

Características do Pólo de Revestimentos Cerâmicos de Santa Gertrudes - SP, com Ênfase na Produção de Argilas.

**José Francisco Marciano Motta^{a*},
Sérgio Ricardo Christofolletti^b, Leonardo Locoselli Garcez^a,
Raquel Valério de Souza Florêncio^a, Anselmo O. Bosch^c,
Maria Margarita Torres Moreno^b, Gláucia Cuchierato^a,
Antenor Zanardo^b**

^a*Divisão de Geologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo,
IPT Cidade Universitária, 05508 - 901 São Paulo - SP*

^b*Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp Rio Claro - SP*

^c*Universidade Federal de São Carlos, DEMa/LaRC São Carlos - SP*

**e-mail jfmotta@ipt.br*

Resumo: O Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, localizado no Estado de São Paulo, produz cerca de 20 milhões m² de revestimentos cerâmicos via seca por mês (240 milhões m² por ano) em 42 unidades produtoras. A principal característica das placas produzidas é a base avermelhada, superfície esmaltada, absorção d'água entre 6 e 10 % (tipo BIIb), para uso em pisos e paredes, especialmente em ambiente interno. O processo produtivo é caracterizado pela moagem a seco, prensagem a seco e monoqueima rápida. Além disso, uma particularidade mundial do Pólo de Santa Gertrudes é a composição do suporte apenas de um tipo de argila, a qual é proveniente de rochas argilosas da Bacia Sedimentar do Paraná (Formação Corumbataí, de idade permiana). Os principais minerais desta rocha argilosa são illita, com menores quantidades de esmectita e caulinita, quartzo, feldspatos, hematita e hidróxidos de ferro. Fragmentos biogênicos (bone beds e coquina) estão presentes em camadas centimétricas. Os principais óxidos presentes e sua composição química aproximada são: SiO₂ (67%), Al₂O₃ (15%), Fe₂O₃ (5%), K₂O (2-3%), Na₂O (0.5%) e CaO (0.5%). A mineração é conduzida a céu aberto, envolvendo as etapas de decapeamento, seguida de desmonte por explosivo ou mecânico (dependendo da dureza da rocha), usando uma ou mais bancadas. O minério desmontado segue para trabalhos de pátio para cominuição, secagem e homogeneização, podendo, ocasionalmente, passar por sazonalização. Após o término das operações ao ar livre, o material é estocado ou segue diretamente para a planta de moagem e depois para a prensagem, decoração e queima. A produção média mensal de argila excede 400.000 ton. por mês.

Palavras-chave: *matéria-prima, cerâmica, argila, Formação Corumbataí, Santa Gertrudes*

1. Introdução

O Pólo de Santa Gertrudes é o maior pólo cerâmico das Américas, produzindo cerca de 20 milhões m² de placas cerâmicas por mês (240 milhões m² por ano - Fig. 1) em mais de 40 plantas industriais distribuídas em mais de 6 municípios, concentradas principalmente em 3 deles (Santa Gertrudes, Rio Claro e Cordeirópolis), como ilustrado na Fig. 2. O Pólo é caracterizado pelo processo de

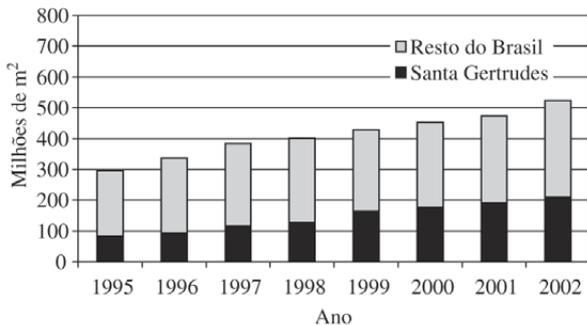


Figura 1. Panorama da produção de revestimentos cerâmicos no Brasil e no Pólo de Santa Gertrudes

moagem via seca e a composição do suporte das placas cerâmicas é feito exclusivamente de um tipo de argila, que diferencia este Pólo dos outros do Brasil e do mundo.

A matéria-prima é extraída da Formação Corumbataí, de idade permiana, que consiste em uma seqüência de siltitos, folhelhos e argilitos avermelhados de origem marinha, que se distribuem, em afloramento, ao longo da Depressão Periférica Paulista, desde o sul de Piracicaba até as proximidades de Casa Branca. Desta forma, existem grandes reservas de material argiloso suficientes para abastecimento do Pólo por longo prazo. Entretanto, para a transformação dessas reservas em recursos, são necessários muitos esforços no planejamento desta extração mineral, tendo em vista o atendimento às atuais políticas de proteção ambientais e de priorização no abastecimento de água da região, entre outros possíveis conflitos de disputas pelo uso do solo.

