

POTENCIALIDADE MINERAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Antonio Roberto SAAD¹⁻²
Mario Lincoln De Carlos ETCHEBEHERE³
Paulo Cesar PRESSINOTTI⁴
Rubens Borges da SILVA³
Vilma Alves CAMPANHA⁵⁻⁶

Resumo

O território paulista apresenta uma série diversificada de ocorrências minerais. Destacam-se, entre os elementos metálicos: sulfetos de metais base (Pb, Zn, Cu), ouro, estanho, volfrâmio, ferro, elementos terras-raras, manganês e bauxito. Dentre as mineralizações não-metálicas, há destaque para fertilizantes (apatita), diversos minerais industriais (fluorita, talco, areia para fundição, pegmatitos cerâmicos, rochas carbonáticas, barita e argilas especiais), gemas (principalmente diamante), rochas ornamentais e material de cantaria. Face à proximidade de um formidável mercado, destaca-se a exploração de diversos materiais para construção civil (agregados). Constam ainda do contexto mineral, abundantes recursos hídricos subterrâneos e discretas ocorrências de material energético (turfas, carvões, rochas oleígenas). Tal leque de mineralizações, associado a um contexto geológico igualmente diversificado, delineiam um bom potencial mineral para o Estado de São Paulo. A arraigada idéia de que o Estado teria “vocação” mineral restrita a bens afeitos à indústria da construção civil ou que grandes jazimentos, se houvesse, já teriam sido detectados face à intensa ocupação populacional, contribui para que investidas exploratórias acabem sendo dirigidas para outras unidades da federação, em geral menos conhecidas geologicamente. O presente artigo procura mostrar um panorama diferente de São Paulo, portador de um bom potencial geológico para investimentos exploratórios que busquem a descoberta de jazimentos diversificados. O sucesso alcançado na exploração mineral conduzida por instituições governamentais certifica esta potencialidade, como demonstram as descobertas dos depósitos do Correias (o maior de Sn e W no Brasil meridional), Saltinho (o segundo maior depósito de fluorita do País) e diversos jazimentos de turfa, efetuadas nos anos 80.

Palavras-chave: potencial mineral, mineralizações, ocorrências minerais, exploração mineral, jazimentos, São Paulo.

Abstract

The São Paulo State territory presents a large number of diversified kinds of mineral occurrences. Among them, it could be mentioned the following types: (a) Metallic ores (base metals of sulfide type, gold, iron, manganese, rare-earth elements, tin, tungsten and bauxite deposits); (b) fertilizers (apatite in carbonatitic complexes); (c) industrial minerals (talc, fluorite, barite, special clays, gemstones — chiefly diamonds —, carbonate rocks, ceramic pegmatites, and dimension stone); (d) aggregates (sand, crushed rock, brick clays, etc.); (e) some occurrences of energetic minerals (coal, boggy material, tar sands and oil shales); and (f) expressive ground-water resources. Large amounts of aggregates have been produced in the São Paulo State due to the high demand for that material since this State is the most populous of the entire Brazilian country. This factor has contributed to the misconception of a mineral endowment of São Paulo State restricted to construction material (ceramic clays, sand, crushed stones, carbonate rocks, dimension stones, etc.). This paper presents a quite different idea, that is, the São Paulo State has a good and unexplored mineral potential for a great number of mineralization types. Some reasons can be mentioned in order to sustain this idea: (a) the variety of mineral occurrences; (b) the diversified geological setting; (c) the relative good geological data-base; and (d) the technical success obtained in exploration efforts conducted by governmental agencies in the 1980's, including the discovery of the largest Sn-W deposit of southern Brazil (Correias), the Saltinho fluorite deposit (the second greatest one in Brazil), and various bog deposits to mention a few examples.

Keywords: mineral potential, mineralizations, mineral occurrences, mineral exploration, ore deposits, São Paulo State.

1 - Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), câmpus de Rio Claro, SP

2 - Universidade Guarulhos (UnG), Guarulhos, SP

3 - Pós-Graduação IGCE - UNESP, câmpus de Rio Claro, SP
e-mail: mlincoln@rcb000.uesp.ansp.br

4 - R. Edson, 652, São Paulo, SP - CEP: 04618-032

5 - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), São Paulo, SP

6 - Pontifícia Universidade Católica (PUC), São Paulo, SP

1. INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo possui numerosos depósitos e indícios de diversos tipos de mineralizações, conforme é demonstrado no Mapa de Ocorrências Minerárias do Estado, editado pelo IPT (1981). Apesar deste panorama, o território paulista poucas vezes foi objeto de exploração mineral sistemática, pautada por critérios científicos e empresariais modernos. É possível que os esforços exploracionistas tenham sido dirigidos para outras áreas do Brasil, maiores, menos conhecidas, com maior diversidade de ambientes geológicos, raciocinando-se com a premissa de aí ser maior a probabilidade teórica de uma descoberta significativa do que em um Estado supostamente bem conhecido, populoso, onde as chances de descobertas de grandes jazimentos aflorantes seriam menores.

No território paulista, as descobertas minerais, excetuando-se as de matérias-primas voltadas para a indústria da construção civil, apresentam dois picos bem característicos. O primeiro deles ocorreu durante as décadas de 30 e 40, quando foram descobertas as mineralizações de Pb, Zn e Ag do Vale do Ribeira, o depósito de apatita no carbonatito de Jacupiranga, e as mineralizações de W da Serra do São Francisco (Votorantim) e da Fazenda Inhandjara (Jundiá). O segundo pico correspondeu à década de 80, quando se descobriu, entre outros, os depósitos de ouro do rio Ivaporunduva (pela CPRM), de W e wollastonita do Granito Itaoca, de fluorita de Saltinho, de Sn e W do Granito Correas, e as mineralizações sulfetadas de Pb, Zn e Cu dos granitos Mandira e Guaraú, todas estas pelo IPT.

As descobertas realizadas pelo IPT, nos anos 80, representaram frutos de investimentos realizados pelo Governo do Estado, através do Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerários (Pró-Minério), com o objetivo de fomentar o setor mineral e demonstrar, mediante descobertas relevantes efetuadas e melhoria do conhecimento geológico, que é possível investir, com sucesso e lucro, na exploração de bens minerais no Estado de São Paulo.

O objetivo maior do presente artigo é mostrar, com base no conhecimento geológico atualmente disponível, a diversificada potencialidade do Estado para bens minerais e contribuir para desmistificar a idéia — ou o preconceito — muito arraigada, de que o território paulista teria “vocaçãõ” apenas para minerais de interesse à indústria da construção civil. Vale ressaltar que o conceito de potencialidade aqui adotado engloba desde os recursos efetivamente demonstrados (reservas) como aqueles supostos de existir no contexto geológico paulista.

2. QUADRO GEOLÓGICO DO ESTADO

O conhecimento geológico do Estado de São Paulo pode ser considerado relativamente bom quando cotejado com a situação geral do País. Mais de 80% de seu território dispõe de cartografia geológica em escala 1:250.000; cerca de 70% estão mapeados em escala 1:100.000 ou maior (Comissão da Carta Geológica e Geotécnica do Estado de São Paulo 1991). No âmbito dos terrenos pré-cambrianos, 36 quadrículas 1:50.000 (que correspondem a 30% do embasamento cristalino) possuem levantamento geoquímico por sedimentos de corrente, com análise para 30 elementos e densidade de amostragem da ordem de 1 amostra/km². O Estado dispõe, também, de cobertura total

por gravimetria (1 estação/100 km²) e aeroradiometria, e tem cerca de 80% de sua área coberta por aeromagnetometria. Este conjunto de informações geofísicas permite que modelos de exploração mineral mais sofisticados possam ser elaborados e testados no território paulista.

Em linhas gerais, no Estado, existem três grandes domínios geológicos, assim distribuídos:

a) o embasamento cristalino que aparece margeando a zona litorânea, com rochas de idades pré-cambrianas e alguns complexos alcalinos fanerozóicos, representando cerca de 30% do território;

b) a cobertura sedimentar fanerozóica, com intercalações de rochas vulcânicas e hipoabissais, da Bacia do Paraná, ocupando mais de 60% do Estado, especialmente nos seus setores central e ocidental; e

c) bacias tafrogênicas cenozóicas, preenchidas essencialmente por sedimentos siliciclásticos, encravadas no embasamento cristalino do Estado, sendo representadas pelas Bacias de São Paulo e Taubaté.

O embasamento cristalino apresenta uma história geológica complexa e ainda por ser deslindada. Seus componentes líticos remontam ao Arqueano e sofreram uma evolução prolongada e policíclica (Hasui & Oliveira 1984), no decorrer da qual foram formadas e deformadas bacias sedimentares com preenchimento diversificado e gerados numerosos fenômenos magmáticos, incluindo plutonismo ácido e intrusões máficas. Diversas unidades lito-estratigráficas são reconhecidas, tais como gnaisses ortoderivados de alto grau metamórfico, complexos gnáissico-granitóides, seqüências metavulcanossedimentares, coberturas plataformais de baixo grau metamórfico, rochas granitóides foliadas ou isótropas, sedimentos marinhos e/ou continentais intercalados em bacias, rochas efusivas subaéreas diversificadas, sedimentos imaturos de bacias tafrogênicas, sedimentos aluvionares e litorâneos e coberturas diversas.

Esta variedade de contextos geológicos traduz-se numa diversidade de bens minerais conhecidos (Figuras 1 e 2), assim como abre um leque de perspectivas para a descoberta de novos depósitos e de várias outras categorias de mineralizações no Estado.

