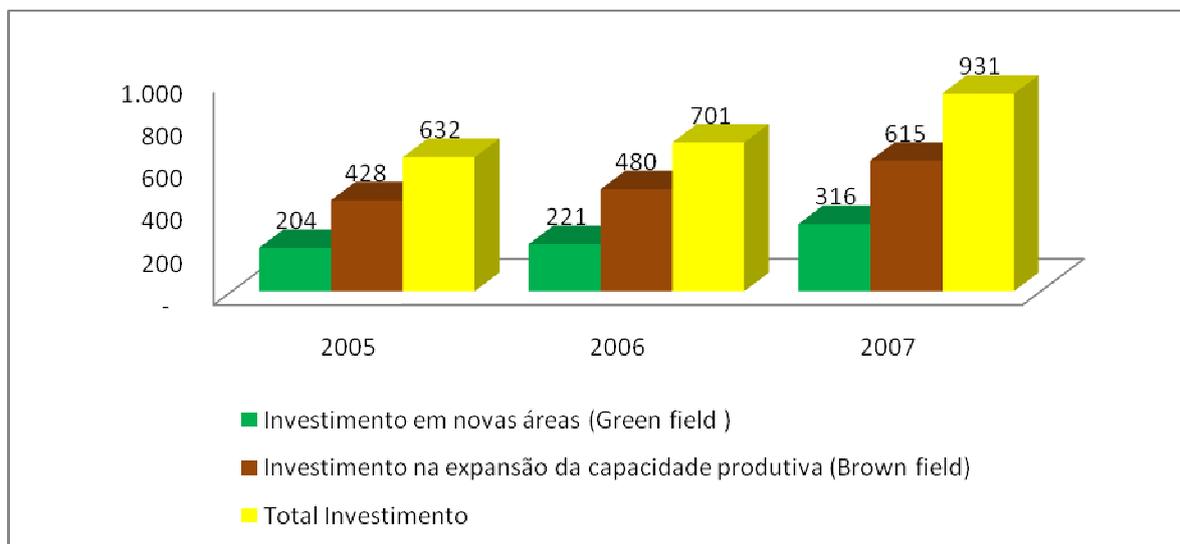


Fonte: Sumário Mineral, 2008.

#### 4.10. INVESTIMENTOS NA MINERAÇÃO DE FELDSPATO

A Figura 12 compara a expansão da capacidade produtiva das minas atuais (*brownfield*) e em novos investimentos (*greenfield*), e o total de investimento. A capacidade *greenfield* no período 2005-2007 foi o dobro da capacidade *brownfield*. O total de investimento passou de 600 mil dólares em 2005, para 900 mil em 2007.

**Figura 12- Investimento em exploração mineral de feldspato no Brasil 2005- 2007.**



Fonte: DIPEM/DNPM, 2009.

\* Valores em 1000 US\$

As projeções de investimentos utilizam como bases os dados do Sumário Mineral 2008, estimando um crescimento de 4,5% a.a., considerando o cenário vigoroso, em relação ao ano base de 2007, conforme Tabela 18.

**Tabela 18**

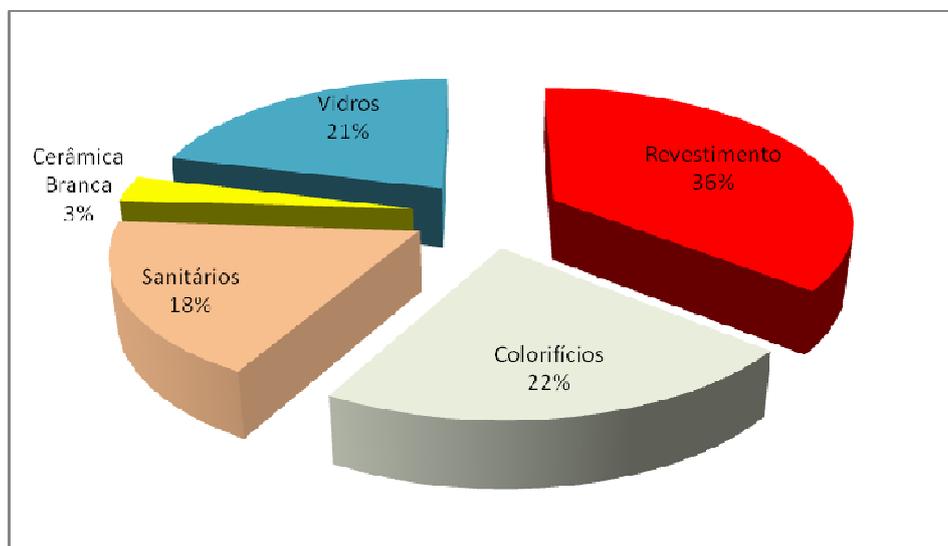
### Projeção estimada em investimento- 2010-2030

Anos	Valor
2010	1.052.000
2015	1.280.000
2020	1.558.000
2025	1.895.000
2030	2.306.000

## 5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE FELDSPATO

Os principais usos de feldspato são nas indústrias de cerâmica<sup>10</sup>, vidro e coloríficos, que juntas consomem mais de 90% de todo mineral produzido. A Figura 13 apresenta o consumo de feldspato no Brasil, em 2006, por segmento consumidor.

Figura 13 – Consumo de Feldspato no Brasil em 2006.



Fonte: Coelho e Cabral Jr, 2007.

Na indústria cerâmica o feldspato atua como fundente (diminuindo a temperatura de fusão), além de fornecer SiO<sub>2</sub> (sílica). Na fabricação de vidros o feldspato é utilizado como fundente e fonte de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), álcalis (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O) e sílica (SiO<sub>2</sub>). O feldspato é também usado como carga mineral nas indústrias de tintas, plásticos, borrachas e abrasivos leves, e como insumo na indústria de eletrodos para soldas. O feldspato é utilizado em grande porcentagem na porcelana dentária e no porcelanato, mas também é usado na fabricação de vidro e outras peças de cerâmica, a

<sup>10</sup> Em 2006, a indústria de cerâmica mundial consumiu aproximadamente 14,6 Mt de feldspato e de nefelina sienito, ou seja, 68% do consumo mundial. (Roskill, 2008).

Tabela 19 indica a participação em percentual do feldspato em cada uma de suas principais utilidades.

**Tabela 19**  
**Coefficiente técnico de utilização de feldspato por produto**

Produto	Participação (%)
Azulejos	0-11
Vasilhame de vidro	8
Louça sanitária	10
Louça de mesa	17-20
Fibra de vidro	18
Porcelanato	55-60
Porcelana dental	60-80

Fonte: Potter, 2006.

**Cerâmica** – Segundo esses mesmos autores, na indústria cerâmica a quantidade de feldspato utilizada varia com o tipo de produto. A porcelana de mesa pode conter entre 17 e 20% de feldspato, cerâmica de piso entre 55 e 60%, revestimento de parede de zero a 11%, porcelana elétrica entre 25 e 35%.

O feldspato usado na indústria de cerâmica (revestimento de piso e parede, louça sanitária, porcelana elétrica, fritas, vidrado, e esmalte), como fluxante, tem a função de formar uma fase vítrea no corpo, promovendo uma vitrificação e transluzimento. Os feldspatos são usados no vidrado vitrificado, como fonte de álcalis e alumínio. Tanto para vidro quanto cerâmica, o feldspato contribui como fonte de SiO<sub>2</sub> (Harben, 1995).

A formulação de qualquer cerâmica tradicional é constituída de dois elementos principais: o material plástico, constituído de caulim e outras argilas, e o material não plástico, sílica, feldspato, dentre outros. O constituinte plástico permite que o corpo cerâmico seja moldado, enquanto os constituintes não plásticos permitem ao corpo cerâmico sua forma, após a queima (Mottet, 2000).

Segundo esse mesmo autor, na indústria cerâmica o feldspato é representado por dois minerais: albita (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), feldspato sódico e ortoclásio ou microclínio, feldspato potássico. A anortita, feldspato cálcico, é raramente usado, pois se trata de um mineral muito refratário. Na indústria cerâmica, os feldspatos sódicos e potássicos apresentam comportamento diferente, durante a queima. Os feldspatos sódicos são caracterizados por apresentar baixo ponto de fusão (em torno de 1.170°C) e por uma fusão abrupta, bem como retração (shrinkage) e fusibilidade dependentes da temperatura. A massa fundida do feldspato sódico tem viscosidade mais baixa. Por isto, na indústria cerâmica o feldspato sódico é mais propenso à formação de peças empenadas ou deformadas. Os limites térmicos para trabalhar são mais estreitos. Por outro lado, os feldspatos potássicos têm um ponto de fusão mais elevado (cerca de 1500°C) e seu comportamento cerâmico se dá de forma mais progressiva. A massa fundida proveniente do feldspato potássico apresenta maior viscosidade e dessa forma os limites térmicos de trabalho são relativamente mais amplos.

