

A MINERAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO: SITUAÇÃO ATUAL, PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA O APROVEITAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS

Marsis CABRAL JUNIOR ¹, Saul Barisnik SUSLICK ²,
Oswaldo Riuma OBATA ¹, Ayrton SINTONI ¹

- (1) Instituto de Pesquisas Tecnológica do Estado de São Paulo - IPT. Avenida Prof. Almeida Prado, 532, Cidade Universitária – Butantã. CEP 05508-901. São Paulo, SP. Endereços eletrônicos: marsis@ipt.br; obataor@ipt.br; sintoni@ipt.br
(2) Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Rua João Pandiá Calógeras, 51. CEP 13083-970. Campinas, SP. Endereço eletrônico: suslick@cepetro.unicamp.br

Introdução
A Mineração no Contexto Mundial e Nacional
O Setor Mineral Paulista
Mercado Mineral Paulista
 Perfil Econômico do Mercado Produtor
 Arranjos Produtivos Locais de Base Mineral
 Contexto Geológico e Destino da Produção Mineral Paulista
 Mercado Consumidor Mineral Paulista
Gargalos Tecnológicos e Desafios ao Desenvolvimento da Mineração no Estado
Diretrizes de Políticas para Ordenamento e Aprimoramento Tecnológico e Competitivo
do Setor Mineral Paulista
Agradecimentos
Referências Bibliográficas
Apêndices

RESUMO – Este trabalho apresenta uma síntese sobre o setor mineral do Estado de São Paulo, elaborada por análise crítica e integração de informações disponíveis, incluindo publicações, dados de órgãos oficiais sobre a produção mineral brasileira e paulista e documentos técnicos de centros de pesquisa. A partir de uma contextualização abrangendo o cenário atual e principais tendências da mineração mundial e brasileira, são destacadas e qualificadas as principais características geológicas, econômicas, tecnológicas e de gestão da mineração paulista, sendo indicado um conjunto de diretrizes de políticas para o desenvolvimento da mineração estadual em bases sustentáveis. Com uma produção voltada predominantemente ao mercado interno estadual, a atividade mineral paulista é responsável pela lavra de 24 substâncias minerais, participando do suprimento da indústria de transformação, de insumos para agricultura e, de forma mais vigorosa, da construção civil. As tendências de mercado sinalizam pela demanda crescente de insumos minerais, pressionando a ampliação da produção mineral no Estado e indicando a necessidade de modernização do setor produtivo e de políticas para planejamento e ordenamento da mineração no sentido de garantir o suprimento em bases sustentáveis.

Palavras-chave: mineração, recursos minerais, arranjos produtivos locais de base mineral, São Paulo, minerais industriais.

ABSTRACT – *M. Cabral Junior, S. B. Suslick, O. R. Obata, A. Sintoni - Mining in the State of Sao Paulo: present state, perspectives and challenges for the exploitation of the mineral resources.* This paper presents a synthesis of the mineral sector in the State of Sao Paulo elaborated from the critical analysis and integration of several sources including: publications, Brazilian and Sao Paulo mineral production data from regulatory agencies and reports of research institutes. Based upon the present state of global and Brazilian mining industry and its main trends, this study highlights the major geologic, economic, technological, and management characteristics of the Sao Paulo mining activities. This study creates a set of policy and economic guidelines for the development of the mining in the State of Sao Paulo. With a production leading to the domestic market, the State of Sao Paulo produces 24 mineral commodities, supplying of the transformation industry, essential minerals for agriculture and, in a more vigorous form, the construction industry. The market trends pointed out an increasing demand of mineral commodities, pressing for new supplies in domestic mineral production. This trend indicate an urgent modernization of the productive sector as well as the definition of policies for planning and regulation the mining to create a favorable conditions for the mineral supply in the context of sustainable development.

Keywords: mining, mineral resources, mining clusters, Sao Paulo, industrial minerals.

INTRODUÇÃO

A mineração no Estado de São Paulo, que se distingue por ter sua produção voltada predominantemente para o consumo interno, contribui no abastecimento de insumos para diversos setores da indústria de transformação, para a agricultura e, de forma

vigorosa, para o complexo industrial da construção civil, participando assim, nas últimas décadas, na sustentação da expansão e consolidação do maior conglomerado urbano e industrial da América do Sul. Trata-se de um setor econômico no qual prevalecem amplamente os

empreendimentos de pequeno e médio porte, e que conta com grande disseminação em todo território paulista. Concentrada na lavra de substâncias minerais não-metálicas, a mineração paulista insere-se entre as mais expressivas do País, produzindo 24 variedades de substâncias minerais.

Este artigo tem como objetivo apresentar uma síntese atualizada sobre as características geológicas, econômicas e tecnológicas do setor mineral no Estado de São Paulo, efetuada a partir de levantamentos e análise crítica da literatura sobre o tema, integrando informações publicadas, dados de órgãos oficiais sobre a produção mineral brasileira e paulista, e documentos técnicos de centros de pesquisa. Trata-se de um diagnóstico atualizado sobre a indústria mineral paulista, que deriva de estudos técnico-econômicos mais amplos desenvolvidos por Cabral Junior (2008), enfocando, em

especial, sua estruturação em aglomerações produtivas especializadas na produção de substâncias e produtos minerais.

O trabalho está estruturado em quatro partes. Consta da primeira parte, uma visão panorâmica sobre a situação e tendências internacionais e brasileiras da mineração. Na segunda parte é realizada uma abordagem detalhada da mineração no Estado, na qual são tratados o mercado produtor mineral, a estruturação da produção em aglomerações produtivas, o contexto geológico e destino das substâncias minerais lavradas, e o mercado consumidor mineral paulista. Na terceira parte são abordados os gargalos tecnológicos e desafios ao aproveitamento dos recursos minerais, sendo traçadas, na última parte, diretrizes para o aprimoramento tecnológico e competitivo do setor mineral paulista.

A MINERAÇÃO NO CONTEXTO MUNDIAL E NACIONAL

O setor mineral mundial vivenciou no início deste século uma forte inversão de indicadores e expectativas. A partir de uma situação adversa nas décadas de 1980 e 1990, o mercado mineral adquiriu um intenso dinamismo, impulsionado pela veloz expansão do comércio internacional das *commodities* minerais.

Entre os fatos marcantes que caracterizaram o período de estagnação da mineração nas décadas finais do século XX, pode-se ressaltar a perda da importância estratégica das *commodities* metálicas na economia global e a necessidade da incorporação dos princípios de sustentabilidade ambiental no aproveitamento dos recursos minerais.

Uma das conseqüências das mudanças no cenário geopolítico com o fim do mundo bipolar, que detinha enorme influência na disponibilidade de minerais metálicos de interesse bélico, foi a desova dos estoques estratégicos (*Stockpiles*) dos EUA e da antiga União Soviética (Machado, 1998). Além disto, a presença de novos entrantes, destacadamente o acesso agressivo da China no mercado mineral, favoreceu o excesso de oferta e acentuou a tendência de queda generalizada dos preços dos minérios e metais.

Outro componente importante na minimização da importância dos minerais metálicos, e, conseqüentemente, afetando a chamada grande indústria mineral, deu-se com as mudanças tecnológicas ocorridas nesse período, causando a perda de espaço das substâncias minerais metálicas em diversas aplicações industriais. Importantes parcelas de diferentes metais foram sendo ora substituídos por sucedâneos produzidos por insumos de outras naturezas (p.ex., fibras óticas, plásticos, cerâmicas, etc.), ora pela diminuição do consumo devi-

do a produtos de melhor performance e pela reciclagem de sucatas.

Adicionalmente, além das restrições impostas pelo mercado (excesso de oferta, acentuada competição entre mineradoras e canalização de investimentos em economias de alta tecnologia nos países industrializados) e pelas novas tecnologias em produtos e processos industriais, o setor mineral viu-se pressionado por um novo paradigma de desenvolvimento da sociedade, que se consagrou nesse período: o princípio da sustentabilidade. A preocupação ambiental de garantir o bem estar das gerações futuras, trouxe como reflexo imediato a necessidade do uso mais racional dos recursos naturais, mais em especial, dos recursos não-renováveis minerais. Em decorrência das pressões pela preservação ambiental, foi estabelecido, tanto no plano institucional quanto pela própria sociedade, um controle mais severo ao desenvolvimento da mineração. Aspectos como a internalização dos custos ambientais, legislações restritivas e punitivas, e a imagem negativa como atividade impactante do meio ambiente, contribuíram com a diminuição da atratividade de investimentos no setor mineral nos anos de 1990.

O reaquecimento da economia mundial no início dos anos 2000 reverteu, até certo ponto de maneira surpreendente, a conjuntura desfavorável que até então afetava o setor mineral. O crescimento dos países asiáticos, em particular a ascensão vertiginosa da economia chinesa (“Efeito China”), e dos EUA imprimiu uma transformação no mercado mineral mundial, com uma expressiva expansão da demanda, acompanhada pela elevação vigorosa dos preços das *commodities* minerais, valorização das ações das empresas de

mineração e aumento nos investimentos em exploração mineral (Vale, 2007).

Como previsto em diversos trabalhos (p.ex. DNPM, 2006b, 2007a; Vale, 2007), os percalços da economia norte-americana – expectativa em 2006 e crise no mercado imobiliário, com reflexos no setor financeiro em 2007 –, não impediu, nesse período, a continuidade dos preços em níveis elevados das *commodities* minerais. Mesmo com as recentes incertezas do mercado internacional em 2008 sobre o arrefecimento da economia dos EUA e a contaminação da economia global, a limitação na capacidade de oferta contraposta à industrialização e à urbanização, além do avanço da agricultura, na Ásia e em outros países em desenvolvimento, deve possibilitar a sustentação dos preços em patamares historicamente mais altos, com tendência ainda favorável aos minero-negócios.

No entanto, o processo de mudança da estrutura da mineração no final do século passado imprimiu novos vetores de desenvolvimento do setor e que tem reflexos, de maneira geral, na indústria mineral brasileira. Entre as várias tendências apontadas por diversos autores (p.ex. Machado, 1998; Bitar et al., 2000; Calaes, 2006; Vale, 2007), pode-se assinalar, entre outras, as seguintes referências:

- a) *Deslocamentos geográficos dos pólos mundiais de mineração*: progressiva migração de empreendimentos minero-industriais para países que tenham, além do recurso mineral, vantagens comparativas quanto à energia, custo de produção e marcos regulatórios.
- b) *Acirramento da competição internacional*: novos projetos disputando espaços no mercado, com base em fatores de produtividade, risco e taxa de retorno.
- c) *Aprimoramento tecnológico da indústria mineral*: mesmo com o recente aumento das cotações das *commodities* minerais, a tendência geral de queda de preços no último século, vem induzindo ganhos de competitividade baseados em melhorias tecnológicas de processo, no desenvolvimento de novos equipamentos, no uso cada vez mais intenso dos instrumentos da informática e de padrões superiores de planejamento e gestão.
- d) *Expansão das empresas com atuação em diversas regiões ou países*: concentração do capital e do comércio internacional em grandes *players* transnacionais.
- e) *Uso dos recursos minerais em bases mais sustentáveis*: otimização do aproveitamento dos minérios, da lavra à industrialização, com a maximização do aproveitamento de reservas, redução da geração de resíduos, melhoria na qualidade dos produtos minerais e aprimoramento do controle e recuperação ambiental dos empreendimentos;