3. AS MINERALIZAÇÕES

3.1. Minerais metálicos

3.1.1. Metais base (Cu, Pb e Zn)

No Estado de São Paulo, os depósitos de Pb e Zn conhecidos são do tipo filonar, embutidos em rochas carbonáticas e granitos peralcalinos, assim como do tipo exalativo, hospedado em seqüência vulcanossedimentar. Os depósitos filonares são, até o momento, os mais importantes e estão associados aos grupos Açungui (que incluem minas e garimpos) e São Roque (indícios), supostos como do Proterozóico médio. Os depósitos do Vale do Ribeira são de pequeno porte, com reservas da ordem de algumas dezenas de milhares de toneladas de metal contido, sendo o mais importante até hoje o depósito da Mina de Furnas. A mineralização do tipo exalativo corresponde à ocorrência conhecida como Ribeirão Itacolomi, descoberta pela Docege no ano 80.

O Vale do Ribeira, como um todo, possui um número elevado de ocorrências de Pb e Zn. O maior depósito filoniano

está representado pela jazida de Pannels (Estado do Paraná), que produziu, até 1979, cerca de 1,2 Mt de minério com 7% de Pb (Ferran 1982), extraídas de uma centena de veios. O principal depósito de mineralizações exalativo-sedimentar é a Mina do Perau, também no Paraná, cuja tipologia permite esperar reservas da ordem de 4 Mt de minério e teor mínimo de 6% de Pb+Zn.

Mineralizações polimetálicas (Zn+Pb+Cu) também ocorrem associadas aos granitos Mandira e Guaraú. Ocorrem na forma de veios de metassomatitos e greisens a topázio, com disseminação de sulfetos de metais base e rara presença de cassiterita e molibdenita. O teor médio da mineralização é de 2,5% de sulfetos; excepcionalmente são encontrados valores de até 6%.

Apesar do porte modesto dos depósitos conhecidos, tem-se que ambientes geológicos como aqueles encontrados no Vale do Ribeira, com mineralizações sulfetadas, adquirem especial interesse para esforços exploratórios, considerando-se a escassez deste tipo de jazimento no Brasil, mais conhecido pela sua riqueza em minerais oxidados (mineralizações litófilas).

3.1.2. Metais raros

Os metais raros que ocorrem no Estado de São Paulo são o estanho e o tungstênio. São conhecidos quatro depósitos primários associados a granitos do tipo tardi a pós-tectônico. A Tabela 1 apresenta dados sinópticos de cada depósito.

Tabela 1 - Dados sinópticos dos depósitos de Sn e W do Estado de São Paulo

Depósito	Bairro dos Correas	Bairro do Arado	Inhandjara	Itaoca
Descobridor	IPT	IGG	IGG	IPT
(ano da descoberta)	(1986.)	(1983.)	(1940.)	(1981.)
Granito associado	Correas	São Francisco	Itu ?	Itaoca
Minerais de minério	Cassiterita	Volframita/Cassiterita	Volframita/Cassiterita	Scheelita
Relação Sn/W	Sn>>W	W>>Sn	W>>Sn	W
Reservas	4.500 t Sn	-	-	120.000 t a 0,3% WO
Produção	-	-	300 t a 70% WO	-

Os depósitos do Bairro do Arado e Inhandjara foram descobertos e lavrados nos fins dos anos 30 e início dos anos 40. Em Inhandjara, a proporção de volframita para cassiterita era de 20:1 (Gama 1946).

Nos anos 80, dois outros depósitos foram descobertos, pelo IPT, relacionados aos granitos Itaoca e Correas, ambos com perspectivas de se transformarem em minas.

O depósito de tungstênio de Itaoca situa-se no município homônimo, no médio Vale do Rio Ribeira. A mineralização resulta da ação de metamorfismo de contato entre o granito e rochas marmóreas abatidas sobre a parte central do maciço, resultando em escarnitos (tactitos), em parte mineralizados em scheelita, wollastonita e granada. Foram medidas reservas parciais de 120.000 t de escarnito com teor da ordem de 0,3% de WO₃.

O depósito do Granito Correas, situado junto à localidade de Taboa, município de Ribeirão Branco, foi descoberto em meados de 1985. A mineralização está alojada em corpos de topázio-quartzo-mica greisen, onde o teor médio de cassiterita é da ordem de 1,5%, com a volframita ocorrendo

numa relação de 1:10 com a cassiterita. Os corpos mineralizados apresentam formas tabulares a lenticulares, com dimensões métricas a decamétricas, estando distanciados cerca de 250 m da cúpula albítica do Granito Correas. (IPT 1987, 1989). Reservas parciais de minério cubadas pelo IPT são da ordem de 4.500 t de Sn metálico. Os direitos minerários deste depósito foram licitados, mediante concorrência pública, tendo sido a Taboca Mineração S.A. habilitada a dar continuidade aos trabalhos de pesquisa e lavra, com ênfase em sondagens para melhor avaliar o comportamento dos corpos mineralizados em subsuperfície. De qualquer forma, as perspectivas são de que este depósito poderá se tornar, em breve, na principal mina de Sn e W de todo o sul e sudeste brasileiros.

3.1.3. Ouro

A primeira descoberta de ouro no Brasil, ainda no século XVI, deu-se em território paulista, em área atualmente englobada pela Região Metropolitana de São Paulo. Seguiram-se numerosos trabalhos de garimpagem em aluviões e mesmo em rocha primária alterada (de fácil desmonte) em diversos pontos do Estado, sem configurar, todavia, minas importantes. Ainda hoje, não se verificou nenhuma *bonanza*. Contudo, o expressivo número de ocorrências auríferas permite suspeitar que o conhecimento metalogenético do ouro ainda não está suficientemente conhecido para se concluir, cabalmente, sobre a inexistência de um potencial aurífero em São Paulo.

As principais mineralizações de ouro no Estado, conhecidas até o momento, são as seguintes:

Mineralização do rio Ivaporunduva

O depósito localiza-se no Vale do Ribeira, no alto vale do rio Ivaporunduva e foi descoberto pela CPRM em 1986. Corresponde a 24 veios de quartzo mineralizados em sulfetos de ferro, cobre, zinco, prata e ouro, encaixados em rochas metavulcânicas básicas e metassedimentos, predominando aquelas, junto a faixas marginais da zona de cisalhamento do rio Ivaporunduva. O veio mais possante e de maior teor em Au foi avaliado por sondagens, que revelaram dimensões de 400 x 130 m, espessura de 2 m, reservas totais de 1.175.248 t, com teor de 2,8 gAu/t e 50,7 gAg/t (Silva & Câmara 1990, CPRM 1994).

Mineralização da Serra do Cavalo Magro

A mineralização está situada no rio Forquilha, afluente do Etá, no alto vale do Rio Ribeira do Iguape. Compreende 29 veios de quartzo associados a zonas de cisalhamento que afetam a borda norte do Granito Agudos Grandes. O conjunto de veios se encaixa em rochas catacladas tanto graníticas (principalmente) como metabásicas, e apresenta pirita e, com menor frequência, calcopirita. As espessuras aflorantes variam de centímetros até 5 m; o maior comprimento verificado é da ordem de 30 m. Em 1978, a Banessa Mineração apresentou relatório final de pesquisa ao DNPM, no qual acusa uma reserva medida de 7.992 t de minério com teor médio de 20 gAu/t.

Mineralização de Araçariguama

O depósito de ouro de Araçariguama localiza-se no município homônimo, a 50 km da capital paulista, na margem da rodovia Castelo Branco. A mineralização ocorre a 500 m

do contato leste do Complexo Granítico São Roque, no contexto da zona de cisalhamento também denominada Araçariguama. No local, ocorre pequena massa granítica, quartzo-feldspática, deformada, justaposta (tectonicamente?) com corpos anfibolíticos e diques de rochas metabásicas em diferentes estágios intempéricos (laterização e bauxitização). Cortando esse conjunto de rochas, ocorrem pequenos veios e bolsões de quartzo, mineralizados ou não em Au e Ag. Quando mineralizados, os corpos quartzosos apresentam teor médio de 20 gAu/t. Os altos teores encontrados têm proporcionado trabalhos intermitentes de pesquisa e uma modesta lavra semimecanizada, onde o ouro é concentrado por método gravimétrico.

Mineralização aurífera da Serra do Itaberaba

Estendendo-se no rumo nordeste desde a localidade de Capelinha, município de Guarulhos, por 25 km, encontra-se o prospecto aurífero da Serra do Itaberaba, garimpado desde a época dos bandeirantes e, mais recentemente, pesquisado pelo IPT. A área se caracteriza como uma seqüência vulcanossedimentar que reúne rochas efusivas intermediárias, básicas e ultrabásicas, equivalentes piroclásticos, rochas carbonáticas, manganíferas e cálcio-silicáticas, filitos carbonosos, filitos, quartzitos, marunditos e micaxistos. A mineralização aurífera ocorre em fácies quartzosas sulfetadas, compreendendo veios de quartzo e metacherts, em zonas de cisalhamento, apresentando, assim, um controle estratigráfico e tectônico (IPT 1985). A área de maior interesse corresponde a uma superfície de 1.200 x 300 m, onde os veios quartzosos mostram 4 gAu/t de teor médio. O ouro é bastante fino, com 70% abaixo da malha 200 *mesh*. Sondagens rotativas pioneiras confirmaram a presença de mineralização em subsuperfície, porém com teores variáveis e menos expressivos; ainda não há, todavia, definição quanto ao porte e economicidade do depósito.

Mineralização de ouro e prata do Piririca

A região conhecida como Piririca está situada no Município de Iporanga, Vale do Ribeira, distando 290 km da capital. A faixa mineralizada constitui-se de metapelitos, com ou sem contribuição carbonática, e rochas metabásicas. A mineralização é filoniana, sulfetada, polimetálica, ocorrendo em zonas de intensa deformação, na forma de veios de quartzo. Trabalhos de pesquisa em dois filões determinaram uma reserva total de 1.051.214 t de minério, com 2,3 gAu/t e 45 gAg/t (Borin Jr. *et al.* 1980, CPRM 1994).