O Brasil é o 2º produtor mundial de cerâmica de revestimento, tendo produzindo, em 2008, cerca de 713 milhões de m<sup>2</sup> (Tabela 20) perdendo apenas para China (ANFACER, 2009).

**Tabela 20**  
**Principais Produtores Mundiais de Cerâmica de Revestimento**

Países	Produção em milhões de m <sup>2</sup> /ano			
	2005	2006	2007	2008
China	2500	3000	3200	3360 <sup>1</sup>
Brasil	568	594	637	713,4

Itália	570	596	563	527 <sup>1</sup>
Espanha	609	608	584	495,2 <sup>1</sup>
Índia	298	340	385	404 <sup>1</sup>

Fonte: ANFACER, 2009.

Nota: <sup>1</sup>Estimativa (considerando a produção somente no território nacional).

O constante crescimento da indústria cerâmica de revestimento vem influenciado positivamente para um maior desenvolvimento da indústria de feldspato no Brasil.

**Vidro** – na fabricação do vidro, o feldspato é usado como fonte de  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$  e/ou  $K_2O$ , e  $SiO_2$ . Segundo Maia (2003), no processo de fabricação do vidro, há uma classificação para os óxidos utilizados que diz respeito à função desses, no processo de produção do vidro e no seu uso :

- vidro-formadores (formadores da rede);
- estabilizadores;
- fundentes ou fluxos e
- acessórios.

Vidro-formadores são compostos cujos átomos formam arranjos tetraédricos gerando cadeias que podem se dispor de forma aleatória, formando o vidro. Os fluxos ou fundentes têm a função de baixar a temperatura de fusão das matérias primas resultantes da blendagem, no processo de produção do vidro. Os fundentes são constituídos de óxidos que reagem no processo de obtenção do vidro, em temperaturas relativamente baixas e estabilizadores são óxidos que conferem, ao vidro, um elevado grau de resistência química (Maia, 2003).

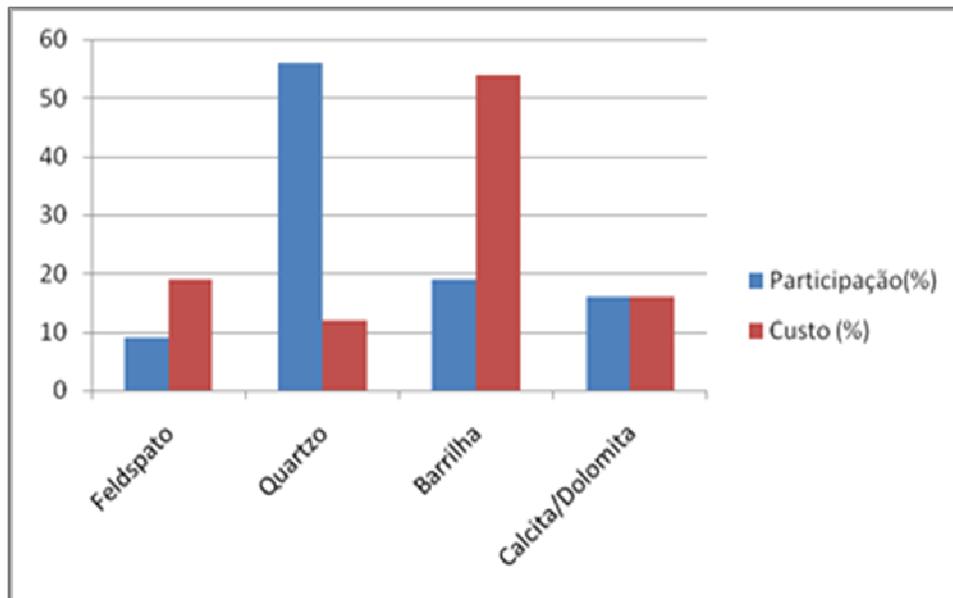
Num vidro alcalino constituído de  $SiO_2$ ,  $Na_2O$  e  $CaO$ , o dióxido de silício é o vidro-formador, o  $Na_2O$  o fundente e o  $CaO$  o estabilizador. Há outros vidros em que os óxidos vidro-formadores são compostos do tipo óxido de germânio ( $GeO_2$ ), ou óxido bórico ( $B_2O_3$ ) ou pentóxido de fósforo ( $P_2O_5$ ) (Maia, 2003).

Os álcalis ( $K_2O$ ,  $Na_2O$ ) contidos no feldspato substituem, parcialmente, o carbonato de sódio e têm a função de fundente. A alumina ajuda a trabalhabilidade do vidro fundido, aumenta a resistência do vidro à corrosão química, aumenta a sua dureza e durabilidade e inibe a desvitrificação (Harben, 1995).

Os óxidos acessórios são utilizados na fabricação do vidro em pequenas quantidades e com funções específicas. Por exemplo: alguns óxidos de metais (óxidos de ferro, de cromo, de feldspato etc.) são usados como corantes, para conferir ao vidro uma cor desejada.

O feldspato é responsável por 19% dos custos da produção de vidro, e por cerca de 9% da participação no total de minerais usados (Figura 14).

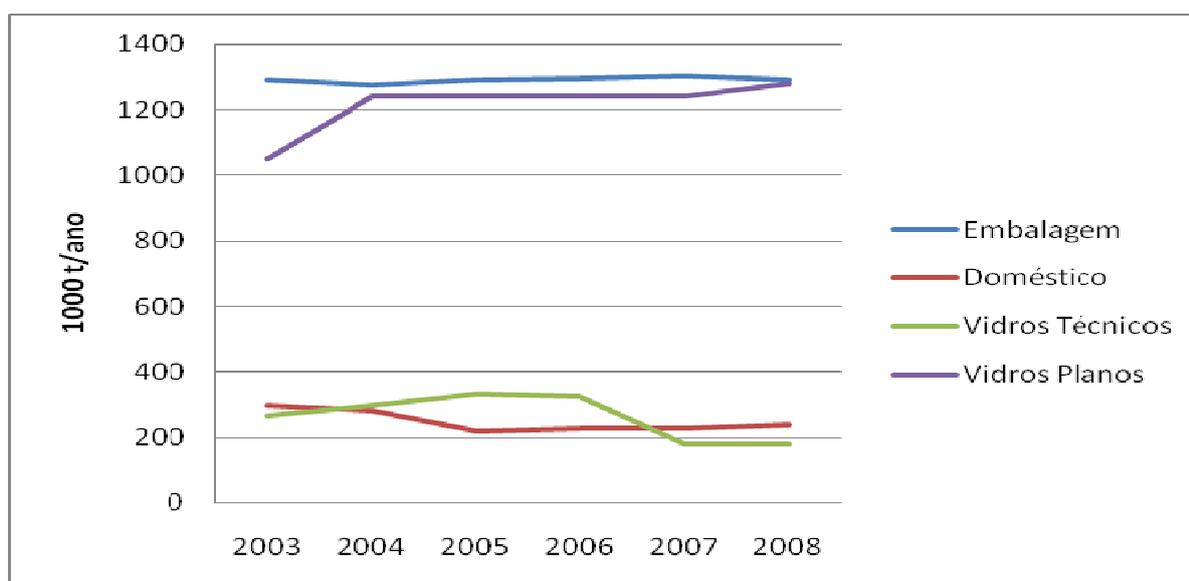
**Figura 14 – Participação de Insumos na Produção de Vidro**



Fonte: Ruth & Dell'Anno, (1997) modificado.

Ao contrário da indústria cerâmica, a indústria de vidro não vem se expandindo. No caso da embalagem, esta estagnação deve-se ao crescimento de seus substitutos (*Pet*, latas de alumínio, dentre outros). A Figura 15 fornece os dados da capacidade instalada da produção de vidro, no período 2003-2008.