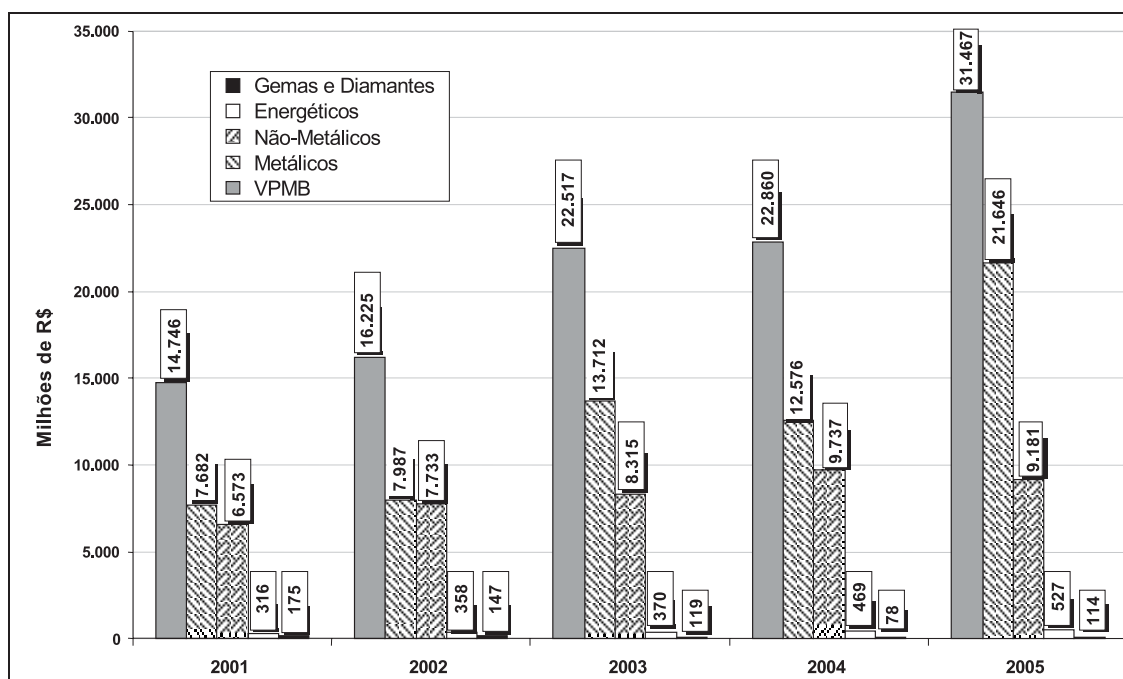
redução de consumo por meio da reciclagem, uso de rejeitos e desenvolvimento de substitutos (naturais ou sintéticos) de melhor desempenho nos processos industriais; e aperfeiçoamento dos processos e produtos de aplicação *in natura* e de transformação industrial, com vistas à melhoria de desempenho dos produtos minerais, redução de perdas e, conseqüentemente, diminuição do consumo de insumos minerais. A adoção de práticas ambientalmente mais controladas e ações de responsabilidade social, principalmente com as comunidades de entorno, vão tornado-se uma tônica que, além do compromisso ético empresarial, passa a agregar valor aos negócios de base mineral.

Além disto, as mudanças no padrão de demanda de insumos minerais consumidos por vários segmentos industriais e o processo de desenvolvimento em curso, envolvendo industrialização, crescimento urbano e investimentos pesados em infra-estrutura, têm feito com que os chamados minerais industriais ganhem maior importância no comércio regional e no mercado internacional da mineração. Isto vem ocorrendo tanto nas economias em desenvolvimento (China, Índia, Rússia, Brasil, entre outros), como também, para determinadas substâncias minerais, nas economias consolidadas do bloco europeu e na América do Norte.

Por sua vez, o Brasil vem conseguindo aproveitar as oportunidades geradas pelo aquecimento da economia mineral mundial, sobretudo a chamada grande mineração, que concentra a produção nacional de *commodities* minerais. Nos anos 2000, sustentada, sobretudo, pelo mercado internacional, e mais recentemente, a partir de 2006, com contribuição dada pela expansão da demanda doméstica, a indústria mineral brasileira tem crescido a taxas expressivas. No período de 2001-2005, a evolução do Valor da Produção Mineral Brasileira (VPMB) foi da ordem de 113%, saltando de R\$ 14,7 bilhões para R\$ 31,5 bilhões (Figura 1).

Para o Valor da Produção Mineral Brasileira, bem como aos demais indicadores econômicos tratados neste capítulo, são computados o conjunto de substâncias minerais metálicas, não-metálicas, energéticas e gemas-diamantes, como considerado nas estatísticas oficiais do Anuário Mineral Brasileiro (AMB) do DNPM a partir de 2002, não sendo incluída a produção relativa aos hidrocarbonetos – petróleo e gás natural.

Os minerais metálicos respondem pela maior fatia da produção nacional, com sua participação no VPMB evoluindo de 52% em 2001 para 69% em 2005, traduzindo o aumento dos preços e das exportações de *commodities* metálicas. O minério de ferro tem sido o grande destaque da economia mineral brasileira, com o valor de sua produção em 2005 atingindo R\$ 15,5 bilhões, o que equivale a quase 50% do VPMB. A



Fonte: elaborado a partir de informações do AMB – DNPM (DNPM, 2002; 2003; 2004; 2005; 2006a).

FIGURA 1. Evolução do Valor da Produção Mineral Brasileira – 2001 a 2005.

balança comercial mineral brasileira (bens primários) registrou em 2006 exportações de US\$ 11,90 bilhões e importações de US\$ 4,58 (Sinopse Mineração e Transformação Mineral 2007 – MME, 2007), com um saldo de US\$ 7,32 (22,8 % superior a 2005), o que corresponde a 15,9 % do saldo total das transações do País.

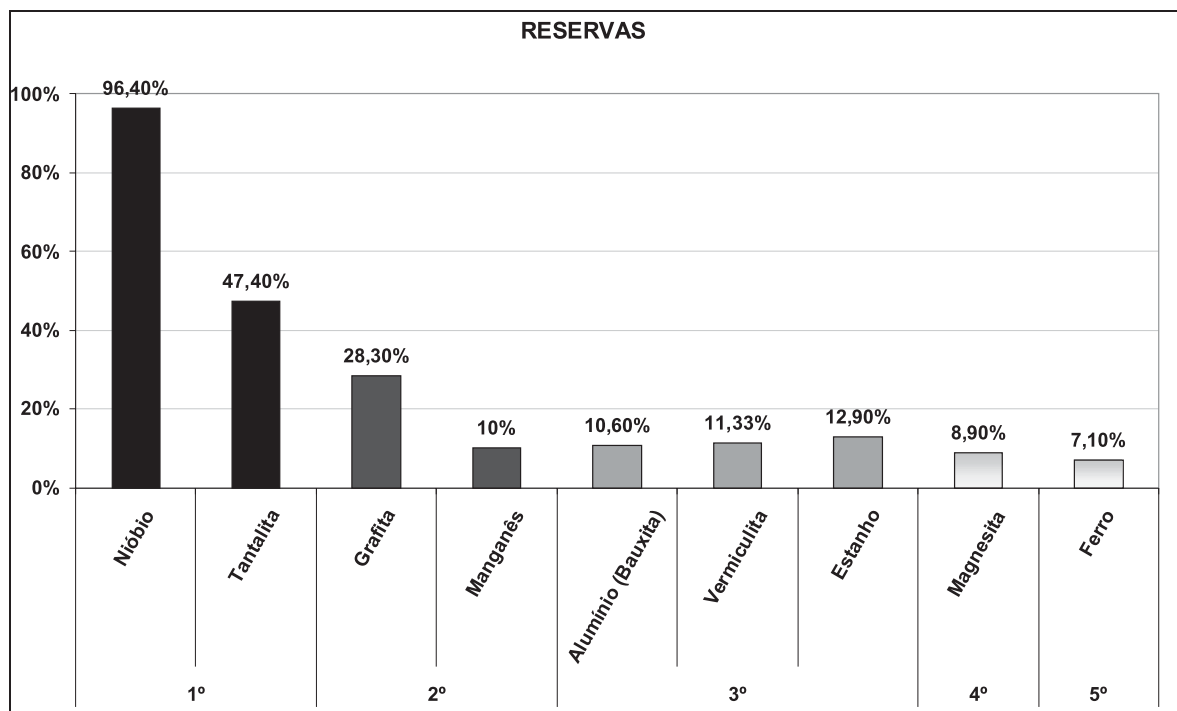
A magnitude da dotação mineral brasileira é traduzida na produção de mais de uma centena de substâncias minerais. Condicionantes como a extensão territorial de dimensões continentais (8,5 milhões de km²) e a expressiva geodiversidade, caracterizada por uma ampla variedade de ambientes geológicos propícios a uma grande gama de mineralizações, conferem ao Brasil grande potencial mineral, equiparando-o às grandes potenciais minerais, como EUA, Rússia, Canadá, Austrália e África do Sul. As Figuras 2 e 3 apresentam na forma de gráficos os destaques minerais brasileiros em reserva e produção.

Assumem expressão no cenário mundial, as reservas brasileiras dos minérios metálicos de nióbio, tântalo, manganês, alumínio, estanho e ferro. Para os minerais industriais sobressaem as reservas de grafita, vermiculita, magnesita, além de talco e caulim (Sumário Mineral – DNPM, 2007a). Quanto à produção, o Brasil situa-se de forma relevante nos mercados de nióbio, manganês, ferro, tantalita, bauxita, grafita, vermiculita, crisotila, magnesita, talco, além de rocha fosfática, ouro e gemas, sendo o maior exportador mundial de minério

de ferro e nióbio. Quanto às importações, em 2006, a dependência de bens primários concentrou-se, principalmente no carvão mineral, potássio, cobre e zinco. Praticamente como exceções, os dois primeiros bens minerais não têm perspectivas a curto e médio prazo da produção interna ampliar-se substancialmente, devendo continuar no topo da pauta das importações minerais brasileiras. A Tabela 1 apresenta uma relação de substâncias minerais selecionadas, representativas dos principais bens produzidos, exportados e importados pelo Brasil em 2006. Dos 20 minerais selecionados, todos os minérios metálicos têm participação importante no mercado interno e nas exportações, parte dos minerais industriais (areia, pedra britada, argila e calcário), carvão e água mineral são caracteristicamente de consumo doméstico.

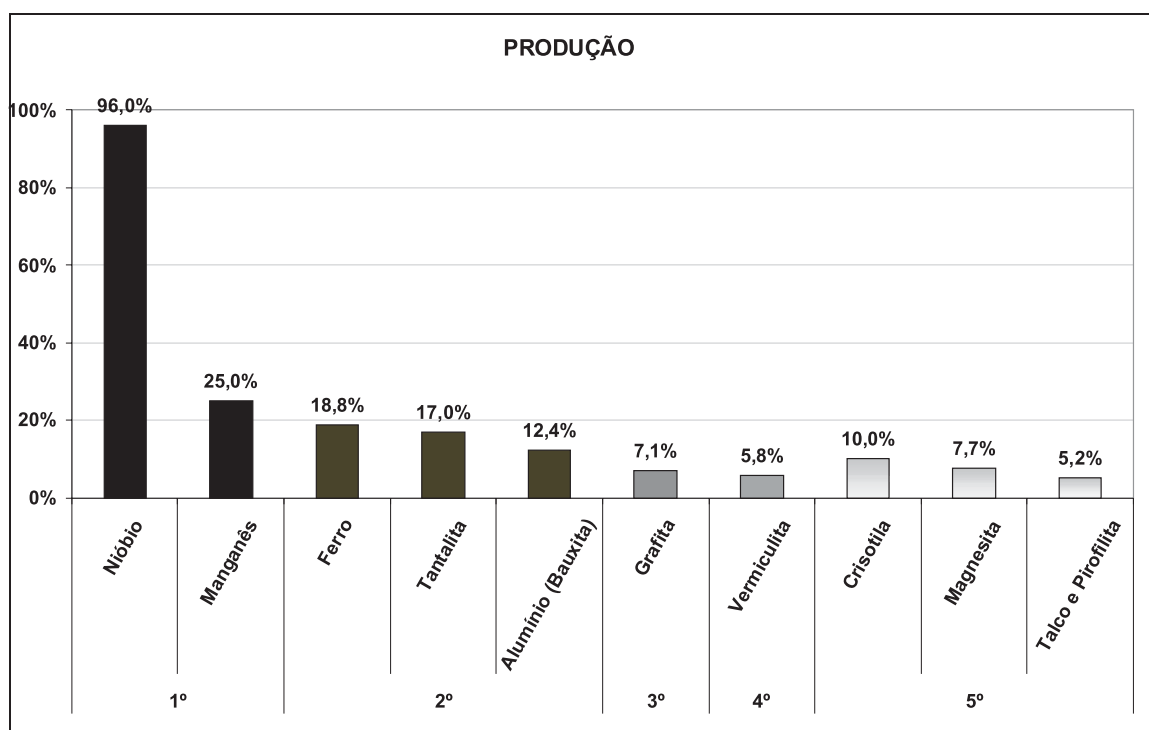
De forma geral, a expectativa é de uma ampliação da participação brasileira no mercado mundial, em função de inúmeros importantes projetos minero-industriais em andamento. Casos exemplares, entre outros, referem-se à recente entrada em operação da mina de cobre de Sossego e às jazidas de níquel de Vermelho e Onça Puma, programadas para entrarem em produção em 2008, que devem alçar o País como grande *player* mundial destes metais (Sumário Mineral – DNPM, 2006b; Vale, 2007).