Este artigo enfoca as principais características da matéria-prima, desde a sua fonte na Formação Corumbataí até o silo de prensagem, inclui as operações mineiras e as etapas intermediárias de preparação da matéria-prima para a moagem, que são as operações de pátio para mistura, pré-redução granulométrica e secagem. Além disso, este

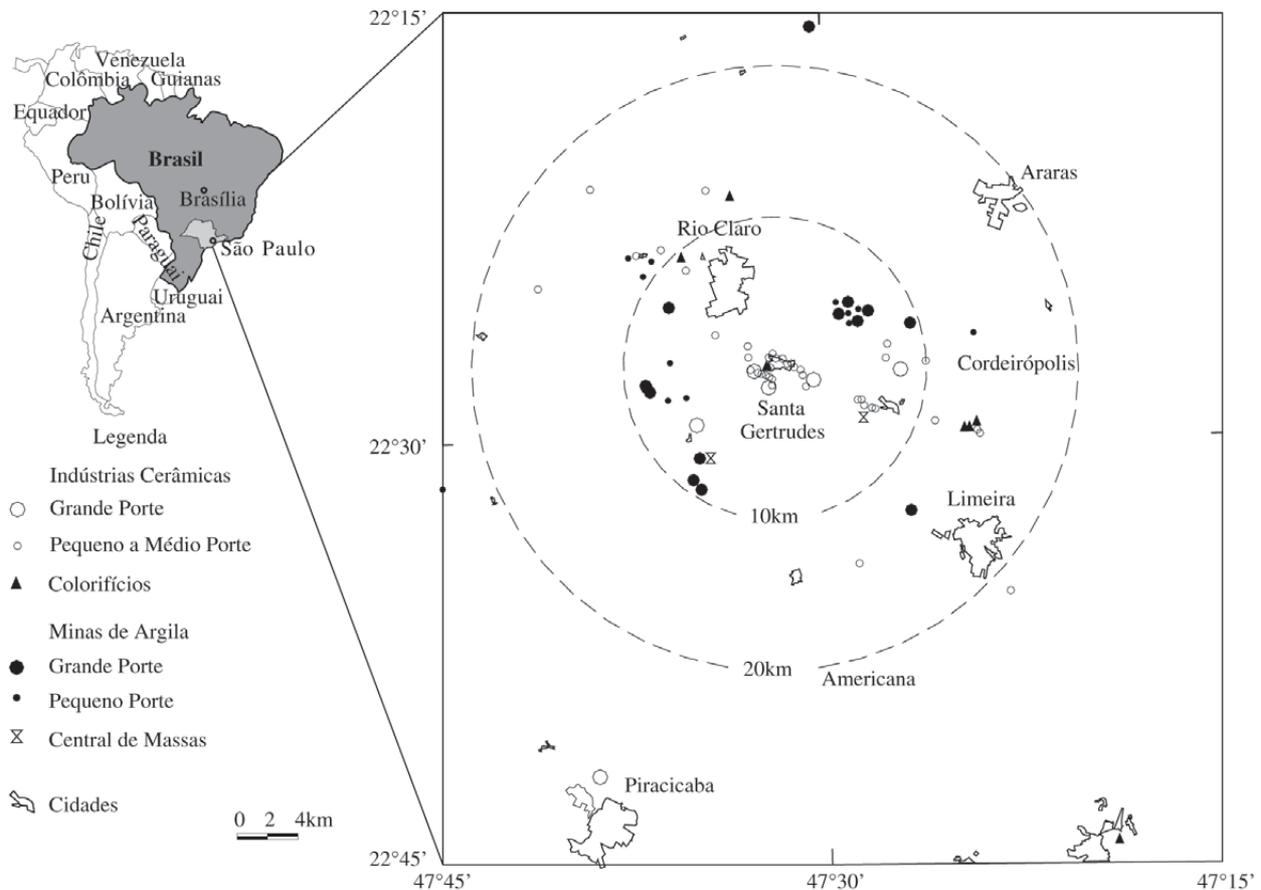


Figure 2. Localização e distribuição das unidades cerâmicas e minas de argila no Pólo de Santa Gertrudes

artigo discute os estudos ambientais para o planejamento das atividades mineiras.