**Figura 15 - Capacidade Instalada do Setor de Vidro no Brasil (mil t/ano)**



Segmento	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Embalagem	1293	1277	1292	1297	1303	1292
Vidros Planos	1050	1240	1240	1240	1240	1280
Doméstico	296	283	220	228	229	240
Vidros Técnicos	265	297	332	325	182	182
Total	2904	3097	3084	3090	2954	2994

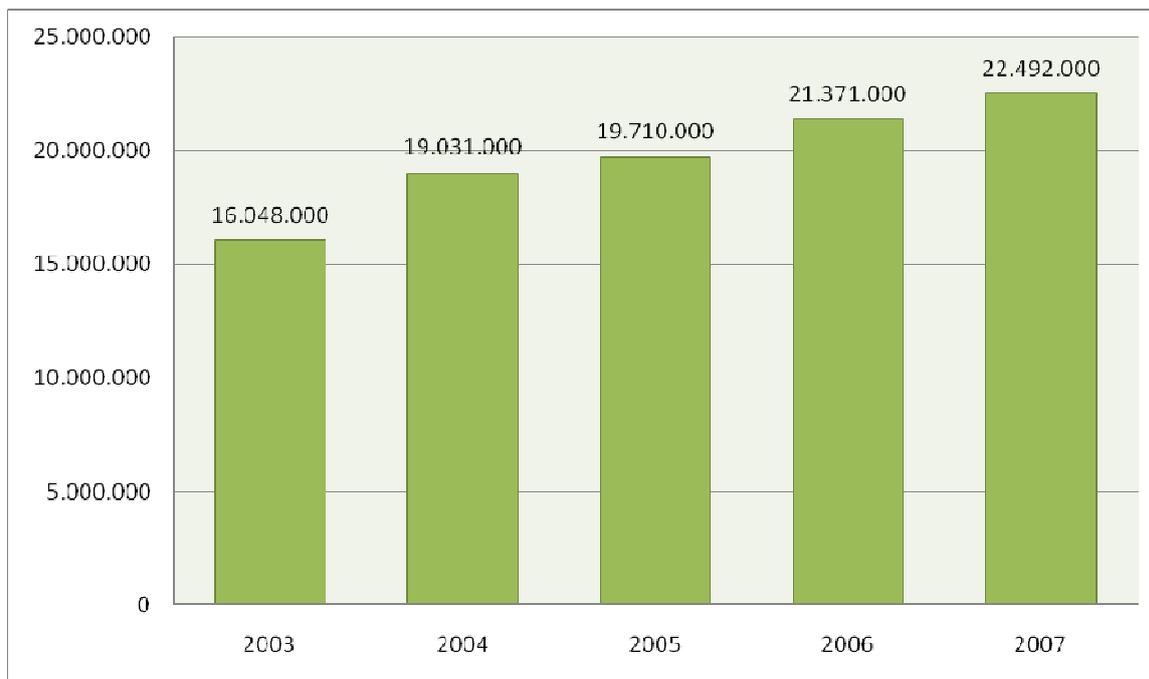
Fonte: ABIVIDRO, 2009.

## 6. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DE MINÉRIO DE FELDSPATO

### 6.1. CONSUMO ATUAL DE FELDSPATO

As indústrias de cerâmica e vidro são os principais consumidores de feldspato. O consumo de feldspato na indústria de vidro vem diminuindo devido ao uso de produtos substitutos e ao aumento da reciclagem.

O crescimento do setor de revestimentos cerâmicos, principalmente o de porcelanatos, é responsável pelo aumento significativo do consumo de feldspato no mundo. O consumo aumentou de 16.048.000 t, em 2003, para 22.492.000t em 2007, isto é cerca de 40%, em cinco anos, conforme a Figura 16.



Ano	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo (t)	16.048.000	19.031.000	19.710.000	21.371.000	22.492.000

Figura 16- Produção e Consumo Mundial de Feldspato- 2003-2007.

Fonte: British Geological Suvey, 2009.

No Brasil os dados sobre consumo são muito imprecisos, por isso fica difícil fazer avaliações sobre um aumento de consumo repentino como mostra a Tabela 21.

Percebe-se que nos anos de 1980-1981 ocorre um aumento repentino, o consumo passa de 30 mil t para 130 mil t, e novamente entre 1994-1995 ocorre um novo aumento, este são os maiores índices do consumo brasileiro no período (1978-2007) com mais de 200 mil t/ano (Figura 17), em 2007 foram consumidas oficialmente apenas 160 mil t. Porém estima-se que este consumo tenha ultrapassado as 600 mil t, segundo estimativa da ANFACER o consumo de feldspato em 2008 somente na indústria de revestimento cerâmico ultrapassou as 700 mil t.

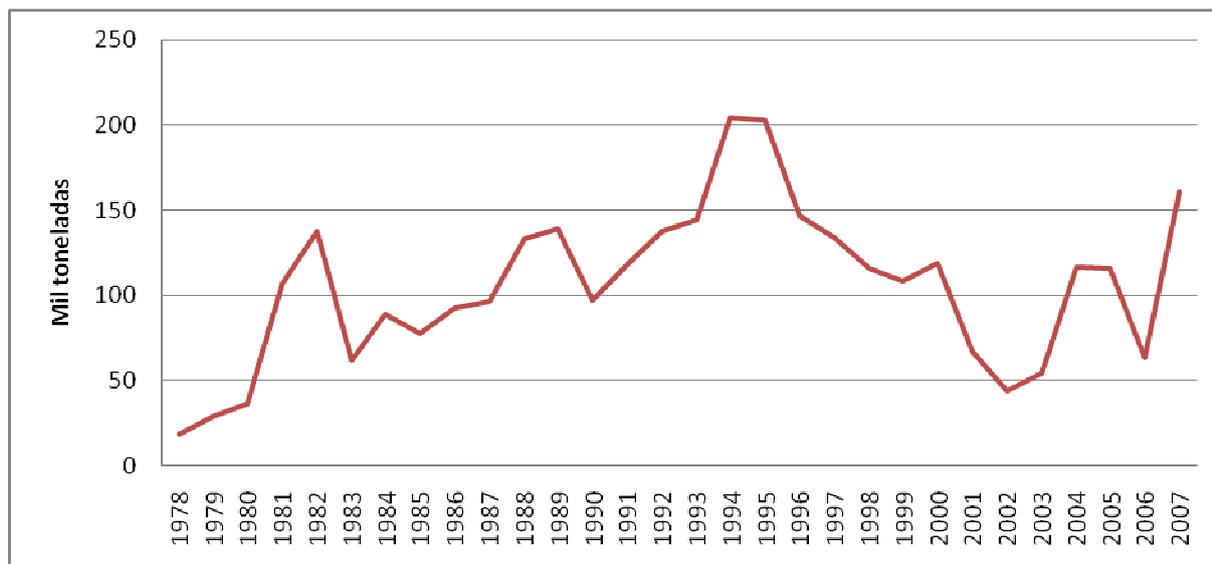
**Tabela 21**  
**Consumo de feldspato beneficiado no Brasil de 1978 - 2007**

Ano	Consumo Aparente de Feldspato Beneficiado (t)
1978	18.107
1979	29.215
1980	36.532
1981	106.799
1982	137.404
1983	62.000
1984	89.000
1985	77.931
1986	92.916
1987	96.329
1988	133.132
1989	138.958
1990	97.443
1991	118.045

1992	137.894
1993	144.690
1994	204.019
1995	203.000
1996	146.396
1997	133.636
1998	116.156
1999	108.589
2000	119.201
2001	67.079
2002	44.107
2003	54.353
2004	116.307
2005	116.256
2006	63.298
2007	160.682

Fonte: MineralData, 2009.

**Figura 17 – Evolução do Consumo Aparente de Feldspato – 1978-2007**



Fonte: MineralData, 2009.

Os dados de consumo obtidos a partir da produção oficial de feldspato são bastantes imprecisos, pois não inclui a produção garimpeira, estimada em 30% da oficial (Bezerra et. al., 1994). Aproximadamente 86% do total produzido no Brasil é proveniente desse tipo de lavra rudimentar, onde são lavrados vários minerais, como gemas, quartzo, berílio, minerais metálicos, entre outros, e só posteriormente é feita a cata do feldspato, no rejeito, fazendo com que parte dessa produção deixe de ser registrada no DNPM. A Tabela 22 apresenta as quantidades consumidas de filito, rochas feldspáticas e feldspato na indústria de revestimento cerâmico em 2008. Verifica-se que somente de feldspato foi estimado um consumo de quase 800.000 t, enquanto o consumo aparente de feldspato, calculado pelo DNPM em 2007, foi de cerca de 160.000 t.