Concorrendo para esse cenário de tendência de expansão da produção mineral brasileira, há, em virtude



Fonte: elaborado a partir de informações do Sumário Mineral – DNPM, 2007a.

FIGURA 2. Ranqueamento e participação brasileira na mineração mundial – destaques minerais em reserva.



Fonte: elaborado a partir de informações do Sumário Mineral – DNPM, 2007a.

FIGURA 3. Ranqueamento e participação brasileira na mineração mundial – destaques minerais em produção.

TABELA 1. Brasil: principais bens minerais produzidos, exportados e importados em 2006.

BENS MINERAIS	PRODUÇÃO	COMÉRCIO INTERNACIONAL	
		*1 Exportação	() *2 Importação
	QTD	QTE	MILHÕES US\$
Ferro (minério e pelotas) – 1º; 22%	318 Mt	243 ^{*1} Mt	8.949
Bauxita – 2º; 12%	22,1 Mt	5,31Mt	194
Alumina – 4º; nd	5,0Mt	3,38	1.088
Ouro- nd; 1,6%	41,0 t	33,8 t	659
Cobre (Cu contido) – nd; 1%	148 kt	112 kt	520
Manganês (concentrado) – 1º; 25%	3,13 Mt	1,13 Mt	55
Rochas Ornamentais – 4º; 8%	7,52 Mt	2,57Mt	1.045
Caulim – 5; 6%	2,46 Mt	2,40 Mt	269
Crisotila – 4º; 10%	227 kt	1,69	46
Magnesita (beneficiada) – 4º; 8%	324 kt	88 kt	20
Grafita – 3º; 10%	76,2 kt	16 kt	14
Fosfato (concentrado) – 8º; 4%	5,68 Mt	(1,4 Mt)*2	(67)
Potássio (K ₂ O) – 9º; 1%	403 kt	(3,2 Mt)	(950)
Enxofre	436 kt	(3,1 Mt)	(116)
Areia	212 Mt		
Pedra Britada	146 Mt		
Argila para Cerâmica Vermelha	82 Mt		
Calcário	88 Mt		
Carvão Energético	6,0 Mt	1,7 kt	0,8
Água Mineral – 10º; nd	5,0 10 ⁹ L		

Fonte: modificado de Sinopse 2007 - Mineração e Transformação Mineral (MME, 2007) - informações sobre argila para cerâmica vermelha e água mineral, baseadas, respectivamente, em Dualibi Filho (2006) e Sumário Mineral 2007 (DNPM, 2007a), por serem consideradas mais consistentes.

principalmente do baixo dinamismo da economia doméstica, uma demanda reprimida de uma série de bens minerais, situação que prevaleceu nas décadas de 1980 e 1990 até recentemente. Fatores como a retomada do crescimento, mesmo que em patamares não acentuados, mas de maneira sustentada, e o incremento dos investimentos no setor habitacional e em obras de infra-estrutura apontam para o aumento da demanda de insumos minerais, mais particularmente de minerais industriais (agregados para construção civil, matérias-primas para as indústrias cerâmicas, cimenteira e vidreira, cargas minerais, entre outros), além de metais ferrosos e não-ferrosos. Isto deve levar a médio-longo prazo a um perfil mais equilibrado da especialização produtiva da indústria mineral nacional, atualmente bastante concentrada em termos de valor na produção de *comodities* metálicas, ganhando mais expressão a classe dos minerais industriais, o que é comum nas economias mais desenvolvidas. Adicionalmente, seguindo uma vocação nacional, o setor

agrícola deverá continuar expandindo a sua demanda por fertilizantes e corretivos de solo, mantendo sua elevada dependência externa de potássio.

Essa expressiva produção mineral, com perspectivas promissoras de expansão, está assentada em uma estrutura produtiva caracteristicamente heterogênea. Coexistem desde grandes minerações, com procedimentos modernos de gestão, que investem em prospecção e pesquisa mineral e operam minas com técnicas de excelência em Geologia, Engenharia Mineral e no controle e recuperação ambiental, até empreendimentos conduzidos de maneira precária, por vezes informal, como os casos extremos de inúmeras lavras artesanais e garimpos, que ocorrem de maneira bastante disseminada no País (Sumário Mineral – DNPM, 2007a). A produção dos principais minerais “*commoditizados*”, basicamente minerais metálicos, energéticos e alguns minerais industriais, como caulim para papel, fosfato, potássio, magnesita e grafita, é concentrada, sendo dominada pela grande mineração.

Já na produção da maior parte dos minerais industriais o mercado é mais pulverizado, sobretudo das substâncias de consumo doméstico mais localizado, com participação importante da pequena mineração.

É na cadeia produtiva dos minerais industriais que se dão também os maiores descompassos entre a mineração e os segmentos industriais consumidores, em termos de tecnologia, gestão empresarial, e qualidade das substâncias e produtos comercializados, bem como a maior defasagem da competitividade do setor mineral brasileiro em comparação aos produtores de outros países. Como já foi constatado por Cabral Junior & Almeida (1999) e mais recentemente por Coelho et al. (2005), parcela considerável da pequena e média mineração nacional produtora de minerais industriais não acompanhou o processo de modernização das indústrias situadas à jusante na cadeia produtiva, não implementado as modernizações tecnológicas e gerenciais necessárias ao aprimoramento do sistema de produção – pesquisa, lavra e beneficiamento. Minerais industriais com defasagem tecnológica e competitiva em relação aos principais mineradores e *suppliers* internacionais estão associados, por exemplo, à produção de argilas, feldspato e rochas fundentes, caulim, filito, rochas carbonáticas e talco, empregados em vários segmentos da indústria de transformação (cerâmica vermelha, revestimentos, refratários, cal, tintas e vernizes, borrachas, etc.). Isto se tem traduzido em diferenças desfavoráveis em termos de qualidade, constância de suprimento e preços das matérias-primas nacionais, em relação aos principais países produtores, prejudicando a sua comercialização e a conquista de novos mercados emergentes, domésticos e internacionais. Característica da estrutura produtiva de alguns segmentos de minerais industriais refere-se à tendência da concentração geográfica das empresas em determinados territórios, constituindo aglomerações produtivas de base mineral (mínero-cerâmicas, agregados par construção civil, rochas ornamentais, gesso, rochas calcárias e cal, feldspato, caulim, entre outros), e que se encontram presentes em todos os Estados brasileiros.

Vale (2007), fazendo uma análise prospectiva da visão de futuro sobre o setor mineral brasileiro, observa sobre o importante papel que uma mineração de competitividade internacional pode desempenhar no desenvolvimento de um país de vocação mineira e cita

como referência as experiências de nações avançadas e de expressão continental como Austrália e Canadá. Por outro lado, ao se considerar países continentais em desenvolvimento, como o Brasil e a Índia, o autor acrescenta, de modo apropriado, o papel relevante que deve ser atribuído às pequenas e médias empresas de mineração, ao aproveitamento dos pequenos e médios depósitos e ao fortalecimento dos APLs de base mineral, como forma mais equilibrada de expansão da produção, no aumento das exportações, na geração de empregos e no avanço da inclusão social e geoeconômica.

Fato significativo para o setor mineral é a paulatina retomada dos investimentos em exploração mineral (prospecção e pesquisa mineral) a partir de meados da década de 1990 (média anual de U\$ 84 milhões entre 1995 a 2004), sendo incrementada nos últimos anos, com estimativas do DNPM – Informe Mineral (2007b) – dando conta que se atingiu U\$ 280 milhões em 2006. Considera-se que para indústria de mineração a exploração mineral é fundamental, pois constitui o elo inicial da cadeia de suprimento mineral, sendo a base para o desenvolvimento dos segmentos subsequentes mínero-industriais.

Para a continuidade da atração desses investimentos necessários à conversão da vantagem comparativa brasileira em termos de seu elevado potencial mineral em novas jazidas e empreendimentos minerais, concorrem, em termos de políticas públicas setoriais, fatores como o avanço contínuo da melhoria do sistema de gestão pública do setor mineral e a ampliação do aporte de informações geológicas básicas oferecidas pelo governo.

O aprimoramento competitivo do setor passa também pela ampliação da capacidade do sistema de P D & I mineral e que deve permear toda a indústria extrativa mineral, sendo fundamental o desenvolvimento de competências regionalizadas, por meio da implantação de núcleos tecnológicos e laboratórios, bem como promover a articulação entre os centros de pesquisa já existentes e universidades como o setor produtivo. Devem também ocorrer a ampliação na formação de profissionais nas áreas de Geociências, Engenharia Mineral e capacitações correlatas, no sentido de suprir as necessidade já manifestadas no mercado, particularmente, em trabalhos nas áreas de prospecção e engenharia de minas.

O SETOR MINERAL PAULISTA

Desde o período colonial, os condicionantes naturais como clima, fisiografia e a fertilidade dos solos do Estado de São Paulo, aliados à quase sempre pouca expressão dos depósitos minerais clássicos então

conhecidos, sempre foram mais favoráveis a implantação da atividade agrícola, em detrimento dos empreendimentos minerais. Mesmo assim, entre as primeiras descobertas de recursos minerais em solo brasileiro,

ocorridas no século XVI, consta a localização de pequenos depósitos no território paulista, como as ocorrências auríferas aluvionares no sopé do Pico do Jaraguá e do minério de ferro associado ao maciço alcalino de Ipanema na região de Sorocaba (Abreu, 1973).

Nos séculos XVII e XVIII, as jazidas de ouro e diamante descobertas em Minas Gerais provocaram a primeira grande corrida da mineração no Brasil, orientando a interiorização dos pólos pioneiros de exploração mineral. Ao mesmo tempo, a incipiente economia de São Paulo sofria duro revés, provocada pelo êxodo de sua população em direção às terras mineiras, fazendo com que a antiga capitania perdesse território e dinamismo econômico ao longo do Século XVIII.

Foi apenas na passagem do Século XVIII para o XIX que, com base na atividade agrícola, iniciou-se efetivamente o processo de estruturação da economia paulista. Primeiro foram as plantações de cana de açúcar e posteriormente, de maneira mais vigorosa, a cultura do café foi impulsionando a ocupação do Estado para as porções interioranas, como o Vale do Paraíba, e os terrenos geológicos de topografia suavizada da Bacia do Paraná e entornos (regiões de Itu, Campinas e Piracicaba), chegando ao final do Século XIX às férteis terras roxas basálticas do nordeste paulista, próximas a Ribeirão Preto, onde surgiram à época as maiores e mais produtivas fazendas de café do mundo.

Na primeira metade do Século XX, a expansão das fronteiras agrícolas continuou ditando os rumos da

economia de São Paulo, estabelecendo as bases para o desenvolvimento industrial e a aceleração do crescimento urbano, que se deu no período pós 2ª Guerra Mundial.

Por sua vez, a implantação da mineração fez-se acompanhando o processo de desenvolvimento econômico entre os séculos XIX e XX. Inicialmente, eram empreendimentos artesanais que se estabeleciam próximos aos núcleos urbanos, produzindo, basicamente, matérias-primas para a construção civil (areia, cascalho e rochas trabalhadas manualmente – pedras marroadas) e argila junto a olarias, que, já no final do Século XIX, se proliferavam no Estado, aproveitando-se da abundância de jazidas de materiais argilosos. Ao longo do século passado, houve a paulatina diversificação e modernização da produção mineral, acompanhando a demanda da indústria emergente e o desenvolvimento urbano.