2. Perfil Industrial e a Produção Cerâmica do Pólo

A produção cerâmica na região de Santa Gertrudes começou no início do século XX, através da manufatura de tijolos e telhas por famílias italianas. Mais tarde, na segunda metade do século, os ceramistas diversificaram os produtos de base argilosa, passando a confeccionar tubos e pisos cerâmicos extrudados não-esmaltados 30 x 30 cm.

Este último produto, junto com a variedade vitrificada, alcançaram grande sucesso, proporcionando bom retorno financeiro. A situação criada permitiu investimentos e inovação tecnológica, implementando, a partir da década de 1980, a produção de pisos cerâmicos moídos a seco, prensados a seco, esmaltados e queimados por monoqueima rápida. Desde a metade da década de 80, essa atividade mostrou uma forte taxa de crescimento (maior que 10% ao ano), tendo uma contínua atualização tecnológica até os dias atuais, atraindo um grande número de fornecedores e serviços para a região.

Hoje, o Pólo de Santa Gertrudes abrange muitas indústrias cerâmicas, com o seguinte perfil:

- cerca de 42 plantas via seca de placas tipo BIIB (semiporosas) de base vermelha, de tamanho regular, produzidas por monoqueima rápida;
- duas plantas via úmida de placas tipo BIIB (semiporosas) de base mais clara, de tamanho regular, produzidas por monoqueima rápida;
- três plantas para peças especiais, tais como: faixas e tozetos, por via úmida;
- duas plantas de placas extrudadas artesanais tipo cotto;
- uma planta de via seca que produz, de forma intermitente, placas cerâmicas do tipo BIa (porcelanato).

O Pólo também contém várias unidades fabris de produtos estruturais e de vedação (tijolos, blocos, lajes, telhas) e materiais decorativos (vasos). A Fig. 3 ilustra, esquematicamente, as principais características minero-cerâmicas deste arranjo produtivo.

3. Geologia e Características da Matéria-Prima do Suporte

A matéria-prima básica das placas cerâmicas da via seca provém das rochas argilosas da Bacia do Paraná, uma grande bacia sedimentar intracratônica Fanerozoica, que cobre 1.100.000 km² no sudeste do Brasil e 100.000 km² no Uru-