**Tabela 22**

**Consumo de fundentes na indústria de revestimentos cerâmicos – ano base 2008.**

Substância Mineral	Processo			Total 1000 x toneladas
		Massa Via Seca	Massa Via Úmida	
Filito	%	-	30	15
	1000 x toneladas	-	999	130
Rochas Feldspáticas e Feldspato*	%	-	15	30
	1000 x toneladas	-	499	260
Total	1000 x toneladas	-	1498	390

Fonte: IPT (2007) e Anfacer (2009).

## 6.2. PROJEÇÕES DO CONSUMO 2010-2030

### 6.1.1. Cenários adotados

Para a projeção do consumo, foram considerados os três cenários apresentados a seguir Tabela 23, feito com base na projeção da economia brasileira no horizonte 2010 a 2030:

**Tabela 23 – Cenários**

Cenário	Denominação	Caracterização
1	Frágil	Instabilidade e Retrocesso
2	Vigoroso	Estabilidade e Reformas
3	Inovador	Estabilidade, reformas e inovação

O **Cenário 1** considera uma possível reversão dos atuais condicionamentos sócio-políticos e a desestabilização do atual contexto fiscal e monetário. Consequentemente, 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. De acordo com as projeções realizadas, o Cenário 1 prevê o crescimento do PIB à taxa de 2,3% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda per capita de US\$ 11,9 mil, em 2030.

O **Cenário 2** pressupõe a manutenção e o aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas político-institucionais, especialmente nos campos 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). De acordo com as projeções realizadas, o Cenário 2 prevê o crescimento do PIB à taxa de 4,6% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda per capita de US\$ 18,9 mil, em 2030.

O **Cenário 3** 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. De acordo com as projeções realizadas, o Cenário 3 prevê o crescimento do PIB à taxa de 6,9% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda per capita de US\$ 29,2 mil, em 2030.

A Tabela 24 fornece dados para o futuro da economia brasileira com base nesses cenários.

**Tabela 24**  
**Cenários para o futuro da economia brasileira**

Indicadores Econômicos	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
	Frágil	Vigoroso	Inovador
	Instabilidade e Retrocesso	Estabilidade e Reformas	Estabilidade, Reformas e Inovação
PIB – Produto Interno Bruto (% a.a.)	2,3	4,6	6,9
- Período 2010 a 2015	2,8	4,0	5,0
- Período 2015 a 2020	2,5	4,5	6,5
- Período 2020 a 2030	2,0	5,0	8,0

### 6.3. PROJEÇÃO DO CONSUMO DE FELDSPATO

A Tabela 25 apresenta a projeção do consumo aparente brasileiro de feldspato no período 2010-2030, utilizando os três cenários. No cenário inovador a produção em 2030 tende a aumentar quase quatro vezes em relação a 2010.

Tentou-se utilizar a base de dados do DNPM objetivando realizar as previsões da demanda de feldspato nos cenários futuros com técnicas de regressão. Porém existe uma limitação séria da base de dados que mesmo excluindo observações o resultado não melhora e ainda piora as estatísticas.

Deste optou-se pelo cálculo do consumo pelo crescimento do PIB. Contudo, acredita-se o consumo tende a aumentar, de maneira constante, maior que o aumento do PIB, já que o grande setor consumidor, a indústria cerâmica, em especial os porcelanatos, apresenta perspectivas de crescimento, para os próximos 20 anos, de maneira contínua e consistente face ao crescente crescimento da construção civil.

Vale ressaltar que o consumo real em 2008, de acordo com a Tabela 22 relativa ao consumo de fundentes na indústria de revestimentos cerâmicos, foi 759.000 t de feldspato e rochas feldspáticas, não levando em consideração os outros setores consumidores, vidro e coloríficos, entre outros.

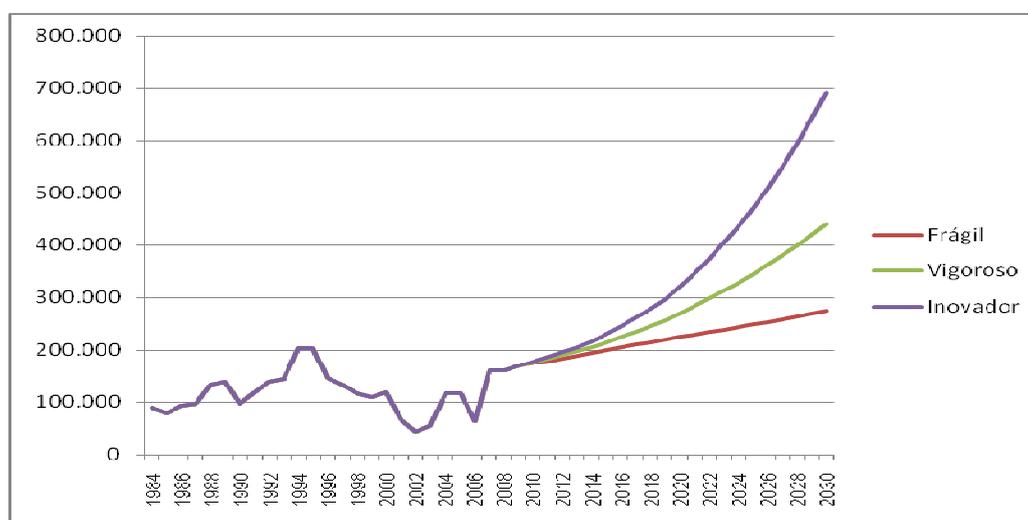
A Figura 18 compara os 3 cenários.

**Tabela 25**  
**Feldspato – Projeção do Consumo Aparente 2008-2030 (t)**

Anos	Cenário 1- Frágil	Cenário 2- Vigoroso	Cenário 3- Inovador
2008	160.682	160.682	160.682
2009	169.520	169.520	169.520
2010	174.266	176.300	177.995
2011	179.146	183.352	186.895
2012	184.162	190.686	196.240
2013	189.318	198.314	206.052
2014	194.619	206.246	216.355
2015	200.068	215.527	230.418
2016	205.070	225.226	245.395
2017	210.197	235.361	261.345

2018	215.452	245.953	278.333
2019	220.838	257.021	296.425
2020	225.255	269.872	320.139
2021	229.760	283.365	345.750
2022	234.355	297.533	373.410
2023	239.042	312.410	403.282
2024	243.823	328.031	435.545
2025	248.699	344.432	470.389
2026	253.673	361.654	508.020
2027	258.747	379.736	548.661
2028	263.922	398.723	592.554
2029	269.200	418.659	639.958
2030	274.584	439.592	691.155

**Figura 18- Projeções 2010/2030 nos três cenários: Frágil, Moderado e Inovador**



## 7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO E DAS RESERVAS DE MINÉRIO DE FELDSPATO

### 7.1. PRODUÇÃO DE MINÉRIO DE FELDSPATO

#### 7.1.1. Panorama mundial

A produção mundial de feldspato é da ordem de 22.492.000 t, sendo a Turquia, Itália e China os maiores produtores, com um pouco mais de 57% da produção mundial (BGS, 2008. Vide a Tabela 26). Roskill (2008), estimou a produção total de feldspato e associados, como aplito, fonolito e China Stone<sup>11</sup>, em 2006, em cerca de 20Mt, mais 1,4Mt de nefelina sienito<sup>12</sup>, usado como substituto de feldspato.

A Turquia é o maior produtor mundial de feldspato, com a maioria de suas minas situadas no sudeste do país na região denominada “Triângulo do Feldspato”. Grande parte desta produção é exportada para as principais produtoras de cerâmica européias, situadas na Itália e Espanha. (Wan, 2009).

Em 2007, a produção oficial brasileira foi da ordem de 182.168 t, sendo considerada somente a produção regular, representando 0,81% da produção mundial.

<sup>11</sup> *China Stone* é um granito parcialmente decomposto e com ausência de minerais de ferro, sendo encontrado na região de *Cornwall* no Reino Unido. Está sendo explotado na produção de feldspato.

<sup>12</sup> Cerca de 1 Mt/ano de nefelina sienito é produzida adicionalmente para produção de alumina e como agregado para construção civil. (Roskill, 2008).