As características evolutivas socioeconômicas do Estado, aliadas à aptidão de seus terrenos geológicos de vocação, sobretudo, para minerais industriais, determinaram a configuração geográfica e o perfil produtivo da sua indústria mineral. Desta forma, a reboque do desenvolvimento urbano e industrial do Estado, a mineração paulista tem sua produção voltada predominantemente para o consumo doméstico, atuando no abastecimento da indústria de transformação, de insumos para agricultura e, de forma mais intensa, da construção civil.

MERCADO MINERAL PAULISTA

PERFIL ECONÔMICO DO MERCADO PRODUTOR

Pelas últimas estatísticas oficiais disponíveis (DNPM, 2006a), o Estado produziu o equivalente a R\$ 2,1 bilhões em 2005, o que correspondeu a 6,6% do total nacional (excluindo os hidrocarbonetos – petróleo e gás natural), situando-se como o 4º maior Estado produtor, abaixo de Minas Gerais (44,5%), Pará (21,9%) e Goiás (7,6%).

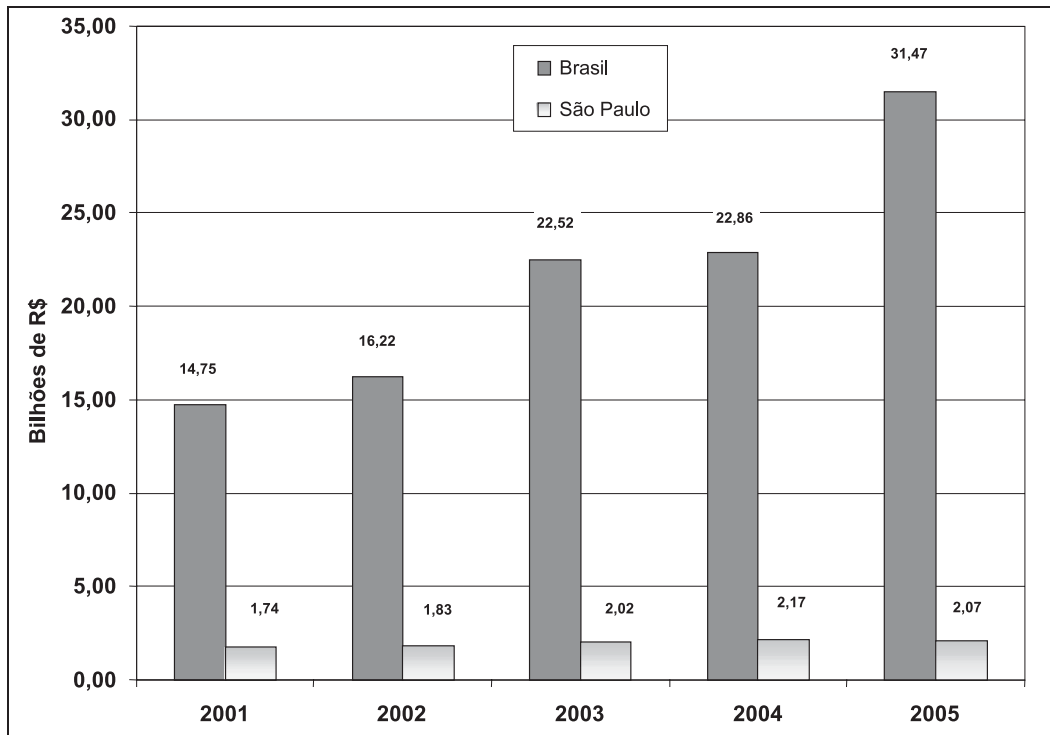
A Figura 4 apresenta a evolução do valor da produção mineral do Estado de São Paulo em relação à produção nacional (VPMB) entre os anos de 2001 e 2005. Nesse período, como visto na seção anterior, o VPMB cresceu de maneira robusta, alavancado, sobretudo, pela demanda de *comodities* metálicas no mercado internacional. Já a produção paulista, como será visto em mais detalhe adiante, por atender essencialmente o mercado doméstico, evoluiu com menos dinamismo, com uma expansão de cerca de 19%.

A Figura 5 mostra a distribuição da PMB nas principais unidades da Federação produtoras, individualizada por classes de bens minerais. Observa-se que o

Estado de São Paulo lidera destacadamente a produção dos bens minerais não-metálicos.

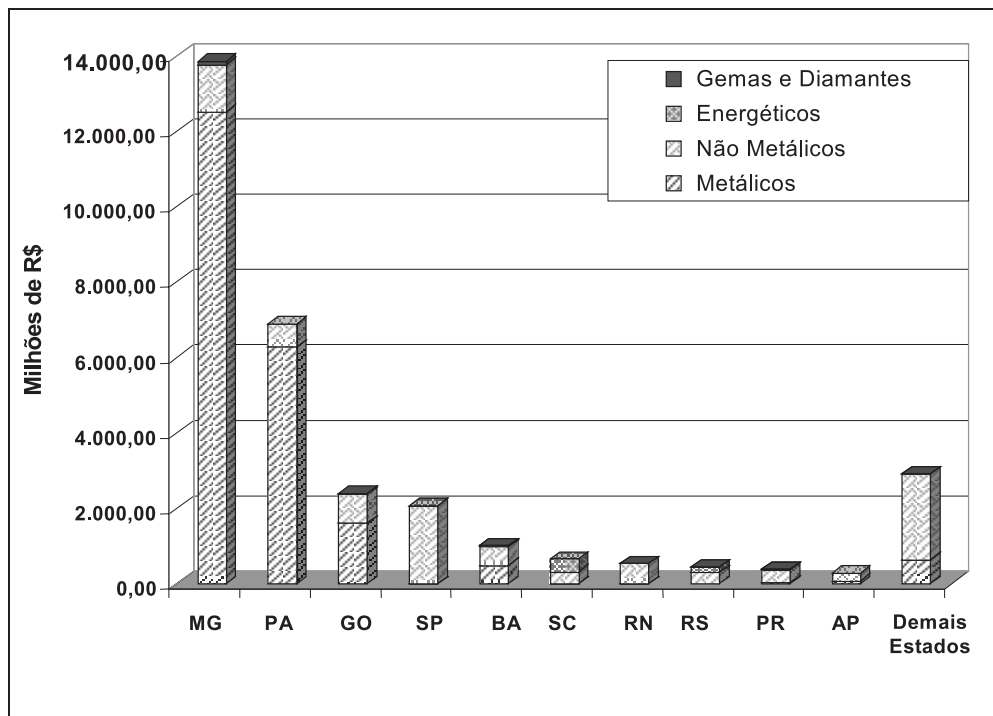
Esses significativos resultados da produção mineral de São Paulo são sustentados por inúmeras empresas dedicadas, especialmente, à produção de agregados para a construção civil (areia e rocha britada), de minerais industriais (areia industrial, argilas, calcário, fosfato e talco) e de água mineral.

A Tabela 2, elaborada a partir das informações do AMB (DNPM, 2006a), sintetiza as substâncias minerais produzidas no Estado, relacionando-se valores e quantidades comercializadas em 2005. Na sua formulação foram englobadas as substâncias similares de mesmo uso e padronizadas as unidades de medida de quantidade em tonelada. Assim, baseando-se nos dados oficiais, das 24 substâncias minerais produzidas no Estado, os agregados – areia e rocha britada, empregados *in natura* na construção civil, respondem por 67% do valor total aqui gerado e a 85% em termos de volume. As 6 principais substâncias abarcam, em conjunto, 95% do valor total produzido, representado



Fonte: elaborado a partir de informações do AMB 2002 - 2006 – (DNPM, 2002; 2003; 2004; 2005; 2006a).

FIGURA 4. Comparativo do VPM: Estado de São Paulo/Brasil - período 2001 a 2005.



Fonte: elaborado a partir de informações do AMB - DNPM, 2006a.

FIGURA 5. VPM da UFs em 2005.

TABELA 2. Substâncias minerais produzidas no Estado de São Paulo - ano base 2005.

SUBSTÂNCIA	VALOR		QUANTIDADE	
	R\$	%	t	%
Areia	846.293.040	40,81	75.420.426	51,49
Rocha britada	548.317.411	26,44	49.286.939	33,65
Água mineral	262.593.840	12,66	2.108.096	1,44
Calcário	151.542.460	7,31	9.755.423	6,66
Areia industrial	105.821.808	5,10	3.604.341	2,46
Fosfato	71.252.851	3,44	200.544	0,14
Caulim	21.965.621	1,06	139.419	0,10
Argilas comuns	15.946.196	0,77	4.661.565	3,18
Filito	12.251.324	0,59	243.705	0,17
Feldspato	6.534.679	0,32	33.674	0,02
Argilas plásticas	6.506.738	0,31	125.861	0,09
Bentonita e argilas descorantes	6.394.727	0,31	45.272	0,03
Dolomito	5.900.022	0,28	198.516	0,14
Rocha ornamental	5.686.556	0,27	269.187	0,18
Bauxita metalúrgica	1.851.241	0,09	131.818	0,09
Talco	1.515.639	0,07	56.391	0,04
Quartzito industrial	834.416	0,04	21.902	0,01
Argilas refratárias	761.696	0,04	65.560	0,04
Bauxita refratária	574.356	0,03	18.896	0,01
Ferro	572.968	0,03	74.758	0,05
Turfa	527.497	0,03	9.473	0,01
Cobre	145.870	0,01	183	-
Manganês	11.690	-	118	-
Calcita	4.780	-	686	-
TOTAL	2.073.807.426	100,00	146.472.753	100,00

Fonte: elaborado a partir de informações do AMB – DNPM, 2006a.

(1) Quantidade e valor correspondem ao total por substâncias, bruta e beneficiada (2) Rocha ornamental inclui as seguintes substâncias relacionadas no AMB: Quartzito Ornamental, Rochas Ornamentais - Outras, Rochas Ornamentais (granito e afins) e Rochas Ornamentais (Mármore e afins); (3) Fatores de conversão utilizados – Areia: 1m³ = 1,4 t; Rocha Britada: 1m³ = 1,5 t; Rocha Ornamental: 1m³ = 2,7 t

- A Turfa, apesar de constar no AMB como substância energética, tem seu uso como insumo agrícola.

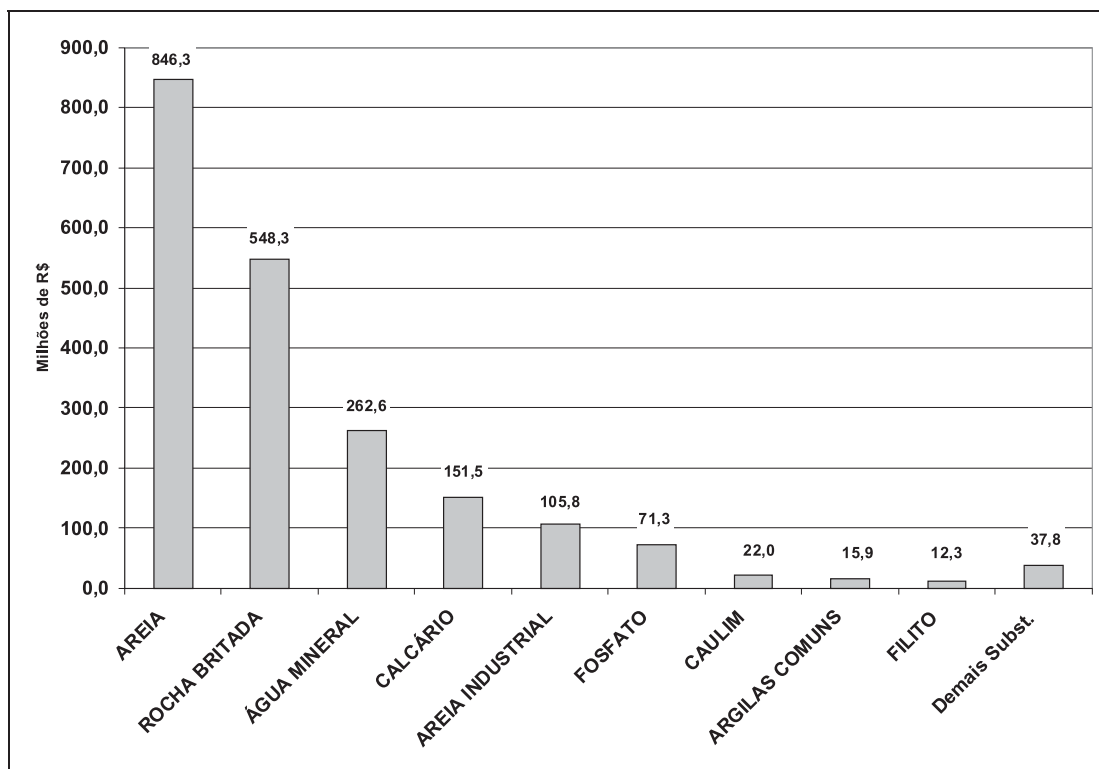
- As ínfimas produções registradas de bens minerais metálicos (ferro, cobre e manganês) podem não corresponder necessariamente à produção primária e sim a bens processados no Estado.

pelos três bens minerais de utilização direta ou indireta na indústria da construção civil (areia, rochas para brita e calcário para cimento e cal) e por água mineral, rocha fosfática e areia industrial. A Figura 6 ilustra as principais substâncias produzidas no Estado.