Mineralização do Morro do Ouro

O depósito do Morro do Ouro localiza-se na cidade de Apiaí e teve sua lavra paralisada em 1942 devido a problemas políticos que perduram até hoje. De acordo com Câmara (1992), a tipologia do depósito corresponde a uma conjugação de corpos estratiformes com Au coloidal, com posterior retrabalhamento em zonas de cisalhamento com ângulos variáveis de inclinação. Formam filões de pequena possança, bolsões e *ribbons* de quartzo, encaixados em rochas carbonosas de baixo grau metamórfico, que mostram alteração hidrotermal do tipo carbonatação. A paragênese compreende: Au nativo, calcopirita e arsenopirita.

3.1.4. Ferro

As mineralizações de ferro compreendem, principal-

mente, as formações ferríferas das bacias hidrográficas do rio Guaraú e do ribeirão Itacolomi, ambas no Vale do Ribeira. Na região do Guaraú, junto à foz do Ribeirão da Figueira, ocorrem camadas mineralizadas com espessuras variando de 2 a 3 m, onde o minério predominante é a magnetita, seguindo-se a hematita. De acordo com o IGG (1974), existem 260.000 t de minério com teor em torno de 30% de Fe. A formação ferrífera do ribeirão Itacolomi, por sua vez, aflora em uma estrutura anticlinal, onde constitui corpos com bandas milimétricas de hematita e magnetita, alternadas com bandas de *chert*. Está interdigitada com xistos cálcicos, ferruginosos e grafitosos, observando-se disseminações de galena e, eventualmente, esfalerita.

Em termos de exploração, há o registro de aproveitamento de magnetita como subproduto na lavra de carbonatitos (para apatita), com destaque para a intrusão alca-lina mesozóica de Jacupiranga, minerada pela Serrana S.A. de Mineração.

3.1.5. Terras-raras

Embora o cenário geológico estadual abranja terrenos compatíveis com os principais metalotectos dos elementos terras-raras (ETR), o único depósito conhecido ocorre no manto de alteração residual dos carbonatitos situados em Barra do Itapirapuã, no médio vale do rio Ribeira do Iguape, junto à divisa com o Estado do Paraná. Ali se registram reservas da ordem de 2,4 Mt de minério com 1,3% de óxidos de terras-raras (Loureiro 1988, Loureiro *et al.* 1990). Além disso, há mineralizações discretas nos carbonatitos de Juquiá e Itanhaém (CBMM 1984). Nestas situações, a mineralização se verifica na forma de fosfatos de terras raras, o principal sendo a bastnäsita. Ocorrem ainda depósitos de pequeno porte em plácenes litorâneos no sul do Estado, onde se destaca a monazita (Tessler *et al.* 1985).

Quanto aos recursos não-descobertos de ETR, o potencial do Estado deve se mostrar mais interessante junto às faixas sedimentares litorâneas e às bacias cenozóicas de Taubaté e São Paulo, com depósitos do tipo placer. Pelos dados disponíveis, ainda assim tais depósitos deverão ser de portes muito pequeno a pequeno (IPT 1990a). A economicidade dos virtuais depósitos parece estar subordinada à possibilidade do aproveitamento de bens minerais associados, pesados ou não (*e.g.*, ilmenita, rutilo, zircão, materiais de construção) e pelo contorno de limitações impostas por questões ambientais (especialmente na faixa litorânea) e pela concorrência com outras formas de uso e ocupação territoriais (como nas bacias de São Paulo e Taubaté).

3.1.6. Manganês

Existem inúmeras ocorrências de manganês no Estado, distribuídas principalmente nas regiões de Socorro e Amparo, originadas a partir da alteração de gonditos encravados em complexos granítico-gnáissicos de fácies metamórfica elevada. No geral, apresentam dimensões modestas e baixos teores. A única mina existente encontra-se no município de Itapira, possuindo uma reserva oficial de 540.000 t, com teor de 39,26% de Mn, cuja produção, modesta, destina-se à indústria metalúrgica.

3.1.7. Alumínio

Bauxito é uma rocha que se constitui na principal fonte de matéria-prima para a produção do metal alumínio. Ela provém da dessilicatização de uma gama variada de rochas, incluindo representantes ígneos, metamórficos e sedimentares, resultando numa predominância de óxidos hidratados de alumínio e, secundariamente, de ferro, sílica remanescente e outras impurezas. O Estado de São Paulo apresenta depósitos de pequena expressão, decorrentes do intemperismo de rochas alcalinas e anfibolíticas. A Tabela 2 apresenta as reservas de bauxito nos principais municípios produtores.

Tabela 2 - Reservas medidas de bauxito no Estado de São Paulo

Município	Reserva medida(t)	Minério Contido(t)	Teor (% Al O)
Águas de Prata			
Divinolândia			
Lavrinhas			
Moji das Cruzes			
Queluz			
São Paulo			
S. Sebastião da Gramma			

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 1991).

Na Serra do Itaberaba, estudos realizados pelo IPT levaram à descoberta de uma reserva da ordem de 6 Mt de minério, decorrente da alteração de anfibolitos, que possui a seguinte composição *in natura*: Al₂O₃ (34,8%), SiO₂ (7,7% - reativa) e Fe₂O₃ (28,8%), a qual a capacita como passível de utilização nas indústrias de alumina e abrasivos (Silva 1989).

3.2. Minerais industriais

3.2.1. Fertilizantes

Minerais do grupo da apatita são os mais abundantes dos minerais fosfatados, e, conseqüentemente, se tornam de grande importância para a indústria química. Em território paulista existem três depósitos fosfatados, todos relacionados com complexos carbonatíticos, quais sejam: Jacupiranga, Ipanema e Serrote. Dentre eles, o mais importante é o de Jacupiranga, que pertence à Serrana S.A. de Mineração, abrangendo mina, usina de concentração de apatita e fábrica de fertilizantes e cimento Portland.

Entre 1943 e 1969, a exploração em Jacupiranga ocorreu sobre minério residual de elevado teor em P₂O₅. No início dos anos 60, a ameaça de exaustão das reservas forçou o desenvolvimento de tecnologia de processo de concentração a partir do protominério. Assim, extrai-se carbonatito contendo em torno de 4,91% de P₂O₅ e, por flotação, obtêm-se um concentrado em torno de 35% do mesmo óxido (concentrado apatítico), que posteriormente é transformado em produtos fosfatados solúveis para a fabricação de fertilizantes. A rocha carbonatítica restante é desmagnetizada e utilizada, na seqüência, para a fabricação de cimento (Serrana S.A. de Mineração 1975).

O complexo carbonatítico de Ipanema, situado no município de Iperó, a 143 km da capital, tem um corpo principal glimerítico, formado por biotita e quantidades variáveis de piroxênio, anfibólio e ortoclásio, com apatita e magnetita como

acessórios. O corpo todo é cortado por venulações e diques de carbonatito sovítico. Os glimeritos e biotita piroxenitos são as rochas portadoras de mineralização primária de apatita (Toledo-Groke & Souza 1991). A reserva geológica (medida + indicada) foi calculada em 50 Mt a 7% de P₂O₅ total e já se dispõe de estudos de viabilidade econômica para a lavra do minério (Nogueira Filho *et al.* 1976).

O depósito de Serrote situa-se no município de Registro, Vale do Ribeira, sendo escassos os dados geológicos sobre o mesmo. De acordo com o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 1991), as reservas deste complexo alcalino, bem como dos demais podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados oficiais de reservas de depósitos fosfatados

	Reservas			Indicada
	Medida			
	Minério	Contido	Teor (%)	
Jacupiranga				
Iperó				
Registro				

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 1991).

3.2.2. Fluorita

No Estado de São Paulo, são conhecidos dois depósitos de fluorita: o de Saltinho e o de Santa Rita. O depósito de Saltinho localiza-se no município de Ribeira, junto à borda noroeste do batólito granítico de Itaoca, e compreende um corpo de minério singenético, estratiforme, com reconcentração metamórfica, hospedado em calcários do Grupo Açungui. O minério apresenta-se em bancos métricos a decamétricos de fluorita fina, microcristalina ou granular, com diversas tonalidades. Os teores de CaF₂ são da ordem de 40 a 45% e dados não-oficiais apontam reservas em torno de 2,5 Mt, que configurariam este depósito como a segunda maior reserva brasileira de fluorita, perdendo apenas para Mato Preto, no Paraná.

O depósito de Santa Rita, município de Pirapora, encontra-se junto à mina de calcário da fábrica de cimento Santa Rita. Nele, a fluorita se apresenta em colorações claras, granulometria fina, disseminada em rochas calcárias. Durante os trabalhos de cubagem do calcário, foi encontrada uma camada com cerca de 30% de fluorita, espessura entre 3 e 4 m, que pôde ser rastreada por mais de uma centena de metros (IPT 1984).

3.2.3. Wollastonita & granada

Em território paulista, foi encontrada wollastonita nos escarnitos do Granito Itaoca. O mineral ocorre em teores de 45 a 70%, na forma de grãos ou agregados submilimétricos a milimétricos, aciculares disseminados, ou bolsões maciços, métricos a decamétricos, de agregados minerais fibrorradiados. Foram cubados, no Itaoca, escarnitos com cerca de 400.000 t de wollastonita contida (IPT 1988).

Granada (principalmente do tipo grossulária-andradita) também é um mineral essencial dos escarnitos do

Itaoca, onde está presente em teores de até 20%, na forma de bandas centimétricas ou bolsões maciços métricos. Embora a granada não tenha sido objeto de cubagem específica, estima-se, nos escarnitos conhecidos, reservas maiores do que 200.000 t, com o mineral apresentando características tecnológicas que possibilitam seu uso como abrasivo (IPT 1990b).