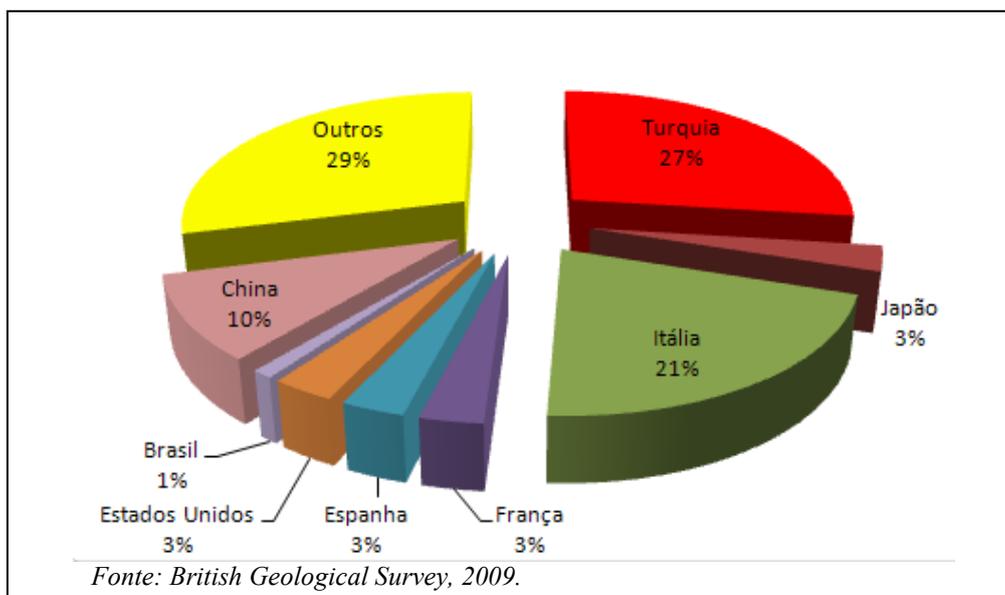
**Tabela 26**  
**Produção Mundial de Feldspato**

Discriminação	Produção (t)				
	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Países</b>					
<b>Brasil</b>	102.077	280.293	196.419	166.418	182.168
<b>China</b>	*2.000.000	2.300.000	2.300.000	*2.300.000	*2.300.000
<b>Estados Unidos</b>	800.000	770.000	750.000	760.000	*760.000
<b>Espanha</b>	563.580	552.507	650.061	696.912	700.000
<b>França</b>	654.000	628.000	651.000	*650.000	*650.000
<b>Itália</b>	2.343.722	3.251.264	3.334.848	4.019.495	4.726.900
<b>Japão</b>	1.006.093	*889.000	*800.000	*800.000	*750.000
<b>Malásia</b>	42.662	79.220	117.180	142.358	358.585
<b>México</b>	346.315	364.166	373.411	459.209	438.696
<b>Polónia</b>	276.264	373.459	426.914	457.600	*388.500
<b>República Tcheca</b>	421.000	488.000	472.000	487.000	514.000
<b>República da Coreia</b>	477.012	541.788	508.644	427.378	398.513
<b>Tailândia</b>	824.990	1.001.053	1.149.17	1.067.684	684.668
<b>Turquia</b>	3.250.000	4.600.000	4.750.000	5.500.000	6.000.000
<b>Outros</b>	5.284.007	2.912.250	3.229.806	3.436.946	3.639.970
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	16.048.000	19.031.000	19.710.000	21.371.000	22.492.000

Fonte: British Geological Survey, 2008.

A Figura 19 apresenta os principais produtores mundiais, onde se verifica que, em 2007, a Turquia e Itália foram responsáveis por 48% da produção total. A Espanha, que tem indústrias de vidro e de cerâmica de tamanhos semelhantes ao do Brasil, foi responsável por 3% da produção, enquanto que o Brasil oficialmente participou com cerca de 1%.

**Figura 19 – Principais Países Produtores de Feldspato 2007.**



### 7.1.2. Evolução da produção brasileira a partir de 1970

Os dados relativos à produção brasileira de feldspato são muito imprecisos. Estes números são estimados a partir de índices de consumo, que também são estimados através de coeficientes técnicos de produção das indústrias consumidoras. Esta produção gira em torno de 85% (estimado) do total e é vendida a preços irrisórios, não sendo registrada pelo DNPM.

A Tabela 27 mostra a evolução da produção brasileira de feldspato bruto e beneficiado de 1971-2007. Observa-se um padrão em ziguezague. Em 1979 tem-se um grande salto na produção bruta de feldspato que aumenta cerca de 400% passando de 82 mil t para 334 mil t, como consequência tem-se também um grande aumento do valor da produção total e bruta comercializada, neste mesmo ano a produção beneficiada manteve-se praticamente constante. No período entre 1992-1996 tem-se um grande aumento da produção beneficiada esta aumento de cerca 500% passando de 30 mil t para 150 mil t em média, a produção bruta teve um crescimento no período de aproximadamente 60 %. Nesta década este padrão em ziguezague é mais característico, destacam-se os anos de 2003 e 2007 com altas produções brutas e beneficiadas, enquanto os anos de 2002 e 2004 foram os com mais baixas produções tanto bruta como beneficiada ficando sempre abaixo das 100 mil t ano (Figuras 20 e 21).

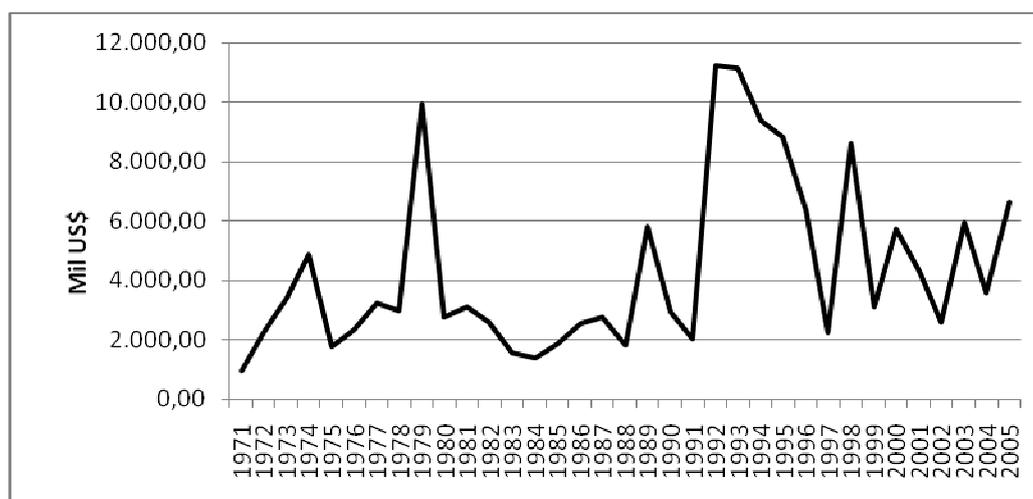
**Tabela 27**  
**Evolução da Produção de Feldspato no Brasil – 1971-2007**

<b>Ano</b>	<b>Feldspato - Produção Mineral Total Comercializad a (US\$)</b>	<b>Feldspato - Produção Mineral Bruta Comercializa da (t)</b>	<b>Feldspato - Produção Mineral Beneficiada Comercializad a (t)</b>	<b>Feldspato - Produção Mineral Bruta Comercializad a (US\$)</b>	<b>Feldspato - Produção Mineral Beneficiada Comercializad a (US\$)</b>
1971	950.475,52	43.889	—	950.475,52	
1972	2.224.796,81	45.767	18.109	1.174.672,65	1.050.124,16
1973	3.405.402,56	56.640	32.614	1.739.102,11	1.666.300,45
1974	4.848.829,35	59.390	25.749	2.622.086,13	2.226.743,22
1975	1.771.355,85	36.424	29.952	675.811,49	1.095.544,36
1976	2.335.737,94	52.861	31.273	977.030,64	1.358.707,30
1977	3.213.013,08	63.210	32.977	1.398.445,56	1.814.567,52
1978	2.984.412,73	82.992	20.678	2.014.764,77	969.647,96
1979	9.946.338,73	334.172	29.210	8.305.491,91	1.640.846,82
1980	2.770.457,83	82.682	40.581	1.706.137,61	1.064.320,22
1981	3.119.944,49	76.574	41.821	1.889.890,61	1.230.053,88
1982	2.594.186,87	65.904	66.256	1.480.763,35	1.113.423,52
1983	1.547.307,65	51.781	60.056	828.605,77	718.701,88
1984	1.370.052,63	81.636	14.064	1.241.371,19	128.681,45
1985	1.877.315,57	98.235	13.208	1.741.561,28	135.754,29
1986	2.532.239,07	101.354	19.912	2.252.171,35	280.067,72
1987	2.769.389,21	88.562	30.046	2.345.166,05	424.223,16
1988	1.810.569,54	80.174	28.675	1.414.683,07	395.886,47
1989	5.804.904,05	74.914	28.156	3.349.324,80	2.455.579,25
1990	2.918.502,76	43.790	23.939	1.599.089,71	1.319.413,04
1991	2.027.027,09	23.210	31.532	533.979,01	1.493.048,08
1992	11.238.090,69	38.454	164.383	1.155.871,78	10.082.218,91
1993	11.155.627,23	49.630	153.433	1.579.393,05	9.576.234,18
1994	9.371.041,99	55.682	149.549	1.677.217,73	7.693.824,26
1995	8.835.757,64	57.291	144.117	1.744.462,88	7.091.294,76
1996	6.382.899,40	53.498	137.005	733.453,19	5.649.446,22