Levando-se em conta as limitações do sistema de coleta de informações do DNPM e a presença de parcela significativa de lavras informais, pode-se considerar que as estatísticas oficiais estejam subestimadas. Para meados da década anterior, autores como Obata & Sintoni (1997) chegaram a admitir que o volume

efetivamente produzido pudesse superar de 150% a 200% a quantidade oficialmente registrada. Atualmente, a melhor apuração dos dados pelo DNPM e a implementação de programas de regularização e fiscalização, sugere a diminuição da defasagem das estimativas. Portanto, pode-se inferir com segurança, que sejam lavradas anualmente no Estado pelo menos 200 milhões de toneladas de substâncias minerais.

Ainda quanto aos registros oficiais, estão gravados no território paulista cerca de 11.900 processos de direitos minerários (informações apuradas pelo IPT, 2007, em



Fonte: elaborado a partir de informações do AMB - DNPM, 2006 a.

FIGURA 6. Principais bens minerais produzidos no Estado de São Paulo – ano base 2005.

consulta ao sítio do DNPM em setembro/2007 - www.dnpm.gov.br), que se excluindo as áreas em disponibilidade (em torno de 1400), tem-se ao redor de 10.500 áreas oneradas no Estado. Desse total, cerca de 3.000 títulos estão habilitados legalmente para o exercício de lavra, por meio de diplomas de concessão, registro de licenciamento e registro de extração, estando na fase de requerimento para esses diplomas mais outros 10%.

Em termos do perfil produtivo, a mineração paulista abrange um conjunto expressivo de empreendimentos com características distintas quanto ao volume de extração, qualidade das substâncias, produtividade, grau de mecanização e uso de tecnologias de lavra e beneficiamento, bem como ao atendimento às exigências da legislação mineral e ambiental e, conseqüentemente, quanto ao controle ambiental dos empreendimentos. Segundo o AMB (DNPM, 2006a), das 530 minas catalogadas no Estado, 65% correspondem a pequenas minas e 31% a minerações de médio porte. O mesmo acontece com as usinas de beneficiamento, com os empreendimentos de pequeno e médio porte representando cerca de 80% do total (Tabelas 3 e 4). Deve-se levar em conta que o AMB não considera os empreendimentos com escala de produção declarada inferior a 10.000 t/ano, os quais somados ao universo das unidades produtoras compu-

tadas oficialmente configuram o amplo predomínio da pequena mineração no Estado.

O contingente de mão-de-obra envolvido diretamente e com vínculo formal nas empresas de produção, segundo as últimas estatísticas oficiais (AMB - DNPM, 2006a), situa-se em torno de 15 mil trabalhadores (especializados e não especializados). Nesse cômputo oficial, não são considerados outros postos de trabalho envolvidos nas fases de pesquisa, ou sem contrato de trabalho, em minerações clandestinas, e em lavras pelo regime de licenciamento (casos de areia e argila, que são expressivos no Estado) que não são contabilizados nas estatísticas.

Apesar da mineração em São Paulo, comparativamente com outras atividades econômicas, não gerar número significativo de empregos, ela compõe base de importantes cadeias produtivas, caso do setor construção civil, dos diversos segmentos da indústria cerâmica, das indústrias cimenteira e vidreira, e da agricultura.

ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS DE BASE MINERAL – APLs DE BASE MINERAL

Com relação à localização dos empreendimentos minerários, a grande maioria dos 645 municípios paulistas conta com alguma produção, legalizada ou

TABELA 3. Comparativo do porte das minerações.

Quantidade de Minas BR - Sudeste - SP: 2005					
	Grande	Média	Pequena	TOTAL	
				Qt.	%/BR
BRASIL	108	563	1784	2455	100
SUDESTE	68	299	756	1123	46
SP	14	169	347	530	22

Nos dados disponibilizados pelo DNPM, seguidos os seguintes critérios para classificação do tamanho da produção da mina (quantidade ROM- *run of mine*) e da quantidade processada nas usinas:

Grande: 1.000.000 < produção t/ano

Média: 1.000.000 > produção t/ano > 100.000

Pequena: 100.000 > produção t/ano > 10.000

(não são consideradas unidades com produção abaixo de 10.000 t/ano)

Fonte: elaborado a partir de informações do AMB – DNPM (2006a)

TABELA 4. Comparativo do porte das usinas de beneficiamento.

Quantidade de Usinas BR - Sudeste - SP: 2005					
	Grande	Média	Pequena	TOTAL	
				Qt.	%/BR
BRASIL	211	664	439	1314	100
SUDESTE	137	298	171	606	46
SP	58	142	80	280	21

Fonte: elaborado a partir de informações do AMB – DNPM (2006a).

não, havendo concentrações significativas em áreas como na Região Metropolitana de São Paulo, no cinturão Sorocaba-Itu-Campinas, no Vale do Paraíba Vale do Ribeira e adjacências (Itapeva, Apiaí e Capão Bonito).

Aspecto notável é que o fator geológico – existência de jazida –, de maneira isolada, ou associado a outros condicionantes favoráveis, como proximidade de mercados, base infra-estrutural privilegiada e cultura empresarial, tem conduzido a polarização da mineração em determinadas regiões no Estado, levando à constituição de aglomerados produtivos.

Em determinadas regiões, essas aglomerações de empresas de mineração chegam a constituir o que se vem conceituando como arranjos produtivos locais de base mineral. Nesses casos, as concentrações de empresas de mineração podem, no mesmo território, agregar indústrias de transformação intensiva dos insumos minerais produzidos localmente e, também, atrair outros segmentos da cadeia produtiva, como fornecedores de insumos (equipamentos e embalagens) e serviços, apresentando graus variados de interação entre os agentes empresariais e com organismos externos, como governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e inovação. Esse adensamento da cadeia produtiva de base mineral, asso-

ciado à interação, cooperação e aprendizado entre seus diversos elos e agentes externos, favorece o incremento da competitividade de todos os negócios associados localmente, com significativos ganhos ao pequeno empreendedor.

Cabral Junior (2008), por meio de procedimentos estatísticos, com o tratamento das variáveis emprego e número de estabelecimentos, identifica 30 potenciais arranjos produtivos locais de base mineral no Estado de São Paulo.

Como abordado pelo autor, exemplos típicos de APLs de base mineral em São Paulo, correspondem as inúmeras aglomerações mínero-cerâmicas que integram a produção de argilas e a fabricação de produtos de cerâmica vermelha e revestimentos. A distribuição desses aglomerados produtivos guarda íntima relação com os terrenos geológicos portadores das principais jazidas de argila. Em primeiro plano, distingue-se uma seqüência de APLs que acompanha a Depressão Periférica Paulista, associando-se às minerações que exploram a extensa faixa de afloramentos de rochas pelíticas permocarboníferas da Bacia do Paraná. Constituem uma faixa que se estende do sul do Estado (região de Itapeva) até a porção nordeste (região de São João da Boa Vista), praticamente contínua, e com regiões em que a aproximação das

concentrações industriais chega a formar uma amálgama de aglomerações. Os estudos de Cabral Junior (2008) indicam que este conjunto sequencial de aglomerados reúne a mais expressiva concentração de empresas de cerâmica vermelha e revestimento das Américas, configurando o que o autor designa de Cinturão Mínero-Cerâmico Paulista. Outros APLs mínero-cerâmicos ocorrem no Estado, distribuindo-se maneira isolada, com as principais aglomerações situando-se no oeste paulista, associadas às faixas lindeiras dos principais rios, de onde provém o suprimento mineral (rios Paraná, Tietê e Paranapanema).

Além dos mínero-cerâmicos, são reconhecidos por Cabral Junior (2008) outras modalidades de APLs de base mineral no Estado, com destaque as aglomerações especializadas na produção de agregados para construção civil (areia e rocha britada), rochas carbonáticas para fins industriais (cal e cimento) e agrícola, minerais industriais (filito, bentonita, caulim) e águas minerais.

Em vista das perspectivas positivas com relação à dinamização das economias locais, a partir do apoio aos pequenos empreendedores integrantes de aglomerados produtivos dos mais diversos segmentos econômicos, uma série de programas de fomento estão sendo conduzidos pelos governos e instituições de suporte empresarial (p. ex. Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), universidades e centros de pesquisa e inovação, no sentido de promover o desenvolvimento e o aprimoramento competitivo desses aglomerados e alçá-los às condições de verdadeiros APLs. Entre outras ações de incentivo, citam-se o apoio à melhoria da organização setorial, regularização de empreendimentos, intensificação da cultura de cooperação e do empreendedorismo, aperfeiçoamento tecnológico e incorporação de processos inovativos, bem como o estímulo à criação de serviços financeiros adequados ao APL (tipo cooperativas de crédito, fundo de aval, capital de risco, etc.).

CONTEXTO GEOLÓGICO E DESTINO DA PRODUÇÃO MINERAL PAULISTA

Quanto ao mercado da produção mineral paulista, a sua maior parte, é consumida dentro do próprio Estado, quando não insuficiente para abastecer o próprio mercado doméstico, e responde pelo abastecimento de boa parte do consumo de substâncias minerais utilizadas na construção civil, como insumos para agricultura e na indústria de transformação.

A Tabela 5 apresenta o destino das principais substâncias minerais produzidas no Estado de São Paulo. As informações obtidas no AMB (DNPM, 2006a) são coletadas nos RALs. Pelas informações gerais sobre o mercado consumidor e produtor mineral paulista (IPT, 1982 e 1995), pode-se supor que grande

parte da produção de destino não informado corresponde a vendas no próprio Estado.

Os agregados para construção civil – areia e rocha britada, pelo baixo valor unitário, são produzidos e comercializados mais localmente. O grande volume da produção de calcário é destinado às cimenteiras e corresponde, geralmente, a minas cativas, em que o segmento opera de maneira verticalizada, detendo as próprias jazidas. Apenas para uma substância – areia industrial – há uma comercialização em volumes relativamente expressivos para fora do Estado, sendo exportados anualmente cerca de 350.000 toneladas, principalmente para os mercados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Deste insumo mineral, São Paulo detém jazidas expressivas e de alta qualificação, concentrando a produção brasileira. São minerais industriais empregados mormente como matéria-prima básica na indústria vidreira e na fabricação de moldes em fundição, além de outros usos como fonte de sílica na indústria cerâmica e carga mineral em tintas, borrachas e plásticos (Luz & Lins, 2005). Tem ocorrido também o crescimento de vendas de argilas para outros estados, provenientes, particularmente, de minerações da região do APL de Santa Gertrudes.