3.2.4. Talco

O talco, ou esteatita, é um silicato de magnésio hidratado que se forma em decorrência de metamorfismo de baixa intensidade, atuando em rochas ricas em Mg, ou a partir de fenômenos hidrotermais, incidindo sobre rochas de composição básica.

Os municípios paulistas detentores das principais reservas de talco são mostrados na Tabela 4. Estas reservas totalizam 4,6% do montante nacional. A produção paulista de talco, por sua vez, corresponde a aproximadamente 10% do volume obtido no País. Quanto ao potencial geológico, o Estado de São Paulo está longe de ser considerado suficientemente conhecido. A ampla extensão de rochas carbonáticas e cálcio-silicáticas metamorfasadas e de rochas básicas hidrotermalizadas suscita que mais depósitos poderão ser descobertos à medida que o conhecimento específico seja ampliado.

Tabela 4 - Reservas de talco no Estado de São Paulo

Município	Reserva (t)
Cananéia	
Itapeva	
Itararé	
Jacupiranga	
Ribeirão Branco	
Total	

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 1991).

3.2.5. Areia para fundição

As areias para fundição são utilizadas na preparação de moldes, devendo, para tal, resistir às solicitações térmicas, mecânicas e químicas desde o vazamento do metal até a solidificação da peça (Azevedo & Ruiz 1990).

Esta matéria-prima é obtida a partir de sedimentos arenosos, arenitos, quartzitos e veios de quartzo. Os três primeiros tipos formam, no Estado de São Paulo, extensos depósitos, destacando-se:

a) formações Pirambóia (Triássico), Botucatu (Jurássico-Cretáceo) e Rio Claro (Cenozóico). São constituídas por arenitos friáveis, de granulometria fina a média, pouca matriz argilosa e colorações, variando de branco a marrom-avermelhado. As colorações mais vermelhas se devem à presença de óxido de ferro, contido na matriz argilosa, e podem ser eliminadas por lixiviação natural em grande escala, como ocorreu na região de Descalvado, possibilitando o emprego do material na indústria de fundição. Outra possibilidade natural, é o retrabalhamento da fração arenosa pelas drenagens que dissecam as citadas formações, gerando depósitos em seus leitos ou em aluviões. As principais minas de areia para fundição em todo o Estado são as da Mineração Jundu S.A., em Descalvado, e a da Mineração

Sibelco Ltda., em Analândia;

b) depósitos litorâneos são explorados na faixa costeira entre São Vicente e Iguape. Formam cordões arenosos inconsolidados, constituídos por partículas quartzosas brancas, finas, bem selecionadas; e

c) quartzitos pré-cambrianos são lavrados nos municípios de Pirapora do Bom Jesus, Jundiá, Moji das Cruzes, Jacareí e São Bento do Sapucaí. Apresentam elevada porcentagem de sílica e cores esbranquiçadas.

Em linhas gerais, pode-se afirmar que o Estado de São Paulo, além de responder por 77% das reservas brasileiras de areia em 1990 (DNPM 1991), apresenta elevado potencial para a descoberta de novos depósitos em face da natureza geológica do seu território.

3.2.6. Pegmatitos

Pegmatitos são conhecidos e lavrados no Estado de São Paulo há várias décadas, constituindo-se em importantes fontes de caulim, feldspato, quartzo e moscovita. Com base no número e relevância econômica dos corpos conhecidos, Etchebere *et al.* (1985) delimitaram sete regiões pegmatíticas no território paulista, a saber: Socorro, Bananal, São Luiz do Paraitinga, Santa Branca, Moji das Cruzes, Embu-Guaçu/São Paulo e Perus/Guarulhos (Figura 1). A Tabela 5 mostra valores relativos às substâncias exploradas nas diversas regiões pegmatíticas, incluindo dados de reservas e produção. Destaca-se o volume de caulim produzido, decorrente do profundo intemperismo dos componentes feldspáticos dos pegmatitos, condição esta que facilita as operações de lavra. Na região de Socorro, os pegmatitos são inicialmente lavrados para caulim e depois, com o aprofundamento das cavas, a lavra evolui para feldspato.

Tabela 5 - Reservas e produção dos principais bens minerais de pegmatito no Estado de São Paulo

	Caulim		Feldspato		Quartzo	Mica
	Reservas (1.000 t)	Produção (1.000 t)	Reservas (1.000 t)	Produção (1.000 t)	Reservas (1.000 t)	Reservas (t)
Embu-Guaçu/ São Paulo	.27.445 (36%)	35 (15%)	-	-	-	-
Socorro	16	< 1	.2.415 (19%)	12 (39%)	332 (23%)	-
Perus/ Guarulhos	-	-	.1.418 (8%)	16 (54%)	-	-
Bananal	-	-	.1.008 (8%)	-	-	-
S. Luiz do Paraitinga	-	-	3.010 (23%)	2 (6%)	2 (0,2%)	59 (100%)

Obs.: os valores de reservas incluem toneladas medidas, indicadas e inferidas em 1990 (seg. DNPM 1991); os valores de produção são estimativas baseadas em dados de 1987 (seg. Ruiz & Neves 1990); os valores percentuais entre parêntese são relativos às reservas e produções globais do estado de São Paulo nos respectivos períodos.

Os maiores pegmatitos observados ocorrem nas regiões de Socorro e Embu-Guaçu/São Paulo, chegando atingir espessuras decamétricas e comprimentos hectométricos. A composição mineralógica é essencialmente granítica, com quartzo, feldspatos e micas, aos quais se associa, com frequência, a turmalina preta. Espécimes mineralógicos mais raros, tais como berilo, lepidolita, rubelita, granada, columbita-tantalita, ambligonita, espodumênio, cassiterita e minerais de urânio também ocorrem em alguns corpos, supostos de terem sofrido fenômenos metassomáticos, que imprimiram feições mineralógicas, estruturais e texturais complexas aos pegmatitos.

Em Moji das Cruzes, chegou a haver lavra de cassiterita em um corpo pegmatítico.

Em termos gerais, os pegmatitos encontrados no território paulista, mercê da importância para as indústrias cerâmicas, estão a merecer estudos geológicos e metalogenéticos mais apurados. O melhor entendimento da gênese e das características destas rochas pode contribuir sobremaneira para a exploração do potencial pegmatítico do Estado. Com conseqüência, as regiões pegmatíticas ora delimitadas deverão ter seus limites expandidos ou melhor definidos.

3.2.7. Rochas carbonáticas

Sob a designação genérica de carbonáticas incluem-se as rochas constituídas principalmente de minerais dos grupos dos carbonatos, qualquer que tenha sido a origem dos mesmos. No Estado de São Paulo, estas rochas podem ser agrupadas em três categorias, a saber: sedimentar, metamórfica e ígnea.

O grupo das rochas metamórficas compreende, por sua vez, dois tipos de maior realce: o primeiro é constituído de dolomitos encaixados em gnaisses e migmatitos nas serras do Mar, Itatins e Mantiqueira. Atualmente encontram-se em exploração nos municípios de Taubaté, Bananal, Miracatu, Campos de Jordão, etc., tendo aproveitamento para fabricação de cal, corretivo de solo, brita, e rocha ornamental. O segundo tipo envolve todos os calcários dos grupos Açungui, São Roque e Itaiacoca, que ocorrem nas regiões de Sorocaba, São Roque, Cajamar e por todo o Vale do Ribeira de Iguape. Essas rochas são utilizadas para fabricação de cal e cimento, mais raramente para corretivos de solo.

As rochas calcárias sedimentares encontram-se na Bacia do Paraná e nas porções litorâneas dos municípios de Iguape e Cananéia. No primeiro caso, merecem destaque os calcários dolomíticos e dolomitos das formações Irati e Estrada Nova, de idade permiana, que têm aproveitamento como corretivo de solo. Os municípios que apresentam grande exploração de calcários dessas unidades são os de Piracicaba, Limeira, Rio Claro, Conchas, Laranjal Paulista, Itapetininga e Fartura, dentre outros. O Grupo Bauru, unidade cretácea da Bacia do Paraná, apresenta em sua porção superior rochas carbonáticas provenientes de processos de calcretização, que têm tido um aproveitamento restrito e esporádico nas regiões de Agudos e Rancharia. Os depósitos litorâneos são formados por acumulações de conchas calcárias, que poderão ser aproveitados na fabricação de fertilizantes e para a cultura de ostras (Pró-Minério 1990).

Finalmente, resta abordar as rochas carbonáticas do tipo ígneo. No Estado de São Paulo, há exploração, como já mencionado, de carbonatito no maciço alcalino de Jacupiranga, onde o rejeito da apatita se constitui em calcário utilizado na fabricação de cimento Portland.

3.2.8. Barita

A barita é um sulfato de bário que apresenta peso específico elevado, baixa dureza e é encontrada numa grande diversidade de ambientes geológicos. No Estado, as mineralizações conhecidas apresentam controle *stratabound*, estando associadas às mineralizações de Pb, Zn e Ag nas rochas carbonáticas do Grupo Água Clara, como se verifica na região de Guapiara, ou associadas a complexos alcalino-carbonatíticos,

seja como constituinte mineralógico, seja na forma de veios hidrotermais nas zonas periféricas desses complexos (e.g., Xaxim, município de Ribeira). As mineralizações conhecidas são todas de pequeno porte, sendo que, parte delas, desperta maior interesse devido à possível associação com sulfetos.

3.2.9. Argilas especiais

Sob esta designação englobam-se aqui os depósitos de argila existentes no Estado de São Paulo, que não os de cerâmica vermelha, explotados para diversos fins industriais: argilas plásticas e/ou refratárias, decolorantes, aluminosas, caulins, que serão abordados sucintamente (Tabela 6).