1997	2.263.122,74	31.400	47.131	674.158,09	1.588.964,65
1998	8.625.229,68	45.883	99.956	654.589,33	7.970.640,35
1999	3.099.767,49	35.466	118.514	530.167,49	2.569.600,00
2000	5.705.258,99	53.468	97.855	514.990,71	5.190.268,28
2001	4.298.368,75	126.111	69.139	1.132.941,11	3.165.427,63
2002	2.576.331,92	82.766	44.857	461.229,31	2.115.102,61
2003	5.944.346,58	185.448	120.845	632.146,16	5.312.200,41
2004	3.589.005,84	77.625	54.340	565.988,09	3.023.017,74
2005	6.636.962,09	103.620	117.503	840.377,32	5.796.584,77
2006	ND	166.418	71.785	ND	ND
2007	ND	182.168	166.089	ND	ND

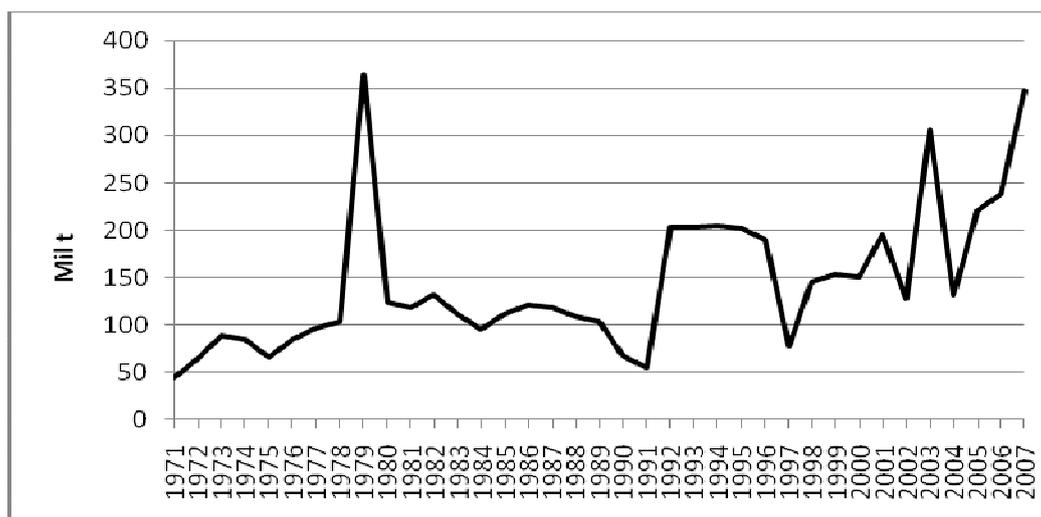
Fonte: MineralData, 2009.

Figura 20- Produção Mineral Total Comercializada de Feldspato (US\$) - 1971-2005



Fonte: MineralData, 2009.

Figura 21 – Evolução da produção total de feldspato (bruto + beneficiado) – 1971-2007.



Fonte: MineralData, 2009.

## 7.2. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE FELDSPATO

A Tabela 28 apresenta as projeções da produção brasileira de feldspato no período 2008-2030.

A produção tende a aumentar, de maneira constante, maior que o aumento do PIB, já que o grande setor consumidor, a indústria cerâmica, em especial o de porcelanatos, apresenta perspectivas de crescimento, para os próximos 20 anos, de maneira contínua e consistente face ao crescente crescimento da construção civil.

**Tabela 28**  
**Projeção da produção brasileira - 2010 a 2030**

Anos	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
2008	187.269	189.455	191.276
2009	192.512	197.033	200.840
2010	197.903	204.914	210.882
2011	203.444	213.111	221.426
2012	209.140	221.635	232.498
2013	214.996	230.501	244.123
2014	221.016	239.721	256.329
2015	227.205	250.508	272.990
2016	232.885	261.781	290.734
2017	238.707	273.561	309.632
2018	244.674	285.871	329.758
2019	250.791	298.736	351.192
2020	255.807	313.672	379.288
2021	260.923	329.356	409.631
2022	266.142	345.824	442.401
2023	271.465	363.115	477.794
2024	276.894	381.271	516.017
2025	282.432	400.334	557.298
2026	288.080	420.351	601.882
2027	293.842	441.368	650.033
2028	299.719	463.437	702.035
2029	305.713	486.609	758.198
2030	311.827	510.939	818.854

Vale ressaltar que a produção real em 2008, de acordo com a Tabela 22 relativa ao consumo de fundentes na indústria de revestimentos cerâmicos foi 759.000 t de feldspato e rochas feldspáticas, não levando em consideração os outros setores consumidores, vidro e coloríficos, entre outros.

## 7.3. NECESSIDADES ADICIONAIS DE RESERVAS DE MINÉRIO DE FELDSPATO

Os depósitos econômicos de feldspatos ocorrem em cerca de setenta países, mas atualmente há produção em aproximadamente cinquenta países. O Brasil possui 443,5 milhões de toneladas de reservas (medidas mais indicadas) (Sumário Mineral, 2008).

Considerando os dados do DNPM de 2007, que indicam uma produção de 182.168 t, tem-se que a relação produção/reserva alcançaria o montante de 1.777 anos, porém considerando que a produção atual seja a estimada por Coelho e Cabral Jr (2007), cerca de 500.000 t, esta relação produção/reserva cai para 647 anos aproximadamente.

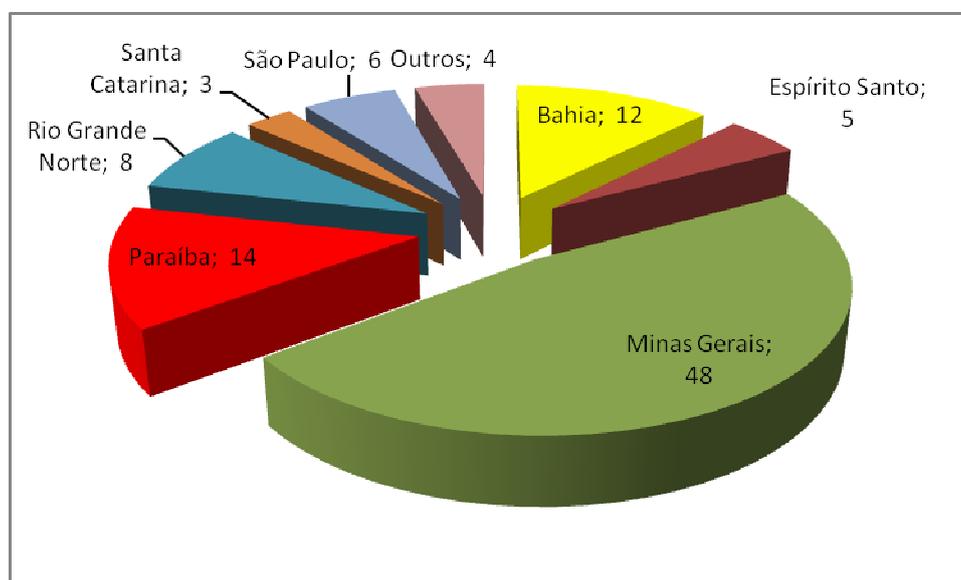
As áreas potenciais podem ser identificadas com base na análise dos dados do DNPM, no qual se observam os pedidos de requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa (Tabela 29 e Figura 22). Observa-se que o estado de Minas Gerais possui 47% desses pedidos, o Paraná, que é, atualmente, o maior produtor do Brasil, não possui nenhum requerimento ou autorização de pesquisa.

**Tabela 29**  
**Requerimento e Autorização de Pesquisa por Estado – 2009**

Estado	Requerimento de pesquisa	Autorização de Pesquisa	Total	%
Bahia	2	77	79	12,42
Ceará	-	13	13	2,04
Espírito Santo	-	30	30	4,72
Minas Gerais	103	200	303	47,64
Paraíba	7	80	87	13,68
Pernambuco	-	1	1	0,16
Rio de Janeiro	5	8	13	2,04
Rio Grande Norte	6	46	52	8,18
Santa Catarina	2	17	19	2,99
São Paulo	20	18	38	5,97
Tocantins	1	-	1	0,16
Total	146	490	636	100

Fonte: Cadastro Mineiro, 2009.