A Tabela 6 relaciona os principais segmentos econômicos responsáveis pelo consumo das substâncias minerais produzidas no Estado e apresenta, de maneira sintética, as fontes geológicas de onde são lavrados esses recursos minerais.

Em termos gerais, os depósitos de minerais industriais paulistas estão associados aos antigos terrenos geológicos do embasamento cristalino, de idade pré-cambriana, às bacias sedimentares fanerozóicas, que recobrem o embasamento, casos das bacias do Paraná, Taubaté e São Paulo, e às coberturas mais jovens cenozóicas, de natureza aluvionar, praial e de alteração intempélica, que capeiam indistintamente áreas sedimentares e do cristalino. No embasamento pré-cambriano têm-se as principais explorações de jazidas de rocha para brita e fins ornamentais, nas faixas leste e sul do Estado, implantadas em maciços ígneos e metamórficos; os depósitos de feldspatos, em granitos e pegmatitos (Jundiá, Sorocaba e Socorro); e as minas de calcário (cal e cimento), dolomito, calcita e talco, associadas às faixas metamórficas carbonáticas dos grupos Açungui e São Roque no Vale do Ribeira e na região de Itapeva-Sorocaba. Nesse mesmo domínio metamórfico são minerados também filitos, quartzitos, ardósias e rochas assemelhadas. Jazidas de natureza ígnea, de idade mais recente, correspondem aos depósitos primários de fosfato e carbonatos de Jacupiranga e Ipanema, e às rochas basálticas da Bacia do Paraná lavradas para brita. Nas bacias sedimentares situam-se produções de areia para construção civil e

TABELA 5. Destino das principais substâncias minerais produzidas no Estado de São Paulo.

Substância	Destino	% Quant.		Substância	Destino	% Quant.	
		Benef.	Bruto			Benef.	Bruto
Areia	SP	88,46	77,14	Argilas	SP	44,90	91,17
	MG	0,75	0,60		ES	14,18	0,01
	MT	0,04	0,02		MG	1,90	0,20
	PR		1,14		RS	0,20	0,14
	RJ		0,18		PR	0,14	
	MS		0,10		RJ		0,14
	GO		0,03		M. Ext.		0,01
	NI	10,75	20,79		NI	38,68	8,33
Rochas para brita	SP	88,72	100,00	Caulim	SP	75,14	100,00
	MG	0,54			PR	23,38	
	RJ	0,23			NI	1,48	
	PR	0,16		Feldspato	SP	69,85	90,44
	MS	0,11			RJ	22,80	
	NI	10,24			MG	0,48	
Água Mineral	SP	88,17		SC		7,64	
	SC	2,48		NI	6,87	1,92	
	MS	1,64		Dolomito	SP	96,24	
	RJ	1,38			RJ	0,79	
	PR	0,83			NI	2,97	
	MG	0,75		Rochas Ornamentais	SP	70,42	80,99
NI	4,75		M. Ext.		23,00		
Calcário	SP	93,73	94,56		RS	2,15	
	MG	0,12	0,20		PR	1,99	
	GO	0,08			GO	1,63	
	PR	0,05			ES	0,81	
	MT		0,10	MG		15,85	
	NI	6,02	5,14	NI		3,16	
Areia Industrial	SP	68,06	91,58	Talco e Outras Cargas Minerais	SP	50,18	76,25
	MG	12,94			SC	21,88	11,70
	RJ	5,42	1,13		MG	3,10	
	NI	7,29	13,58		PR	2,73	5,43
Fosfato	SP	91,79			MS	2,47	
	MG	6,84			MT	2,02	
	SC	0,12		RS	0,55		
	NI	1,25		ES		2,61	
Turfa	SP	100,00	96,26	NI	17,07	4,01	
	NI		3,74				

Fonte: elaborado a partir de informações do AMB-DNPM, 2006a.

NI: destino não informado

M. Ext: Mercado Externo

industrial (entre outros, municípios de Analândia, Descalvado e Bofete), de calcário corretivo (regiões de Rio Claro e Limeira), de argilas descorantes (Vale do Paraíba), bem como as amplas faixas de rochas argilosas permocarboníferas, responsáveis pelo suprimento de matérias-primas às inúmeras aglomerações mínero-cerâmicas (cerâmica vermelha na Depressão Periférica Paulista, em municípios como Itapeva, Tatuí, Itu, Leme e Tambaú, e de revestimentos cerâmicos na região de Santa Gertrudes e Mogi-Guaçu).

Série importante de ocorrências de minerais industriais está relacionada às condições morfo-climáticas do período cenozóico em São Paulo, propícias a concentrações de depósitos residuais intempéricos e aluvionares. Nesse domínio geológico estão inseridas

jazidas de caulim (Mogi das Cruzes, Embu-Guaçu e Piedade), bauxita e argilas refratárias (Águas da Prata e Divinolândia), e as amplas faixas aluvionares quaternárias, dispostas ao longo dos principais rios do Estado, de onde são extensivamente minerados areia, cascalho, argila comum e, mais pontualmente, turfa. Ainda neste contexto aluvionar incluem-se depósitos de argilas plásticas e refratárias, como os de São Simão e Alto Tietê.

Afora isso, considerada a natureza dos domínios geológicos do território paulista, pode lhe ser atribuído bom potencial para ocorrência de novos depósitos de minerais industriais. A busca da efetivação desta favorabilidade geológica, por meio de trabalhos sistemáticos prospectivos e de pesquisa mineral, tem possibilidade

TABELA 6. Setores de consumo e fontes geológicas das principais substâncias minerais produzidas no Estado de São Paulo.

Substâncias	Setor de Consumo	Contexto Geológico
Areia	Construção civil	Sedimentos aluvionares e costeiros quaternários, formações arenosas da bacias do Paraná, Taubaté e São Paulo, e coberturas elúvio-coluvionares em rochas quartzo-feldspáticas do embasamento cristalino
Rocha Britada	Construção civil	Rochas ígneas e metamórficas: embasamento cristalino pré-cambriano e rochas básicas e alcalinas fanerozóicas
Água Mineral	Bebidas	Aqüíferos e fontes em terrenos cristalinos e sedimentares
Calcário	Cimento, Cal, Corretivos agrícolas, Siderurgia, Vidro, e Cerâmica	Unidades metamórficas pré-cambrianas e formações permianas da Bacia do Paraná
Areia Industrial	Fundição, Vidro, Cerâmica, e Tintas e vernizes	Formações mesozóicas da Bacia do Paraná, coberturas cenozóicas continentais e sedimentos praias
Argilas Comuns e Plásticas	Cerâmica e Cimento	Sedimentos aluvionares e formações paleozóicas da Bacia do Paraná
Fosfato	Fertilizantes e Ácido fosfórico	Maçiços alcalinos mesozóicos
Caulim	Cerâmica, Papel e celulose, Tintas e vernizes, Produtos farmacêuticos e veterinários, Fertilizantes, Vidro, e Borracha	Mantos de alteração intempérica em granitos e pegmatitos
Filito	Cerâmica, Construção civil, e Defensivos agrícolas	Unidades metamórficas pré-cambrianas (grupos Açungui e São Roque)
Feldspato	Cerâmica, Vidro, e Tintas e vernizes	Granitos e pegmatitos
Bentonita e Argila Descorante	Fundição, Descoramento/Recuperação de óleos, e Fertilizantes	Bacia terciária de Taubaté
Dolomito	Corretivos agrícolas, Siderurgia, Tintas e vernizes, e Vidro	Unidades metamórficas pré-cambrianas (Grupo Açungui)
Rochas Ornamentais	Construção civil	Maçiços ígneos e metamórficos pré-cambrianos, arenitos silicificados e basaltos da Bacia do Paraná
Bauxita Metalúrgica	Metalurgia do alumínio	Mantos de alteração intempérica em rochas alcalinas mesozóicas e granitóides pré-cambrianos
Talco	Cerâmica, Defensivos agrícolas, Borracha, e Tintas e vernizes	Unidades metamórficas pré-cambrianas (Grupo Açungui)
Quartzito Industrial	Siderurgia, Tintas e vernizes, Abrasivos, Perfumes, sabões e velas, e Cerâmica	Unidades metamórficas pré-cambrianas (Grupo São Roque)
Argilas Refratárias	Cerâmica	Sedimentos aluvionares quaternários e mantos de alteração intempérica em rochas alcalinas
Bauxita Refratária	Cerâmica e Sulfato de alumínio	Mantos de alteração intempérica em rochas alcalinas mesozóicas e granitóides pré-cambrianos
Turfa	Agricultura	Aluviões quaternários
Calcita	Tintas e vernizes, Plásticos, Tapetes e carpetes, Vidro, Borracha, e Cerâmica	Unidades metamórficas carbonáticas pré-cambrianas (Grupo Açungui)

Fonte: baseado em Cabral Junior & Almeida (1999); Sintoni & Tanno (1997); IPT (1982).

em se traduzir na definição de jazidas, que certamente devem ampliar a disponibilidade de matérias-primas minerais a um mercado consumidor promissor, doméstico e internacional, tanto para bens minerais primários, quanto para produtos minerais elaborados. Para tanto, deve-se levar em conta a importância da incorporação de tecnologias modernas nas campanhas exploratórias, como a avaliação geológica por meio de

modelagem metalogenética, uso de métodos geofísicos e geoquímicos e tecnologias computacionais na quantificação dos depósitos, as quais são usuais na prospecção de minerais metálicos e, praticamente, não empregadas aos minerais industriais. O mesmo deve ser considerado no desenvolvimento dos depósitos, com o incremento de práticas de caracterização tecnológica e de beneficiamento, no sentido de propiciar um melhor

conhecimento do desempenho funcional dos minerais industriais, garantindo maior agregação de valor aos produtos minerais das jazidas.

Entre os minerais e rochas industriais com perspectivas para a identificação de novos depósitos em São Paulo incluem-se argilas plásticas de queima clara e argilas fundentes para fins cerâmicos, caulim, filito, argilas industriais (bentonitas e adsorventes), areia industrial, rochas carbonáticas, feldspato e rochas feldspáticas, wollastonita, rochas ornamentais, entre outros.

MERCADO CONSUMIDOR MINERAL PAULISTA

De modo geral, o processo de desenvolvimento econômico por que tem passado o Brasil, principalmente a partir da década de 1950, ainda que desacelerado circunstancialmente em algumas épocas de crises econômicas, vem sendo responsável por uma demanda sempre crescente de recursos minerais.

O Estado de São Paulo, em particular, concentrou a mais expressiva e diversificada economia industrial do País, com muitos setores altamente dependentes de insumos de origem mineral, chegando-se a se equiparar aos mercados consumidores da Europa e dos Estados Unidos. As indústrias consumidoras paulistas abastecem-se de substâncias minerais, na forma de bens primários, semimanufaturados, manufaturados e de compostos químicos, produzidas no próprio Estado ou importadas de outras unidades da federação ou do exterior.

A despeito da carência de informações atualizadas sobre a demanda mineral (o único levantamento sistemático sobre o dimensionamento da demanda de bens minerais no Estado foi efetuado por IPT no início da década de 1980 - Mercado Consumidor Mineral Paulista IPT, 1982), é evidente a importância do papel das substâncias minerais na indústria paulista, onde são empregadas nas mais variadas formas, como matéria-prima principal, com auxiliares de processo e aditivos. Trata-se de um complexo universo de consumo, com cerca de 50 segmentos dos mais diversos setores industriais, indo da construção civil, siderurgia, cimento, cerâmicas, indústrias químicas diversas, até a fabricação de bebidas, sendo responsáveis pela absorção de mais de 70 variedades de substâncias.

A Tabela 7 apresenta um resumo da matriz de consumo mineral no Estado. Nela são destacadas 55 variedades de substâncias, relacionadas a 42 segmentos de consumo. Desse total, pode se estimar que 8 substâncias (15%) correspondem àquelas cuja produção estadual consegue responder de forma expressiva, quando não total, pelo abastecimento, 7 (13%) àquelas cuja produção interna responde de forma parcial e minoritária, e as 40 restantes correspondem a bens minerais importados de outros estados e mesmo de outros países.