Tabela 6 - Principais depósitos de argila do Estado de São Paulo

Tipo de material	Principais depósitos	Principais aplicações
Argilas plásticas	São Simão Alto vale do rio Tietê Jacupiranga Sarapuí da Prata	Cerâmica Branca (louça de mesa, louça sanitária e adornos)
Argilas	Taubaté Pindamonhangaba	Decolorante Material decolorante Indústria de fertilizantes
Argilas aluminosas	Franca	Fundição Material refratário
Caulins	Moji das Cruzes Embu-Guaçu Registro	Múltiplos: cerâmico, químico, indústria de papel, fármacos, plásticos, cosméticos, etc.

As argilas caulínicas do tipo *ball clay* de São Simão, conhecidas por sua elevada plasticidade e resistência mecânica, alcançam significativo valor comercial para aplicação na indústria de cerâmica branca. Ocorrem em lentes e camadas irregulares associadas aos depósitos aluvionares quaternários do ribeirão Tamanduá, com idade da ordem de 33.000 anos BP (Pressinotti 1991). A matéria orgânica é muito freqüente nessas argilas, sendo o provável responsável por grande parte de suas propriedades tecnológicas (Pressinotti *op.cit.*).

As argilas do alto vale do rio Tietê também são de natureza sedimentar e têm em sua composição mineralógica a predominância de caulinita, além de gibbsita. A área de exploração abrange os municípios de Suzano, Moji das Cruzes, Biritiba-Mirim e Salesópolis; a principal utilização é como refratário.

Os depósitos de argilas decolorantes ou clarificantes conhecidos estão associados à Formação Tremembé, região do Vale do Paraíba. Quanto à composição mineralógica, essas argilas são constituídas por argilo-minerais do grupo das esmectitas de camadas mistas ilita-montmorillonita. Apresentam elevada plasticidade quando umedecidas. Geralmente são comercializadas com a denominação de "bentonita", quando são ativadas mediante tratamento ácido.

Quanto aos depósitos de caulim, merecem destaque os situados na faixa compreendida pelos municípios de Moji das Cruzes, Suzano, Biritiba-Mirim, São Paulo, Tapiraí, Jucituba e Embu-Guaçu, totalizando reservas da ordem de 31 Mt (Ruiz 1990). O caulim presente nessa região é produto da alteração de rochas pegmatíticas ou de rochas granitíoides ricas em feldspato, abundantes nesta área do embasamento cristalino pré-cambriano.

Finalmente, resta tecer algumas considerações a respeito das ocorrências de argilas bentoníticas e aluminosas da região de Franca. De acordo com Del Monte *et al.* (1988), estas ocorrências estão alojadas na interface dos sedimentos correlacionados à Formação Itaqueri, Grupo Bauru. Trata-se

de baixos interleques, os quais, sob vigência de climas árido ou semi-árido, propiciariam alta concentração de íons, oriundos de contribuições piroclásticas do vulcanismo alcalino contemporâneo, acarretando a formação de bentonita. As ocorrências de argilas aluminosas, na mesma região, formam depósitos enriquecidos em Al e empobrecidos em Fe pela lixiviação seletiva de águas mais ácidas, atuantes em condições geomorfológicas favoráveis (terrenos elevados, em borda de escarpas).

3.3. Diamantes e outras gemas

Diamantes são conhecidos e garimpados no Estado desde meados do século passado, com destaque para os garimpos da região de Franca, embora haja poucas informações sobre eles na literatura geológica e mineira.

A maior concentração de garimpos na região francana se dá ao longo dos rios Sapucaizinho, Santa Bárbara e das Canoas, que dissecam uma superfície planáltica de suposta idade neogênica. Os depósitos diamantíferos são formados por cascalheiras aluvionares em várzeas recentes ou em terraços, que apresentam teores de até 0,18 ct/m³, com predomínio de gemas menores do que 35 pontos (Etchebehere *et al.* 1991). Não existem estatísticas precisas a respeito da produção diamantífera na região, o que pode ser atribuído ao caráter informal da economia relativa a essa gema; contudo, estima-se que o montante anual seja da ordem de 1.000 ct (Etchebehere *et al.* 1991). A origem do diamante ainda é uma questão em aberto, admitindo-se que as concentrações aluvionares, ora garimpadas, tenham-se originado da erosão de rochas sedimentares do Grupo Bauru (Cretáceo), por sua vez oriundas da dissecação de terrenos fanerozóicos e pré-cambrianos do Soerguimento do Alto Paranaíba, o qual expôs fácies rudáceas e também foi cortado por diatremas kimberlíticos. Não se pode, igualmente, descartar a possibilidade da existência de fontes diamantíferas primárias no contexto da própria região de Franca.

Outras ocorrências de diamantes foram reportadas no leito e em aluviões dos rios Grande, Sapucaí e Pardo, na região nordeste do Estado, e no Rio Verde, região de Itararé. Neste segundo caso, ante a ausência de minerais satélites indicadores da proximidade de fontes primárias, tem-se admitido uma proveniência a partir de sedimentos devonianos (Formação Furnas) ou carboníferos (Subgrupo Itararé) (Gonzaga & Tompkins 1991). Existem também vagas menções à ocorrência de diamantes no rio Paranapanema, nas proximidades de Ourinhos (Etchebehere & Saad em preparação).

No que tange às demais gemas, o desconhecimento do potencial geológico do território paulista é ainda maior. Safira, cianita, rutilo, turmalina, calcedônia e berilo têm sido constatados no séquito de minerais satélites do diamante na região de Franca. Calcedônia também é relativamente comum em cascalheiras cenozóicas associadas aos rios Paraná, Paranapanema e Tietê. Ocorrências de corindon são também conhecidas em metassedimentos do Grupo São Roque, próximos à cidade homônima, e em depósitos aluviais recentes de Apiaí, Eldorado Paulista, Itapeva e no rio Paranapanema (Coimbra & Riccomini 1994). O mineral berilo foi observado em pegmatitos das regiões de Santa Branca, São Luiz do Paraitinga e Caraguatatuba (Etchebehere *et al.* 1991, Küller & Tanno 1986). Também em pegmatitos, e em alguns corpos graníticos, é comum a presença de turmalina preta. Ocorrências de topázio, por sua vez, foram constatadas em fácies greisenizadas associadas às mineralizações estano-

tungsteníferas em Itupeva, Votorantim (Granito São Francisco) e Ribeirão Branco (Granito Correias).

3.4. Rochas ornamentais e material de cantaria

Nos terrenos cristalinos pré-cambrianos do Estado de São Paulo são observadas diversas lavras e rochas ornamentais e também de material de cantaria, destacando-se vários tipos petrográficos, a saber: granitóides, migmatitos, charnockitos, mármore, quartzitos e dolomitos. Os depósitos de maior interesse correspondem a maciços que possuem campos de matações e características mineralógicas, texturais e estéticas atraentes.

Tabela 7 - Municípios produtores de rochas ornamentais no Estado de São Paulo e designações comerciais do material explorado. Os números correspondem aos da Figura 1.

Número	Município	Rocha Ornamental
36	Itobi	Vermelho Verona
37	São João da Boa Vista	Vinho Paulista Vinho Crepúsculo Rosso San Giovanni
38	Bueno Brandão (MG/SP)	Vinho Santiago
39	Socorro	Amêndoa Imperial Jacarandá
40	Extrema (MG/SP)	Jacarandá
41	Campos do Jordão	Mármore Branco Campos do Jordão
42	São José dos Campos	Verde São Francisco Xavier
43	Campinas	Ipê Escuro Ipê Amarelo Ipê Romano Escuro Ipê Romano Claro
44	Valinhos	Ouro Novo Ouro Nobre Ouro Dapaz
45	Morungaba	Pérola Imperial
46	Bragança Paulista	Vermelho Bragança Preto Bragança Cinza Bragança
47	Itatiba	Dourado Paulista
48	Indaiatuba	Dourado Caju Vermelho Brasil Vermelho Imperial
49	Itupeva	Red Brasil
50	Salto	Rosa Itaici Rosa Salto Rosa Monte Belo
51	Itu	Amêndoa Sorocaba Vermelho Itu Marrom São Paulo
52	Cabreúva	Preto Nazaré
53	Nazaré Paulista	Cinza Mauá
54	Suzano	Rosa Biritiba
55	Biritiba-Mirim	Verde Ubatuba
56	Ubatuba	Rosa Santos
57	Cubatão	Agudos Grandes
58	Juquiá	Vermelho Capão Bonito
59	Capão Bonito	Vermelho PV Vermelho IUCA Vermelho Cava Três Rubi Red
60	Itapeva	Vermelho Atlântis
61	Apiaí	Preto Apiaí
62	Itaoca	Mármore Itaoca Escarnito Itaoca
63	Barra do Turvo	Mármore Branco do Vale
64	Cananéia	Mandira Rosa Azul Ribeira
65	Atibaia	Salmão Marrom Atibaia
66	Bom Jesus dos Perdões	Biritiba Perdões
67	Piracaiá	Preto Piracaiá

Atualmente, existem cerca de meia centena de pedreiras de extração de rochas ornamentais. Merecem destaque as produções verificadas nos chamados complexos Amparo e Costeiro, compreendendo granitóides, charnockitos e migmatitos, e também aquela proveniente de diversos corpos graníticos. As principais explorações de mármore se concentram nos municípios de Campos do Jordão, Itaoca e Barra do Turvo, abrangendo lentes carbonáticas encravadas em rochas de alto grau metamórfico ou em seqüências metassedimentares carbonáticas. A Figura 1 mostra a localização aproximada das principais jazidas de rochas ornamentais do Estado de São Paulo, de acordo com Caruso *et al.* (1990). Os municípios produtores, bem como as denominações comerciais das rochas exploradas constam, por sua vez, na Tabela 7.

O material de cantaria, aqui entendido como o aproveitamento de rochas dimensionadas, mas sem o acabamento industrial característico de rochas ornamentais, inclui arenitos, ardósias, basaltos e sobras de aparas de granitos ou mármore aproveitados para rocha ornamental.