**Figura 22- Percentual por Estado de autorizações e requerimentos de pesquisa**



Fonte: Cadastro Mineiro, 2009.

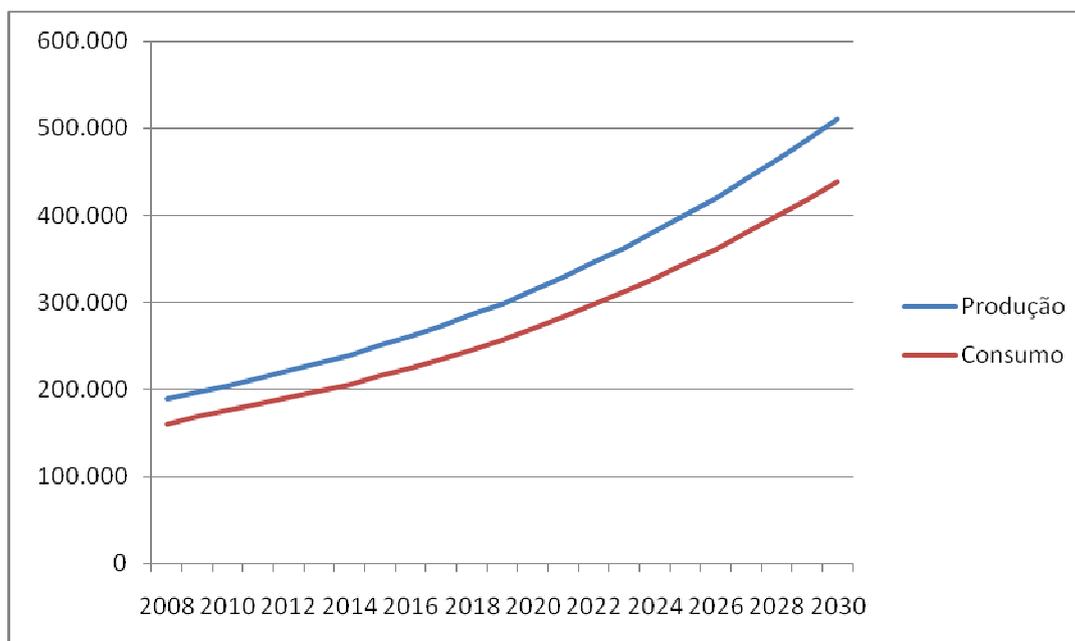
Na Tabela 28 aplicou-se um crescimento de 5% (Cenário vigoroso) na produção e no consumo, e um pequeno crescimento de 2% (Cenário frágil) para as reservas de brasileiras de feldspato, tendo vista o atual nível de reservas já cubadas e o consumo atual, que indicam a relação produção/reserva de cerca de 650 anos, considerando-se o consumo atual real de mais de 500.000t/ano.

As áreas potenciais para aumento das reservas com base na análise dos dados do DNPM, no qual se observam os pedidos de requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa (Tabela 30 e Figura 22), verifica-se que o estado de Minas Gerais possui 47% desses pedidos, o Paraná, que é, atualmente, o maior produtor do Brasil, não possui nenhum requerimento ou autorização de pesquisa.

**Tabela 30**  
**Necessidades de reservas adicionais de feldspato 2010 a 2030**

Ano	Produção (t)	Consumo (t)	Reservas (t)
2008	189.455	160.682	434.520.000
2009	197.033	169.520	443.210.400
2010	204.914	176.300	452.074.608
2011	213.111	183.352	461.116.100
2012	221.635	190.686	470.338.422
2013	230.501	198.314	479.745.191
2014	239.721	206.246	489.340.094
2015	250.508	215.527	499.126.896
2016	261.781	225.226	509.109.434
2017	273.561	235.361	519.291.623
2018	285.871	245.953	529.677.455
2019	298.736	257.021	540.271.004
2020	313.672	269.872	551.076.425
2021	329.356	283.365	562.097.953
2022	345.824	297.533	573.339.912
2023	363.115	312.410	584.806.710
2024	381.271	328.031	596.502.845
2025	400.334	344.432	608.432.901
2026	420.351	361.654	620.601.559
2027	441.368	379.736	633.013.591
2028	463.437	398.723	645.673.863
2029	486.609	418.659	658.587.340
2030	510.939	439.592	671.759.087

**Figura 23- Feldspato - Produção x Consumo de 2005 a 2030.**



## 8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS

A projeção de recursos humanos foi realizada tendo como base os dados do DNPM, nesta contagem somente são contabilizados os trabalhadores em lavras regulares, como a informalidade no setor é muito alta, fica difícil fazer uma projeção correta.

Deste modo ficou estimado em 1550 o número de trabalhadores na produção de feldspato em 2030 um número três vezes maior que em 2005 (Tabela 31).

**Tabela 31**  
**Evolução dos recursos humanos na mineração de feldspato**

Anos	Total de Trabalhadores
<b>2005</b>	433
<b>2010</b>	750
<b>2015</b>	900
<b>2020</b>	1080
<b>2025</b>	1290
<b>2030</b>	1550

## 9. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS

O setor mineiro-cerâmico enfrenta diversos desafios para manutenção e aprimoramento competitivo de seu parque industrial. Um dos problemas detectados refere-se à legislação ambiental, que por meio da Resolução CONAMA nº 369 (de 28 de março de 2006) impõe restrições às atividades extrativas em Área de Preservação Permanente – APP. A depender da aplicação rigorosa dessa resolução, fica comprometida a mineração de argila nessas áreas, o que pode prejudicar o fornecimento de matérias-primas ao segmento de cerâmica vermelha.

Além disso, outro gargalo verificado refere-se à falta de garantia de suprimento qualificado de matérias-primas. Os problemas vão da carência de depósitos de argila, tecnologias deficientes de pesquisa, lavra e beneficiamento, e dificuldades no cumprimento das exigências legais para regularização dos empreendimentos.

Os encaminhamentos para o aprimoramento do processo de suprimento mineral, principalmente nos maiores pólos produtores, passam por três desenvolvimentos: implantação de mineradoras comuns, centrais de massa e laboratórios de caracterização tecnológica. A viabilização dessa estrutura produtiva e laboratorial pode se tornar um referencial para práticas cooperativas nessas aglomerações, visto que os investimentos elevados e o próprio modelo de implantação pressupõem operações consorciadas (Cabral Junior, 2008).

Estudos realizados pelo IPT (2009) nos APLs de Tambaú e Vargem Grande do Sul, localizados na porção centro-leste do Estado, focalizam especificamente a vertente do aprimoramento do suprimento mineral por meio da implantação de uma central de massa. A montagem de uma central de massa deve-se traduzir em um grande avanço na estrutura de produção de matéria-prima para a cerâmica vermelha na região. Esta estrutura pode oferecer ao segmento um material de melhor qualidade, em comparação ao atualmente produzido pelas mineradoras ou cerâmicas. Os benefícios vão desde melhoria do controle de qualidade da matéria-prima e, conseqüentemente, melhoria da qualidade dos produtos cerâmicos, a possibilidade de simplificação e especialização de unidades industriais, até a diminuição do número de cavas, tendo como conseqüência a minimização dos impactos ambientais. Este modelo pode ser replicado para outras regiões com arranjos produtivos mais consolidados.

## 10. CONCLUSÕES

A indústria brasileira de transformação de não-metálicos expandiu-se substancialmente ao longo das últimas décadas, alavancando o consumo e exigindo qualidade do suprimento de feldspato.

Espera-se uma grande expansão das indústrias de transformação dos segmentos cerâmicos – em especial um aumento significativo na produção de porcelanato, que é um grande consumidor de feldspato, – de forma geral, acompanhada de desconcentração regional, para atendimento do crescente mercado doméstico e uma provável ampliação das exportações. Espera-se que, essa expansão seja acompanhada de uma desconcentração regional, para atendimento do crescente mercado doméstico e a continuidade da ampliação das exportações.

Um aspecto que tem preocupado as empresas consumidoras no Brasil é o do custo das matérias-primas, que apresentam preços, em geral, maiores que os praticados no exterior, já que sua participação na composição dos custos dos produtos de vidro e cerâmicos é significativa.