O detalhamento dos aspectos relacionados às características da matriz de consumo, de cujo conhecimento o Estado não dispõe de forma atualizada e sistemática, constitui uma das bases para a identificação e formulação de ações dentro de uma política mineral considerando-se, por exemplos, os seguintes aspectos:

- a) Os bens minerais produzidos no Estado e que conseguem atender o consumo de forma expressiva ou total, essencialmente os de utilização básica na indústria da construção civil (areia e rochas para produção de agregados, calcário para cimento, argila para cerâmica vermelha e revestimento), entre outros, pelas suas condicionantes geológicas e de localização geográfica, têm suas atividades de extração associadas, real ou potencialmente, a conflitos com outras formas de ocupação territorial (como urbana e agrícola) e com as disposições de conservação ou preservação ambientais, o que pode ser também decorrente de práticas operacionais tecnicamente deficientes. Em áreas de concentração geográfica da produção (aglomerações produtivas de base mineral), essas situações conflituosas e os impactos ambientais da atividade mineral podem ter efeito cumulativo, no que a atuação do poder público, notadamente quanto à implementação do ordenamento territorial geomineiro, pode favorecer o desenvolvimento das aglomerações produtivas de base mineral.
- b) Substâncias com pouca ou nenhuma produção no Estado podem estar refletindo, quando não a ausência de reservas, tanto a qualidade intrínseca do minério para determinados aplicações, como, também, a necessidade do desenvolvimento de processos inovativos de lavra e beneficiamento. Alguns casos de reservas não existentes ou pouco expressivas em relação à demanda, em função da existência de terrenos geológicos potenciais, pode ser sugestivo para investimentos em exploração mineral, abrindo perspectivas para a ampliação da produção e para novos negócios minerais no Estado (p.ex. argilas especiais para fins industriais, argilas plásticas de queima clara, caulins, rochas feldspáticas, wollastonita, rochas ornamentais, entre outras).
- c) Para qualquer substância que se considere é importante que se aperfeiçoe a relação entre as qualificações do produto mineral disponível e as especificações padrões de entrada do minério nas instalações industriais consumidoras, o que pode levar a agregação de valor aos produtos minerais e a ganhos de competitividade das cadeias produtivas de base mineral.

TABELA 7. Matriz de consumo de substâncias minerais selecionadas no Estado de São Paulo.

	agalmatolito	ágata	amianto	areia	argilas	barita	bauxita	bentonita	boratos	calcário	calcita	carvão	cassiterita	caulim	cianita	clorato K	clorato Na	cromita	diamante	diatomito	dolomito	enxofre	feldspato	filito	fluorita	gemas	gipsita	grafita
abrasivos					■		■	■			■			■						■	■		■		■			
ácidos (F-P-S)																							■		■			
açúcar																					■		■					
bebidas			■					■													■							
bijut./adornos/decoração		■																									■	
borracha	■							■			■			■							■		■					■
cal/calcário agrícola										■											■							
cerâmica				■	■		■			■	■	■		■	■					■	■		■	■				■
cimento				■	■		■			■	■	■									■	■			■		■	
cloratos (K-Na)																	■	■										
construção civil (rev/cant)																												
construção civil (agregado)				■	■																							
defensivos agrícolas					■									■								■			■			
eletrodos para solda			■				■	■			■			■			■	■			■		■		■			■
explosivos				■	■					■										■		■						■
ferro-ligas						■				■																■		
fertilizantes								■		■				■		■												■
fibrocimento			■							■																		
fundição				■	■					■	■								■		■				■			■
gesso natural																												■
hidróxidos (Na-Cl-H)																		■										
isolantes			■		■					■				■							■	■						
joalheria																				■							■	
laminas perfuração						■		■																				
lubrificantes					■																■							■
material de fricção			■			■									■													■
não-ferrosos				■	■		■			■		■					■	■			■					■		■
nitrato K																												
óleos comestíveis					■																■							
papel/celulose															■						■		■					
perfumes/velas/sabonetes	■				■			■							■						■	■						■
pilhas/baterias																												■
plásticos			■							■	■				■						■							■
produtos asfálticos			■	■	■					■	■	■									■	■						
produtos farm/veterinários											■				■						■		■					
rações										■					■													
siderurgia				■	■		■			■		■									■				■			
silicato Na				■	■																							
sulfato Mn											■																	
tapetes/carpetes											■																	
tintas/vernizes	■		■	■	■	■				■	■				■					■	■		■		■			■
vidros					■					■	■				■						■	■		■		■		■

continua...

	ilmenita	magnesita	mica	minério Fe	minério Li	minério Mn	minério Mo	minério Ni	minério Pb	minério Sb	minério V	minério W	nitra/carb Na	perlita	pirofilita	quartzito	quartzo	rochas fosfat.	rocha brit.	rocha ornam.	rutilo	silex	talco	turfa	vermiculita	wollastonita	zirconita
abrasivos	■			■											■	■	■										
ácidos (F-P-S)																		■									
açúcar														■													
bebidas														■													
bijut./adornos/decoração																											
borracha			■																				■				
cal/calcário agrícola																							■				
cerâmica		■	■			■							■		■	■	■					■	■			■	
cimento				■																							
cloratos (K-Na)																											
construção civil (rev/cant)																						■					
construção civil (agregado)																		■									
defensivos agrícolas																							■				
eletrodos para solda	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
explosivos						■				■			■				■						■				
ferro-ligas	■			■		■	■	■				■					■						■			■	
fertilizantes																		■						■	■		
fibrocimento																											
fundição				■													■									■	
gesso natural																											
hidróxidos (Na-Cl-H)																											
isolantes			■														■								■		
joalheria																											
laminas perfuração																											
lubrificantes																											
material de fricção			■																				■				
não-ferrosos				■			■	■	■	■		■															
nitrate K													■														
óleos comestíveis																											
papel/celulose																								■			
perfumes/velas/sabonetes																■							■				
pilhas/baterias						■																					
plásticos			■																					■			
produtos asfálticos															■		■										
produtos farm/veterinários													■	■										■			
rações																											
siderurgia				■		■										■											
silicato Na																											
sulfato Mn						■																					
tapetes/carpetes																											
tintas/vernizes			■		■	■							■			■	■						■			■	
vidros																■	■									■	



Substâncias cuja produção paulista atende a considerável parte da demanda



Substâncias cuja produção paulista atende de forma parcial e minoritária a demanda



Substâncias com pouca ou nenhuma produção no Estado

GARGALOS TECNOLÓGICOS E DESAFIOS AO DESENVOLVIMENTO DA MINERAÇÃO NO ESTADO

A indústria mineral paulista, ainda que expressiva e que apresente vários casos de alto padrão tecnológico de planejamento e operação mineira, padece ainda de aperfeiçoamento em vários de seus aspectos ao se considerar, principalmente, a permanente obrigação de racionalizar o aproveitamento das substâncias minerais, um recurso natural e não renovável.

De maneira geral, as deficiências tecnológicas estão associadas a todas as etapas do aproveitamento mineral, principalmente quando se trata da pequena empresa, que, como visto, corresponde a grande maioria do setor produtivo no Estado. Parcela considerável das minerações ressentem-se de investimentos na pesquisa geológica das jazidas e na caracterização tecnológica dos minérios, no planejamento das operações de lavra, beneficiamento e recuperação ambiental dos empreendimentos, e na modernização tecnológica nos métodos, procedimentos e equipamentos; de incorporação de gerenciamento ambiental como item de investimento; de melhor aproveitamento e disposição dos rejeitos e do material estéril; de utilização de profissionais tecnicamente capacitados; de adequação a normas técnicas oficiais; e de carência de acesso às informações sobre a dinâmica do setor (tecnologia, mercado e legislação).

A falta de ações de planejamento por parte dos poderes públicos e a carência de adoção de procedimentos técnicos adequados no planejamento e desenvolvimento das minas, têm gerado conflitos da mineração com outras formas de uso do solo, em muitos casos com desconforto e riscos às comunidades circunvizinhas. Aliado a isso, as deficiências de controle e a não recuperação ambiental satisfatória das áreas mineradas têm causado uma série de outros impactos indesejáveis ao meio ambiente, como alteração da paisagem, desmatamentos, deflagração de processos de erosão e assoreamento, emissões de ruídos e vibrações, e poluição do ar e da água.

Dessa forma, em um território em grande parte já densamente ocupado e com tendência de demanda crescente pelo uso de seus recursos naturais, a mineração enfrenta outros desafios no Estado, além dos impositivos de modernização tecnológica por parte do setor produtivo. A primeira limitação refere-se à preocupação com a qualidade do meio ambiente, que por meio de leis restritivas e a criação de zonas protegidas (áreas de proteção ambiental, parques e reservas) interferem diretamente na disponibilidade dos recursos minerais. Adicionalmente, há um conjunto de fatores que se apropriam de amplos espaços geográficos e competem com a mineração, tais como

a expansão urbana, o adensamento da ocupação agrícola e a demanda cada vez maior por recursos hídricos para abastecimento, irrigação e geração de energia.

Tudo isto vem ocasionando a indisponibilização progressiva de reservas minerais em determinadas regiões do Estado. Casos típicos em termos de restrição de jazidas e alta pressão de demanda ocorrem com os agregados para construção civil – brita e areia na Baixada Santista e com agregado miúdo (areia) na Região Metropolitana de São Paulo que são trazidos cada vez mais de longas distâncias elevando o preço destes produtos nos mercados locais. Problemas similares de escassez dizem respeito às reservas de argila e agregados no Oeste Paulista. Nesta região, a instalação de usinas hidrelétricas fez com que seus reservatórios inundassem áreas de grande potencialidade ou mesmo tradicionalmente produtoras de recursos minerais, situadas nas planícies aluviais dos principais rios da região (Paraná e seus afluentes Paranapanema, Tietê, Aguapeí e Peixe). Os lagos formados têm causado a esterilização precoce das jazidas, prejudicando as atividades mínero-industriais e as próprias economias locais.

Sendo a mineração uma atividade econômica fundamental, compondo a base de importantes atividades econômicas, a dificuldade no controle da disponibilidade futura de insumos minerais coloca em risco a competitividade ou mesmo, em determinadas circunstâncias, o próprio desenvolvimento sustentado das cadeias produtivas relacionadas.

Constata-se, portanto, que, como observado por Bitar et al. (2000), se estabelece um binômio complexo e polêmico nas relações do desenvolvimento da mineração paulista em face do desafio de sua própria sustentabilidade: assegurar o suprimento futuro de matérias-primas minerais e, ao mesmo tempo, garantir a qualidade das condições ambientais, e a sua coexistência de maneira harmônica com outras atividades econômicas e com as demais formas de uso do espaço territorial. A solução dessa equação passa necessariamente pela promoção de ações e projetos setoriais dirigidos ao planejamento, ordenamento e aprimoramento tecnológico da atividade de mineração no Estado.

Esses desafios tecnológicos e de gestão do setor mineral, têm, em termos de resolução ou otimização, muito a ver com a ação pública, além da responsabilidade de modernização que cabe ao próprio setor produtivo, até por uma questão de competitividade e sobrevivência.

DIRETRIZES DE POLÍTICAS PARA ORDENAMENTO E APRIMORAMENTO TECNOLÓGICO E COMPETITIVO DO SETOR MINERAL PAULISTA

Os cenários de mercado, em suas diversas dimensões, sugerem uma expectativa de contínua ampliação da produção mineral do Estado de São Paulo. Para fazer frente a uma pressão crescente de demanda, o setor produtivo paulista, apesar de possuir segmentos relativamente estruturados, tem um perfil assimétrico em tecnologia e capital e conta com um contingente significativo com defasagens tecnológicas e tratamento inadequado da questão ambiental. Quanto à gestão pública, há necessidade de políticas governamentais voltadas ao desenvolvimento da atividade mineral em bases sustentáveis, o que requer a formulação e execução de ações para planejamento e ordenamento da mineração, e de suporte ao setor empresarial em programas de aperfeiçoamento tecnológico e competitivo.