Os arenitos referem-se basicamente a rochas silicificadas, notadamente da Formação Botucatu (Jurássico da Bacia do Paraná), destacando-se as lavras próximas a Araraquara, São Carlos, Brotas e Timburi. As chamadas ardósias referem-se, na realidade, a ritmitos e siltitos que ocorrem no Subgrupo Itararé ("varvitos" da região de Itu) e na Formação Teresina, unidades paleozóicas da Bacia do Paraná. Quanto aos basaltos (englobando também intrusões de diabásio), destacam-se as explorações nas regiões de Taquaritinga e Borborema.

3.5. Minerais energéticos

3.5.1. Carvão

No Brasil, os principais depósitos de carvão mineral encontram-se nos estados sulinos, desde o Rio Grande do Sul até São Paulo. Tais depósitos encontram-se em sedimentos do Grupo Tubarão, de idade permocarbonífera da Bacia do Paraná. Segundo Kumoto *et al.* (1985), os carvões brasileiros enquadram-se nos tipos sub-betuminosos, betuminosos e antracitosos, sendo todos de alta volatilidade.

No Estado de São Paulo, especificamente, são conhecidas três localidades com ocorrências de carvão, porém todas de pouca expressividade econômica. São elas: Buri, Cerquilha e Monte Mor. As reservas dessas ocorrências, de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 1991), são de 978.000 t de reserva medida e de 240.000 t de reserva indicada.

3.5.2. Rochas oleígenas

Rochas do tipo oleígeno ocorrem no Estado de São Paulo em duas áreas sedimentares distintas: na Bacia de Taubaté e na Bacia do Paraná. Na primeira bacia, correspondem a folhelhos pirobetuminosos, popularmente conhecidos como xistos betuminosos, pertencentes à Formação Tremembé, de idade oligocênica. As primeiras tentativas de aproveitamento do xisto datam de 1881 (Kumoto *et al.* 1985). Nessa época, o xisto foi aproveitado para fornecimento de gás de iluminação

na cidade de Taubaté, além da comercialização de alguns derivados. Estudos mais recentes, de 1956, foram executados pela Superintendência de Industrialização do Xisto (SIX), unidade ligada à Petrobrás. A SIX instalou uma usina piloto em Tremembé, sendo os trabalhos interrompidos de acordo com as prioridades dadas pela Petrobrás para o estudo do xisto da Formação Irati em São Mateus do Sul, PR. Na área de ocorrência do xisto, na Bacia de Taubaté (cerca de 200 km²), a Petrobrás inferiu um recurso da ordem de 1.900 milhões de barris, na espessura integral de 30 m (Moreira 1981). Posteriormente, outros estudos foram realizados sobre as rochas oleígenas da Bacia de Taubaté, objetivando a obtenção de gás em vez de óleo (*e.g.*, Pessini 1981, Elias & Ciola 1981, Shimada 1981).

Na Bacia do Paraná, em território paulista, as rochas oleígenas são encontradas sob as formas de arenito asfáltico ou folhelhos betuminosos. Os arenitos impregnados pertencem principalmente à Formação Pirambóia (Triássico) e ocorrem concentrados nas localidades de Anhembi e Guareí. Os depósitos estão associados a falhamentos e intrusões de diques de diabásio, sendo que o óleo provém da destilação do Folhelho Irati (Permiano), sotoposto. De acordo com Kumoto *et al.* (1985), as reservas estimadas nessa região são da ordem de 60 Mt, impregnadas com um teor médio de cerca de 5% em peso de betume, equivalentes a algo em torno de 17 Mt de petróleo.

A localização dos principais depósitos no centro do Estado de São Paulo, junto à hidrovia Tietê-Paraná, despertou a possibilidade de aproveitamento desse material em pavimentação.

3.5.3. Turfa

Trata-se, a turfa, de material resultante do acúmulo de matéria orgânica em ambiente subaquoso pouco oxigenado. Pode ser aproveitada para uso energético, agrícola (condicionador de solos), constituinte de produtos químicos, etc. Os principais depósitos do Estado encontram-se nas bacias dos rios Paraíba do Sul (onde é lavrada), Moji-Guaçu, Pardo, Itapetininga, Jacaré-Pepira, Jacaré-Guaçu, baixo vale do Ribeira de Iguape, e em Colônia. A Tabela 8 apresenta, segundo Shimada *et al.* (1981), suas principais características.

Tabela 8 - Principais características das turfeiras paulistas

Região	Volume Estimado (10 m ³)	Tonelagem (10 t)	Teor de cinza (% peso)	Teor de enxofre (% peso)	Potencial energético (10 MWh)
Baixo Ribeira do Iguape	30,00	3,60	41,00	0,25	5,70
Moji-Guaçu/Pardo	40,00	4,80	26,00	<0,10	13,20
Itapetininga	20,00	2,40	16,50	<0,10	7,40
Jacaré-Guaçu/Jacaré-Pepira	30,00	3,60	22,90	<0,10	9,90
Colônia	2,00	0,24	33,20	<0,10	0,72

Fonte: Shimada *et al.* (1981).

3.6. Materiais para construção civil

3.6.1. Brita

A produção de brita em território paulista concentra-se em dois domínios geológicos: no embasamento cristalino e na Bacia do Paraná (Schalch Neto *et al.* 1990). Segundo esses autores, as britas produzidas em pedreiras instaladas no

primeiro domínio são de granito, gnaíse, calcário e dolomito, ao passo que as produzidas na Bacia do Paraná são de basalto e diabásio.

As britas destinam-se a diversos tipos de obras, sendo empregadas em larga escala na pavimentação e na conservação de rodovias e ferrovias, e também em outras obras civis. O pó de pedra proveniente de basaltos, material resultante da britagem de dimensão nominal máxima inferior a 0,075 mm, tem sido utilizado, ainda, na fabricação de asfalto usinado. O grande mercado produtor e consumidor de brita encontra-se na região da Grande São Paulo, concentrando 46,3% da oferta estadual (cerca de 15 Mt em 1988), seguido da região de Campinas (19,7%) e Ribeirão Preto (8,7%), enquanto as demais regiões produtoras respondem pelo quarto restante da produção.

3.6.2. Areia

As areias são bens minerais constituídos, predominantemente, de quartzo e se originam do retrabalhamento ou alteração de rochas ricas nesse mineral. Segundo Azevedo *et al.* (1990, *apud* Ruiz & Neves 1990), comercialmente, as areias para construção civil recebem denominações conforme o grau de elaboração que apresentam, quais sejam:

- a) areia bruta (material que não foi beneficiado);
- b) areia lavada (aquela que sofreu o processo de limpeza por simples lavagem); e
- c) areia graduada (obedece a uma classificação granulométrica previamente estabelecida).

No Estado de São Paulo, os grandes depósitos de areia utilizados na construção civil situam-se nos seguintes contextos geológicos:

- a) leitos, terraços e planícies aluviais de atuais sistemas de drenagem;
- b) formações geológicas e/ou coberturas indiferenciadas;
- c) lençóis praias recentes; e
- d) manto de intemperismo de rochas cristalinas.

De maneira geral, o primeiro contexto citado (a) tanto pode ocorrer em domínio do embasamento cristalino, como de bacias sedimentares; o mesmo acontece com os depósitos praias recentes (c). O segundo contexto (b) é mais comum nas áreas de bacias sedimentares, e o último contexto (d) é mais típico de áreas pertencentes ao embasamento.

Os depósitos de areia procedentes dos sistemas fluviais e dos terraços existentes em seus entornos são de idade quaternária (< 5.000 anos), formando acumulações de significativa expressão, quando associados aos grandes rios, tais como Tietê, Paraná, Grande, Paranapanema, Paraíba do Sul, Moji-Guaçu, Pardo, Ribeira do Iguape e outros. Níveis de cascalho e lentes argilosas freqüentemente ocorrem associados a tais depósitos.

Na Bacia do Paraná, os depósitos arenosos são explorados com mais freqüência nas regiões onde afloram as unidades paleozóicas e mesozóicas, representadas pelo Subgrupo Itararé e pelas formações Pirambóia e Botucatu, respectivamente. Já na Bacia de São Paulo, observam-se jazimentos de areia nas formações Itaquaquecetuba e São Paulo, ambas de idade cenozóica.

3.6.3. Argilas para cerâmica vermelha e revestimento

As argilas utilizadas para as indústrias de cerâmica vermelha e de revestimento são geralmente de dois tipos: argilas

inconsolidadas que ocorrem, formando bolsões ou lentes nas planícies de inundação de rios ou córregos, e as argilas ou sedimentos pelíticos litificados associados a pacotes rochosos acamados (Ruiz 1990).

No Estado de São Paulo, as primeiras têm seus principais depósitos associados às várzeas dos grandes rios (Tietê, Paranapanema, Moji-Guaçu, etc.). As argilas de planície de inundação possuem a caulinita como argilo-mineral dominante e apresentam cores escuras. São denominadas “argilas de várzeas” pela maioria dos oleiros e ceramistas.

As argilas ou sedimentos argilosos litificados (argilitos, siltitos e folhelhos) fazem parte da seqüência sedimentar das bacias do Paraná, Taubaté e São Paulo. Na Bacia do Paraná, os principais depósitos correspondem às unidades Tubarão e Passa Dois (Permocarbonífero), que afloram no domínio geomorfológico conhecido como depressão periférica paulista. Envolve, principalmente, os municípios de Campinas, Itu, Indaiatuba, Rio Claro, Moji-Guaçu, Cordeirópolis, Santa Gertrudes, Tatuí, Itapetininga, Sorocaba, dentre outros.

Os depósitos da Bacia de Taubaté explotados para fins cerâmicos estão associados à Formação São Paulo, de idade oligocênica, sendo as regiões de Lorena, Guaratinguetá, Cachoeira Paulista e Cruzeiro as de maior produção.