Visando atender as exigências de seus consumidores finais –alta qualidade e baixo custo–, as empresas produtoras dos segmentos de vidro e de cerâmica brasileiros estão pressionando os seus fornecedores para que o preço e a qualidade dos feldspatos produzidos localmente sejam equivalentes aos do mercado externo.

Não houve por parte significativa do setor produtivo de matérias-primas nacional as modernizações tecnológicas e gerenciais necessárias ao aprimoramento do sistema de produção – pesquisa, lavra, beneficiamento e comercialização. Devido às peculiaridades do mercado brasileiro e visando reduzir o risco, de não poder atender as exigências de preço e qualidade, várias empresas dos segmentos de vidro e de cerâmica, estão aumentando a verticalização do suprimento das matérias-primas, em especial na produção de feldspato e de seus substitutos. Como exemplo pode-se citar a Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda, na produção de feldspato e o Grupo Saint Gobain na produção de nefelina sienito, em conjunto com a Minerali.

É muito provável que, como consequência, a estrutura setorial fique mais concentrada, com a saída de várias empresas do mercado, principalmente as de menor porte e mais frágeis. Vale dizer que, o provável cenário dessa reestruturação terá como principal elemento a redução significativa do número de produtores, chegando, em alguns casos, a uma provável oligopolização. A atual estrutura setorial muito concentrada da produção de feldspato, já vem provocando a saída de várias empresas do mercado, principalmente as de menor porte e mais frágeis.

Como possíveis ações governamentais, para as pequenas empresas localizadas no Nordeste e Norte de Minas Gerais, seria o incremento da exportação de feldspato. Para isso torna-se necessário o desenvolvimento de uma política de apoio tecnológico e gerencial a essas empresas pelos diversos órgãos que atuam na região.

A redução da vulnerabilidade das pequenas empresas através da formulação de estratégias e a construção de diferenciais competitivos fundamentados em: vantagens de localização; alta qualidade do feldspato de pegmatito–para segmentos cerâmicos específicos; criação de centrais de matéria-prima– nas proximidades de pólos cerâmicos

Uma alternativa, mais sustentável, seria a implementação de uma política para ampliação da capacidade atual de produção de produtos cerâmicos no Nordeste, tanto para ao consumo local quanto para exportação. Atraindo, principalmente, os ceramistas estabelecidos no Sul e Sudeste, por meio de linhas de crédito do BNDES e BNB e outros incentivos da SUDENE e dos governos municipais e estaduais.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIVIDRO - ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMOTIVAS DE VIDRO 2009. *In* : [www.abividro.org.br](http://www.abividro.org.br) . Acessado em 04/06/2009.

ANFACER - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO 2009. *In* : [www.anfacer.com.br](http://www.anfacer.com.br) , acessado em 01/06/2009.

ANFACER. **Análise Setorial Anfacer: resultados do 1º. Trimestre de 2009 e previsões para o ano de 2009.** 2009<sup>a</sup>

BAYRAKTAR; ÇAKIR, U. 2002. Quality feldspar production at Çine Akmaden. **Industrial Mineral**, p.56-59, n°416, May, 2002.

BEZERRA, M.S.; CARVALHO, V.G.D.; NESI, J.R. **Caracterização e mercado dos minerais de pegmatito da Província da Borborema.** Recife: CPRM, 1994. 49p. anexo, (Série Recursos Minerais, 5).

BEZERRA, M.S. **Desenvolvimento em Rede do Arranjo Produtivo em Pegmatitos - RN/PB.** [www.redeaplmineral.org.br/.../projetos/projeto.2008-02-28.5680236645/](http://www.redeaplmineral.org.br/.../projetos/projeto.2008-02-28.5680236645/). acessado em 02/11/2009.

BRITISH GEOLOGICAL SURVEY, 2009. **World Mineral Production 2003-2007.** *In*: BROWN, T. J. [et. al.]. Disponível em: [http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/downloads/wmp\\_2003\\_2007.pdf](http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/downloads/wmp_2003_2007.pdf). acessado em 07/05/2009.

CABRAL JUNIOR, M. 2008. **Caracterização dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) de Base Mineral no Estado de São Paulo: Subsídios à Mineração Paulista.** 2008. 281f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 2008.

COELHO J. M. & CABRAL JR, M. 2007. **Panorama de mercado dos minerais industriais de pegmatito: destaque ao feldspato.** Currais Novos. 66 p mimeografado.

CROSSLEY, P 2003. A feast of feldspar. **Industrial Mineral**, n.432, Sept., p.36-49.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM)

———.ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 2006 – *In*:

<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/substancia%20f-m.pdf> . Acessado em 14/05/2009.

———.CADASTRO MINEIRO 2009. *In*: [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br) . Acessado em 20/05/2009

———.SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO 2007. *In*: [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br) Acessado em 21/05/2009.

———.SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO 2008. *In*: [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br) Acessado em 21/05/2009.

EUROFEL -European Association of Feldspar Producers- <http://www.ima-eu.org/fileadmin/eurofel/felterminol.html>. Acessado em 20/07/2009

HARBEN, P. W. 1995. Feldspar. *In*: **The Industrial Mineral Handy Book** –A Guide to Markets, Specifications, & Prices, 2nd Edition, p.62-65, Editor P. W. HARBEN.

INDUSTRIAL MINERALS 2009. <http://www.indmin.com/Article/2187961/Industrial-Minerals-May-2009-Prices.html> acessado em 18/05/2009.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estudos dirigidos ao diagnóstico do mercado de feldspato e rochas feldspáticas, com destaque aos segmentos de revestimentos, sanitários, porcelanas, louças e isoladores elétricos.** São Paulo: IPT. 2007.

KAUFFMAN, R. A., VAN DYK, D. 1994. Feldspars. In: **Industrial Mineral and Rocks**, Donald D. Carr, Senior Editor, 6th Edition, SMME, p. 473-481, Littleton, Colorado.

LUZ, A. B., BALTAR, C. A. M., MACHADO, A. O. D. 2001. **Relatório técnico de viagem aos Estados Unidos, no âmbito do projeto CTPETRO.** 30p, RV-10/01-CETEM.

LUZ, A. B. ; LINS, F. A. F. ; COELHO, J. M. 2008. Feldspato. In: **Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações.** LUZ, A. B.; LINS, F. F. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2008, p.467-486.

MINERALDATA 2009. In: [http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata/app/\\*](http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata/app/*) acessado em 15/05/2009.

MORAES, R.O; HECHT, C. 1997. Geologia do feldspato. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Principais depósitos minerais do Brasil.** Brasília: DNPM/CPRM, 1997. 4v (v.4b). p.319-326.

MOTTA, J.F.M.; CABRAL Jr., M.; TANNO, L.C. Panorama das matérias-primas utilizadas na indústria de revestimentos cerâmicos: desafios ao setor produtivo. **Cerâmica Industrial** 3, 4-6: 30-38, 1998.

MOTTER, B. 2000. Feldspar for the sanitaryware industry. **Industrial Minerals**, p.81-87, n° 390, March.

NEVES, M. R., ETCHEBEHERE, M. L., RUIZ, M. S. Depósitos de feldspato do Estado de São Paulo. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Principais depósitos minerais do Brasil.** Brasília: DNPM/CPRM, 1997. 4v (v.4b). p.415-429.

POTTER, M. J. 2006. Feldspars. In: KOGAL, J. E. [*et. al.*] (ed.) **Industrial Minerals & Rocks : Commodities, Markets, and Uses.** 7<sup>th</sup> ed. p.451-460.

POTTER, M. J. 2009. Feldspar. In: U.S. Geological Survey, **Mineral Commodity Summaries**, p.56-57, January.

RAMOS, L. J. 2001. Balanço Mineral Brasileiro. **Feldspato**, 15p. In: [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br)

ROSKILL 2008. **The Economics of Feldspar.** 11<sup>a</sup> edição, publicado 01/03/2008. [Ohttp://www.roskill.com/reports/feldspar](http://www.roskill.com/reports/feldspar), acessado em 20/05/2009

RUTH, M. DELL'ANNO, P. 1997. An Industrial Ecology of the US Glass Industry, **Resources Policy**, Vol. 23, pp. 109 - 124.

SALLER, M. 1999. Feldspar and nepheline syenite reviewd. **Industrial Mineral**, London, p.43-51, no 385, October.

WAN, K. W. 2008. Feldspar's fallow future. **Industrial Minerals**, London, p. 52-59, Dec. 2008.

WAN, K. W. 2009. Turkey's Feldspar Flow. **Industrial Minerals**, London, p. 63-64, Feb. 2009.