Nesse contexto, é delineado, a seguir, um conjunto de diretrizes abrangentes de políticas de promoção do setor mineral, tendo-se como referência o aproveitamento racional dos recursos minerais no Estado.

- a) **Criação de um órgão estadual gestor do setor mineral:** apesar do aparato da administração pública estadual relacionada ao setor mineral, é reconhecido que tal estrutura não tem oferecido as condições mais adequadas para administrar as questões relevantes da indústria mineral paulista. A ausência de uma política mineral explícita tem concorrido para uma dispersão da utilização das competências na Administração Pública Estadual e das capacitações instaladas nos centros de pesquisa e universidades, o que tem afetado a otimização da inserção do aproveitamento dos recursos minerais no processo de desenvolvimento econômico e social do Estado. Como política estruturante setorial, uma peça fundamental é a criação de uma unidade que assuma as atribuições estaduais sobre a gestão do setor, por meio da instituição de uma unidade específica na Administração Pública Direta voltada para a formulação, coordenação e execução da política mineral em São Paulo.
- b) **Desenvolvimento de um sistema de informações sobre a indústria mineral paulista:** para dar suporte às ações de planejamento do Estado e constituir uma plataforma de informações ao setor produtivo, há necessidade da montagem e implantação de um sistema informatizado de registro, acompanhamento e fiscalização da indústria mineral de São Paulo, em convênio com o Governo Federal (Departamento Nacional da

Produção Mineral-DNPM / Ministério das Minas e Energia-MME).

- c) **Implantação de programa de estudos do setor mineral – “Observatório Mineral”:** dirigido, entre outras ações, à caracterização continuada da estrutura produtiva e de mercado do setor mineral do Estado, dos fluxos de comercialização entre o mercado paulista e regiões de importação (doméstica e internacional), e identificação de tendências de mercado e tecnológicas do setor mineral, com vistas a subsidiar a elaboração de políticas para aprimoramento competitivo da indústria extrativa mineral e das atividades econômicas agregadas no Estado.
- d) **Promoção do ordenamento territorial geomineiro:** a disputa crescente pelo espaço territorial por diferentes formas de uso e ocupação, e as limitações ambientais à implantação de atividades econômicas, determinam importante papel ao poder público, em especial o local, no ordenamento territorial dos municípios. Para garantia do suprimento qualificado de insumos minerais em atendimento às demandas da sociedade de forma geral, é necessária a inclusão da mineração nos instrumentos de planejamento e gestão pública municipal, de modo a compatibilizar o desenvolvimento da atividade mineral com outras vocações econômicas do seu território e com a preservação ambiental. Isto pode ser obtido, à medida que se efetue um planejamento adequado, lastreado pela integração de conhecimentos abrangendo o meio físico, biótico e das vocações naturais do seu território, e que pode ser institucionalizado no seu Plano Diretor Municipal. As referências para ordenamento territorial geomineiro deve buscar a compartimentação do meio físico em áreas mais ou menos apropriadas ao desenvolvimento da atividade mineral (zoneamento minerário) e a parametrização de procedimentos gerais para instalação e operação dos empreendimentos minerários, incluindo o controle e recuperação ambiental de áreas mineradas.
- e) **Aproveitamento otimizado da dotação mineral:** importante desafio tecnológico está relacionado à ampliação e diversificação da disponibilidade de recursos minerais, a partir do desenvolvimento de técnicas e modelos exploratórios, e de pesquisa mineral aplicáveis às condicionantes do arcabouço geológico paulista, bem como a melhoria da qualidade dos produtos

minerais ofertados ao mercado, por meio do aprimoramento de tecnologia de lavra e beneficiamento, e pelo desenvolvimento de substitutos minerais de melhor performance na aplicação industrial (economia de consumo).

- f) **Adoção de “Programas de Produção mais Limpa”**: atuando na apropriação de recursos naturais, a mineração caracteriza-se como uma atividade potencialmente modificadora do meio ambiente, podendo, provocar, em maior ou menor intensidade, uma série de impactos ambientais indesejáveis. A minimização desses impactos e a recuperação ambiental das áreas afetadas pela mineração, podem ser plenamente alcançadas por meio da aplicação de técnicas adequadas de planejamento, operação e controle das atividades produtivas. Práticas complementares de minimização de impactos, como maximização do aproveitamento de reservas, redução da geração de resíduos e de emissões gasosas, associado a programas de responsabilidade social (integrando os empreendimentos com a comunidade circunvizinha) deve ser incentivados no sentido de imprimir bases mais sustentáveis ao empreendimento e garantindo maior visibilidade da

importância da atividade mineral para o seu território. Outra linha prioritária de pesquisa e desenvolvimento para otimização do uso de recursos minerais e redução de impactos e passivos ambientais está relacionada ao aproveitamento de resíduos industriais e rejeitos de mineração. Isto pode ser feito, por exemplo, por meio da reciclagem de entulho de construção civil e a aplicação industrial de finos de portos de areia, pedreiras e serrarias de rocha, entre outros.

Ressalta-se que o perfil da mineração paulista, estruturada em uma constelação de empreendimentos de pequeno porte, favorece a implementação de políticas de promoção do setor tendo como recorte os seus principais arranjos produtivos de base mineral. A dinamização dos APLs, por sua vez, poderá se dar pela implementação de políticas para fortalecimento das estruturas de governança local, de estímulo a maior articulação e cooperação entre os diversos atores que interagem localmente no setor, do engajamento do poder público para promover a inclusão da mineração no ordenamento territorial da região, e do estreitamento dos vínculos entre os APLs e o Sistema Paulista de C&T&I, visando colocar o conhecimento gerado nessas instituições a serviço do sistema produtivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o suporte do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq para o desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, S.F. **Recursos minerais do Brasil**. Editora Edgard Blücher, 2ª. ed., v. 1, 324 p., 1973.
2. BITAR, O.Y.; SHOJI, W.; CABRAL JUNIOR, M. Geotecnologia: tendências e desafios. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 3, p. 78-90, 2000.
3. CABRAL JUNIOR, M. **Caracterização dos arranjos produtivos locais (APLs) de base mineral no Estado de São Paulo: subsídios à mineração paulista**. Campinas, 2008. 283 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Unicamp.
4. CABRAL JUNIOR, M. & ALMEIDA, E.B. Geologia e principais aplicações dos minerais industriais no Estado de São Paulo. In: ENCONTRO DE MINERADORES E CONSUMIDORES, 7, 1999, Rio Claro. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 1999, p. 1-3.
5. CALAES, G.D. **Planejamento estratégico, competitividade e sustentabilidade na indústria mineral: dois casos de não-metálicos no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT/CNPq/CYTED, 242 p., 2006.
6. COELHO, J.M.; MELLO, E.F.; FERREIRA, G.E.; MOTTA, J.F.M.; CABRAL JUNIOR, M. A competitividade dos minerais industriais brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIO E METALÚRGIA EXTRATIVA – ENTMMME, 21, 2005, Natal. **Anais...** Natal: UFRN/CEFET-RN, 2005, v. 2, p. 372-379.
7. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM – **Anuário Mineral Brasileiro 2002**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2002. Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
8. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM – **Anuário Mineral Brasileiro 2003**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2003. Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
9. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM – **Anuário Mineral Brasileiro 2004**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2004. Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
10. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM – **Anuário Mineral Brasileiro 2005**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2005. Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
11. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM – **Anuário Mineral Brasileiro 2006**.

- Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2006 (a). Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
12. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPm – **Sumário Mineral Brasileiro 2006**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2006 (b). Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
 13. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPm - **Sumário Mineral Brasileiro 2007**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2007 (a). Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
 14. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL– DNPm - **Informe Mineral 2007 – 1º Semestre**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2007 (b). Disponível: < www.dnpm. gov. br >.
 15. DUAİLÍBI FILHO, J. A Indústria de Cerâmica Vermelha no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 51, 2007, Salvador. **Palestra...** São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 2007.
 16. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Programa de planejamento e tecnologia de aproveitamento de recursos minerais e desenvolvimento da indústria de mineração do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 50 p., 2007.
 17. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Formulação de diretrizes básicas para o planejamento, gestão e desenvolvimento do setor mineral paulista**. São Paulo: IPT, 71 p., 2002.
 18. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo: levantamento e análise**. São Paulo: Publicação IPT, 188 p., 1995.
 19. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mercado Consumidor Mineral do Estado de São Paulo: levantamento e análise**. São Paulo: Publicação IPT, 361 p., 1982.
 20. LUZ, A.B.DA & LINS, F.A.F. In: LUZ, A.B.DA & LINS, F.A. (Editores). **Rochas e minerais industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MME, p. 107-126, 2005.
 21. MACHADO, I.F. Dossiê Recursos Minerais: Indústria Mineral. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 41 - 65, 1998.
 22. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Sinopse 2007 Mineração & Transformação Mineral (Metálicos e Não-Metálicos): Brasília: Ministério de Minas e Energia / Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**, 2007. Disponível: < www.mme. gov. br >.
 23. OBATA, O.R. & SINTONI, A. Bases para o planejamento da mineração no Município de São Paulo. São Paulo: Trabalho apresentado na sessão **“Uma Política Pública Para Mineração”**, da Comissão Especial de Estudos Sobre a Mineração Urbana instituída pela Câmara Municipal de São Paulo, 1997.
 24. SINTONI, A. & TANNO, L.C. Minerais industriais e de uso social: panorama do mercado consumidor no Brasil. **Brasil Mineral**, n. 147, p. 34-39, 1997.
 25. VALE, J.E. Visão de futuro da mineração: horizonte 2015. In: FERNANDES, F.R.C.; MATOS, G.M.M.; CASTILHO, Z.C.; LUZ, A.B (Editores), **Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral**. Rio de Janeiro: CETEM/MME, p. 351-372, 2007.

APÊNDICES

- (1) As classificações de substâncias minerais citadas na literatura nacional e internacional apresentam variações de critérios conforme as finalidades a que se propõem, podendo ser baseadas em critérios essencialmente mineralógicos, técnico-geológicos, comerciais ou até mesmo legais. Uma das classificações mais usuais subdivide os minérios em metálicos, não-metálicos, energéticos, gemas e águas, que podem, a depender do interesse, apresentar subdivisões mais detalhadas.

Já há algum tempo, vem se adotando na literatura técnico-científica a referência à classe dos minerais industriais, havendo diferentes conceituações e abrangência para esse agrupamento de substâncias. Entendem-se como Rochas e Minerais Industriais, ou, simplesmente Minerais Industriais, todas as substâncias minerais que se destinam à indústria de transformação, construção civil, agricultura e indústria extrativa mineral, excetuando-se os minérios destinados à obtenção de metais, energia e gemas. Compreendem basicamente rochas e minerais de natureza não-metálica que, por suas propriedades físicas e químicas, são empregados em produtos ou em processos nos mais diversos segmentos industriais (em usos como em cerâmicas, cimento, fertilizantes, abrasivos, pigmentos, como cargas, entre outros), na construção civil e na agricultura (Cabral et al., 2005).

- (2) As informações constantes no Anuário Mineral Brasileiro - AMB, são oriundas dos Relatórios Anuais de Lavra (RALs) apresentados pelas empresas com empreendimento mineiro em lavra pelo sistema RAL, via internet, sendo de responsabilidade da mineração, portanto auto declarada. Para alguns casos específicos, como os materiais para construção - areia e rocha para brita, a coleta dos RALs são completadas com outras informações provenientes de associações e sindicatos de classe de produtores e confrontadas com a produção de cimento.

As substâncias com valores de produção mais subestimados são as argilas comuns, lavradas para cerâmica vermelha e revestimentos via seca, e areia para construção civil, cujos segmentos produtivos concentram a informalidade da mineração no Estado. Somente para argila, pelas informações disponíveis sobre a produção cerâmica paulista (Anicer – Associação Nacional da Indústria Cerâmica e Aspacer – Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento), pode-se inferir que é lavrada anualmente mais de 20 milhões de toneladas, 330% superior a quantidade indicada no AMB.

*Manuscrito Recebido em: 1 de abril de 2008
Revisado e Aceito em: 25 de novembro de 2008*