O Estado abriga o maior parque industrial de cerâmica vermelha do Brasil, com uma produção anual superior a 1 bilhão de peças (Tanno *et al.* 1994). É difícil fazer uma estimativa de reserva dessas argilas no Estado, uma vez que os depósitos e jazidas, em geral, são pouco conhecidos (Ruiz 1990). Trata-se, porém, de um recurso abundante em várias regiões paulistas, sendo que o montante conhecido das reservas é muito superior ao dos demais tipos de argilas exploradas em São Paulo.

3.7. Águas subterrâneas

As águas subterrâneas no Estado de São Paulo estão contidas em duas unidades aquíferas distintas, os sistemas aquíferos sedimentares e o cristalino, que constituem quatro províncias hidrogeológicas denominadas de: Cenozóica, Mesozóica, Paleozóica e Pré-Cambriana.

A província hidrogeológica Cenozóica é constituída pelos aquíferos sedimentares das bacias de São Paulo e Taubaté e pelos aquíferos litorâneos.

A província hidrogeológica Mesozóica é formada pelos aquíferos sedimentares Bauru, Caiuá e Botucatu e pelo aquífero Serra Geral (basaltos), caracterizando-se não só por sua extensão territorial mas, principalmente, pelo seu potencial explorável. O aquífero Botucatu constitui-se como a principal reserva de água subterrânea do Estado e possui expressão internacional, abrangendo países vizinhos.

Na província hidrogeológica Paleozóica, o aquífero sedimentar Tubarão possui extensão regional, ocupando a bacia do rio Piracicaba, região de grande desenvolvimento urbano e industrial, mas onde o suprimento de água é descontínuo e apresenta escassez de recursos.

Por fim, a província hidrogeológica Pré-Cambriana, que ocupa cerca de um terço do Estado, é constituída pelos aquíferos cristalinos contidos nas rochas fraturadas do embasamento. Trata-se de sistemas descontínuos e que em geral apresentam escassez de recursos hídricos.

Cerca de 10% da água utilizada para o abastecimento do Estado provém de águas subterrâneas. No contexto geral, 15% dos recursos utilizados para consumo urbano são oriundos

dos aquíferos subterrâneos. Na região oeste do Estado, zona de domínio da província hidrogeológica Mesozóica, entre 50 e 75% dos recursos provêm de água subterrânea, que representa um potencial explorável da ordem de 210 m³/s. Grandes centros urbanos são supridos total ou parcialmente por água subterrânea, destacando-se: Ribeirão Preto (100%), Bauru, Presidente Prudente, São José dos Campos, Marília, dentre outros.

Além da utilização para abastecimento urbano e industrial, pelos sistemas público e privado, os aquíferos subterrâneos são utilizados como fonte de suprimento de água mineral e termal. As águas minerais ou potáveis de mesa têm sua exploração generalizada por todo o Estado, porém cerca de 90% de sua produção provêm dos aquíferos cristalinos. Águas termais têm como sua principal fonte o aquífero Botucatu, e sua utilização é quase que exclusivamente dirigida ao turismo e lazer.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Prof. Dr. Fernando Flávio Marques de Almeida e ao Prof. Dr. Vicente José Fúlfaro, pela revisão e comentários efetuados. Agradecem também ao responsável pela cuidadosa revisão gramatical da Revista UnG.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V.A.; RUIZ, M.S.; CARUSO, L.G. 1990. Perfil 7 - Rochas Dimensionadas e Aparelhadas. In: RUIZ, M.S. & NEVES, M.R. (coords.) *Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo - Levantamento e Análise*. São Paulo. p. 137-151. (IPT. Publicação, 1822).
- AZEVEDO, P.B.M. & RUIZ, M.S. 1990. Perfil 3 - Areia, Quartzo e Quartzito Industrial. In: RUIZ, M.S. & NEVES, M.R. (coords.) *Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo - Levantamento e Análise*. São Paulo. p. 49-59. (IPT. Publicação, 1822).
- BORIN Jr, T.; PINTO, G.G.; SILVA, A.A.G.P. da; MORGENTHAL, A.; CASTRO, V.H.S. de. 1980. Mineralizações filonianas polimetálicas contendo ouro e prata associados a metais básicos descobertas pelo Projeto Eldorado, Vale do Ribeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú, SBG. v.3, p. 1.444-1.458.
- CÂMARA, M.M. 1992. Classificação tipológica das principais mineralizações auríferas primárias do Vale do Ribeira, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo, SBG. v.1, p.236-237.
- CARUSO, L.G.; BRAGA, T.O.; FRASCA, M.H.O.; FARJALLAT, J.E.S.; FRAZÃO, E.B.; RODRIGUES, E.P.; OLIVEIRA, M.C. 1990. *Catálogo das rochas ornamentais do Estado de São Paulo*. São Paulo. 122p. (IPT/SCTDE/PRÓ-MINÉRIO).
- COIMBRA, A.M. & RICCOMINI, C. 1994. Geologia das ocorrências minerais não-metálicas de origem sedimentar do Estado de São Paulo. In: WORKSHOP: RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo. *Resumos Expandidos...*São Paulo, SBG. p. 11-21.
- COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1991. *Levantamentos geológicos no Estado de São Paulo: situação em 1989 e proposição de metas*. São Paulo. 124p. (COGEMIN / COMISSÃO INTERNA) (Inédito).
- COMPANHIA BRASILEIRA DE MINERAÇÃO E METALURGIA-CBMM. 1984. *Complexos carbonatíticos do Brasil: geologia*. São Paulo, CBMM/Departamento de Geologia. 44p.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. 1994. Com o breque de mão puxado. *Minérios & Minerais*, **124**, p. 24-27.
- DEL MONTE, E.; SILVA, R.B.; SAAD, A.R. 1988. Ocorrências de argilas bentoníticas e aluminosas da região de Franca-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. *Anais...*Belém, SBG. v.1, p.227-241.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. 1991. *Anuário Mineral Brasileiro 1991*. Brasília: Ministério das Minas e Energia. Secretaria Nacional de Minas e Metalurgia. 463p.
- ELIAS, M.J. & CIOLA, R. 1981. Hidrogaseificação do xisto de Tremembé. In: SIMPÓSIO SOBRE APROVEITAMENTO DO XISTO, São Paulo, 1981. *Anais...* São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1981. (ACIESP. Publicação, 29)
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; MAEYAMA, O.; SILVA, R.B. 1985. Pegmatitos do Estado de São Paulo: características geológicas e aspectos econômicos. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, São Paulo. *Atas...*São Paulo, SBG. v.2, p. 411-425.
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; PONÇANO, W.L.; SILVA, R.B. 1991. Garimpos de diamante na região de Franca, SP. *Rev. IG*, **12**(1/2): 67-77.
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; RONDINELLI, D.; SILVEIRA, C.A. 1989. Geoquímica de sedimentos de corrente aplicada à região pegmatítica de São Luis do Paraitinga (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA., 2, Rio de Janeiro. *Anais...*Rio de Janeiro, SBGq. v.1, p. 39-46.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. & SAAD, A.R. (s.d). *Diamantes no Estado de São Paulo*. (em preparação).
- FERRAN, A. de. 1982. Vue d'ensemble sur les mineralisations sédimentaires du Tardi-proterozoïque brésilien. *Chronique de la Recherche Minière*, (466):5-39.
- GAMA, R.R.S. 1946. O estudo da jazida de wolframita de Inhandjara. São Paulo. *Boletim Fac. Fil. Ciênc. Letras USP*, **60**, 92p. (Mineralogia 8)
- GONZAGA, G.M. & TOMPKINS, L.A. 1991. Geologia do Diamante. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T.; COELHO, C.E.S. (coords.). *Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Volume IV - Parte A. Gemas e Rochas Ornamentais. Brasília. p. 53-116.
- HASUI, Y. & OLIVEIRA, M.A.F. 1984. Província Mantiqueira: Setor Central. In: ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y (coords.). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgard Blücher. p.308-344.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. 1980. *Mapa de jazidas e ocorrências minerais do Estado de São Paulo, escala 1:500.000*. São Paulo. IPT. 3v. (IPT. Publicação, 1171).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. 1984. *Fluorita - Potencialidade Geológica do Estado de São Paulo-Fase I*. São Paulo. (IPT. Relatório, 21.266).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. 1985. *Prospecção de metais base na seqüência vulcano-sedimentar de Itaberaba, SP*. São Paulo. (IPT. Relatório, 22.434).

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. 1987. *Avaliação da potencialidade mineral da área do Bairro dos Correias, município de Ribeirão Branco, SP*. São Paulo. (IPT. Relatório, 25.908).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. 1988. *Avaliação do prospecto Itaoca através de dados de subsuperfície*. São Paulo. (IPT. Relatório, 26.940).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. 1989. *Avaliação do potencial mineral da área do Granito Correias-SP*. São Paulo. (IPT. Relatório, 27.629).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT. 1990a. *Novos materiais: ítrio e terras-raras. Tipologia de depósitos e análise exploratória com vistas à prospecção no Estado de São Paulo*. São Paulo. (IPT. Relatório em editoração).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1990b. *Caracterização tecnológica de mármore, hornfels e escarnitos de Itaoca visando seu aproveitamento industrial ou ornamental*. São Paulo. (IPT. Relatório, 28 231).
- INSTITUTO GEOLÓGICO E GEOGRÁFICO - IGG. 1974. *Reconhecimento geológico e mineralógico de algumas regiões do Vale do Ribeira de Iguape*. São Paulo. (IGG/DAEE. Relatório final).
- KUMOTO T. E.; COSTANZO Jr.; MONTICELI, J.J. 1985. *Minerais energéticos: carvão, turfa e rochas oleígenas*. São Paulo. 58 p. (CESP. Série Pesquisa e Desenvolvimento, 14).
- LOUREIRO, F. E.L. 1988. *Terras- raras: onde e porque prospectá-las; tipos de jazimentos; perspectivas mercadológicas*. Rio de Janeiro, CPRM. 56p. (Informe Técnico). (Inédito).
- LOUREIRO, F.E.L.; FIGUEIREDO, C.M.V. de; TOREZAN M.J. 1989. Os elementos terras- raras nos complexos carbonatíticos brasileiros. In: FORMOSO, M.L.L.; NARDI, V. S.; HARTMANN, L. A. (eds.). *Geoquímica dos elementos terras raras no Brasil*. Rio de Janeiro, CPRM, DNP, SBGq. p.47-59.
- MOREIRA, H.B. 1981. Xisto - reservas, principais resultados da escalada e perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO SOBRE APROVEITAMENTO DO XISTO, São Paulo, 1981. *Anais...* São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1981. (ACIESP. Publicação, 29).
- NOGUEIRA FILHO, J.V.; SARAGIOTO, J.A.R.; SINTONI, A. 1976. A jazida de apatita de Ipanema. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 29, Ouro Preto, 1976. *Anais..* Belo Horizonte, SBG. v.1, p. 75-87.
- PESSINI, R.T. 1981. Aproveitamento energético do xisto do Vale do Paraíba. In: SIMPÓSIO SOBRE APROVEITAMENTO DO XISTO, São Paulo, 1981. *Anais...* São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1981. (ACIESP. Publicação, 29).
- PRESSINOTTI, M.N. 1991. *Caracterização geológica e aspectos genéticos dos depósitos de argila tipo "ball clay" de São Simão, SP*. São Paulo. 141p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências USP).
- RUIZ, M.S. 1990. Perfil 4 - Argilas. In: RUIZ, M. S. & NEVES, M.R. (coords.). *Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo: levantamento e análises*. São Paulo. p.61-86. (IPT. Publicação,1822).
- SCHALCH NETO, J.A.; AZEVEDO, R.M.B.; RUIZ, M.S., HWA, C.M.F. 1990. Perfil 5 - Brita. In: RUIZ, M.S. & NEVES, M.R. (coords.). *Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo: levantamento e análise*. São Paulo. p. 87-98. (IPT. Publicação,1822).
- SERRANA S/A DE MINERAÇÃO. 1975. *O carbonatito apatítico de Jacupiranga, sua ocorrência, extração e evolução no beneficiamento, integração industrial*. 58p. (Publicação Especial).
- SHIMADA, H.; MOTTA, J.F.M.; CABRAL JUNIOR, M.; NAKANO, S. 1981. Prospecção de turfa no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, Curitiba, 1981. *Atas...* Curitiba, SBG. v.2, p.259-273.
- SHIMADA, H. 1981. Xisto e turfa, uma comparação In: SIMPÓSIO SOBRE APROVEITAMENTO DO XISTO, São Paulo, 1981. *Anais...* São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1981. (ACIESP. Publicação, 29).
- SILVA, C.R. & CÂMARA, M.M. 1990. *Depósito de Au e Ag do Rio Ivaporundua - Município de Eldorado Paulista-SP*. (Inédito).
- SILVA, R.B. 1989. Exploração mineral do Estado de São Paulo. *Brasil Mineral*, (67):64-74.
- TANNO, L.C.; MOTTA, J.F.M.; CABRAL Jr., M. 1994. Pólos de cerâmica vermelha no Estado de São Paulo: aspectos geológicos e econômicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 38, Blumenau, SC.
- TESSLER, M.G.(coord.). 1985. *Minerais pesados da região costeira e plataforma continental sul do Estado de São Paulo: determinação das assembléias e potencialidade mineral; relatório final*. São Paulo, Instituto Oceanográfico/USP: SICCT/PRÓ-MINÉRIO.
- TOLEDO-GROKE, M.C. & SOUZA, R.V. 1991. Estudo preliminar da alteração intempérica das rochas ultramáficas ricas em apatita na área da mina Gonzaga Campos, maciço alcalino de Ipanema, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA,3, São Paulo, 1991. *Resumos...* São Paulo, IGUSP. v.1, p.91-95.

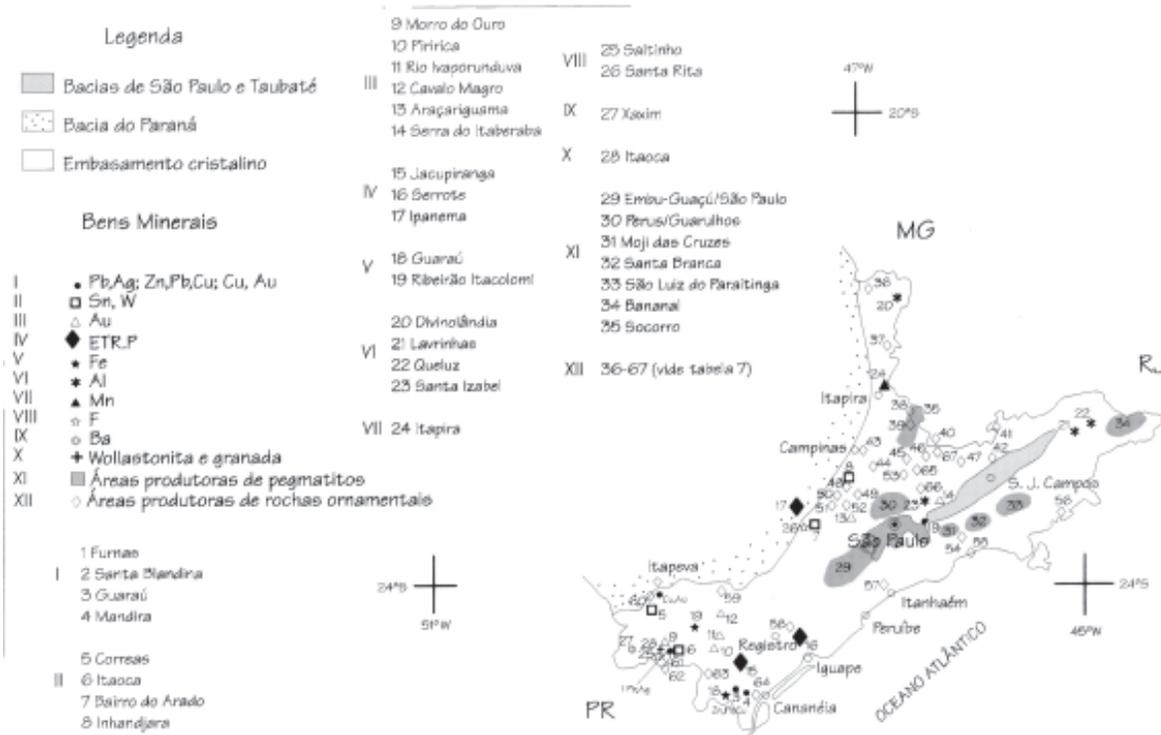


Figura 1 - Depósitos minerais do Estado de São Paulo - Parte A

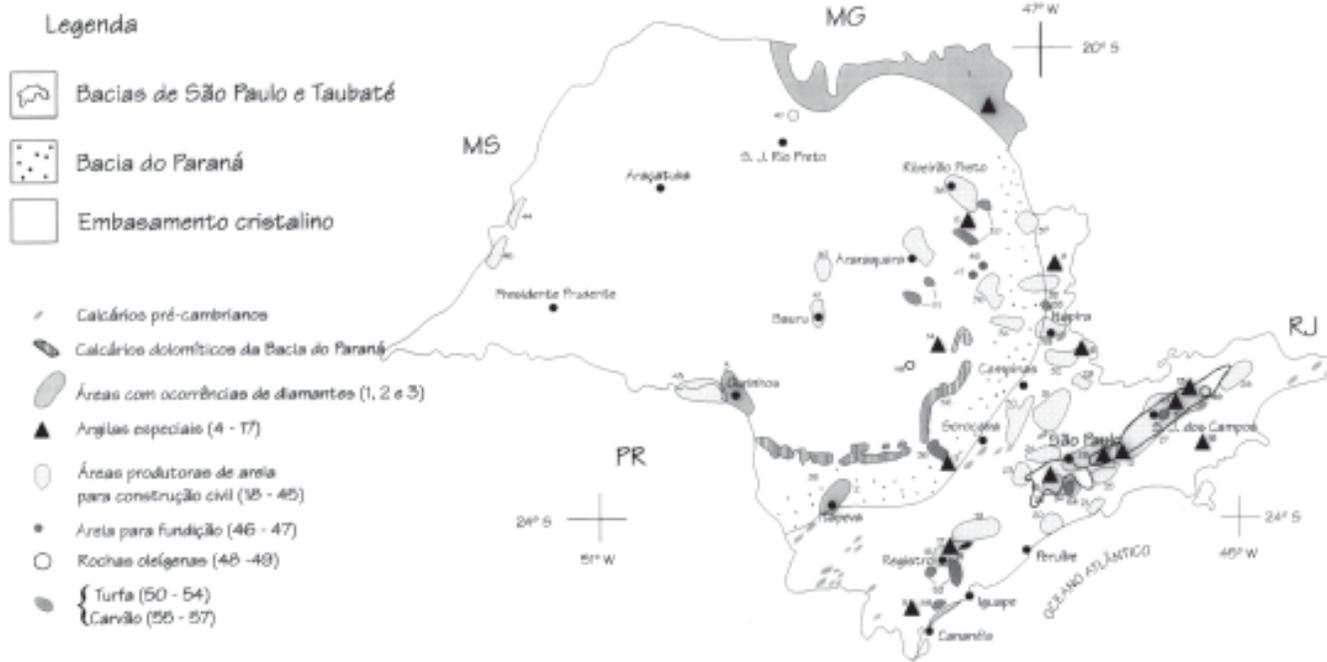


Figura 2 - Depósitos minerais do Estado de São Paulo - Parte B