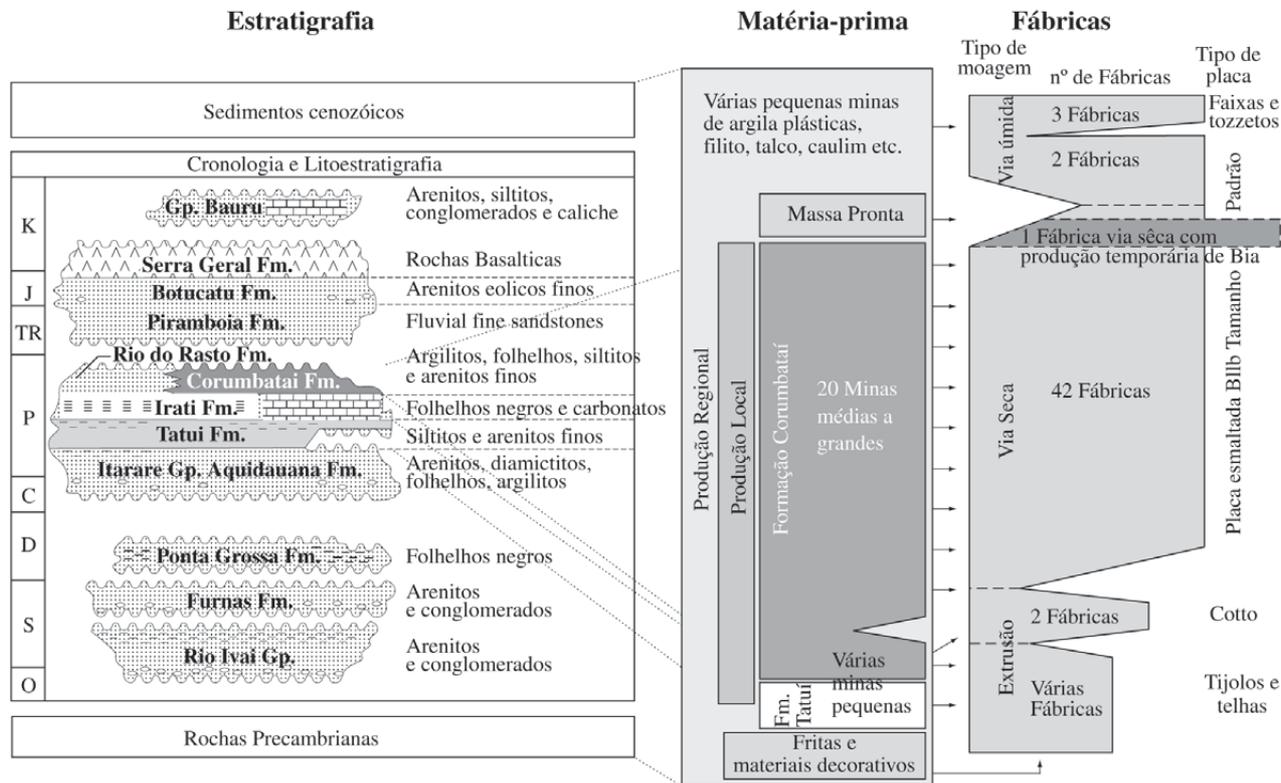


Figura 3. Panorama esquemático do arranjo minero-cerâmico do Pólo de Santa Gertrudes, ressaltando: a) a estratigrafia regional da Bacia do Paraná, destacando a Formação Corumbataí, principal fonte de argila; b) o perfil mineiro, mostrando a fonte de matéria-prima para a indústria cerâmica; e c) o perfil industrial, incluindo a forma de preparação da massa, número de fábricas do Pólo e tipos de produto.

guai, Paraguai e Argentina. Na região de Santa Gertrudes, as extrações de argila estão agrupadas na Formação Corumbataí (Pc), de idade permiana, que apresenta uma seqüência de até 130 m de espessura de sedimentos avermelhados de origem marinha, constituída de argilitos, folhelhos, siltitos e arenitos finos. Esta seqüência encontra-se sotoposta por rochas carbonáticas com intercalações de folhelhos negros pirobetuminosos (Formação Irati) e sob arenitos flúvio-eólicos (Formações Pirambóia e Botucatu), formando uma granocrescência ascendente que caracteriza um ciclo sedimentar regressivo.

Os principais minerais desta rocha argilosa são illita, com menores quantidades de esmectita e caulinita, e quartzo, feldspatos, hematita e hidróxidos de ferro. Localmente, nas partes intermediária e inferior da formação ocorrem fácies arenosas com granulometria abaixo de 120µm, ricas em feldspatos, minerais que chegam a constituir mais de 60% do volume da rocha, representado principalmente por albita autogênica. Fragmentos biogênicos (*bone beds* e coquina) estão presentes em camadas centimétricas.

Os principais óxidos presentes e sua composição química aproximada são: SiO₂ (67%), Al₂O₃ (15%), Fe₂O₃ (5%), K₂O (2-3%), Na₂O (0,5%) e CaO (0,5%). Entretanto, localmente, alguns óxidos como K₂O e Na₂O podem apresentar valores variados (Zanardo 2003).

A Formação Corumbataí apresenta granocrescência ascendente, sendo que Christofletti (2003) identificou um conjunto de rochas mais finas na base, a qual denominou de associação argilo-arenosa, agrupando litofácies de rochas pelíticas maciças e laminadas, e uma associação areno-argilosa no topo, reunindo litofácies de rochas pelíticas intercaladas com porções mais arenosas.

Apesar da preferência pelas porções estratigráficas intermediárias e basais da Formação Corumbataí, a extração ocorre em todos os níveis estratigráficos da unidade, exceto quando as rochas argilosas apresentam elevado grau de intemperismo ou contaminação por impurezas.

Estes contaminantes podem ser veios de sílica e/ou de carbonato, concentrações biogênicas, intrusões basálticas e intercalações de fácies arenosas.

4. Reservas de Argila, Atividades Mineiras e Trabalhos de Pátio

As atuais atividades mineiras para extração de argila compreendem cerca de 20 minas de argilas no Pólo de Santa Gertrudes, produzindo cerca de 400.000 ton/mês em todo o Pólo. Uma parte da argila é também extraída para abastecer outras plantas via seca no Estado de São Paulo, fora do Pólo aqui em discussão. A maioria destas minas são operadas por empresas ligadas às próprias indústrias cerâmicas e, secundariamente, por produtores independentes. Uma quantidade adicional é ainda utilizada para a fabricação de produtos estruturais e de vedação, tais como tijolos, blocos e telhas.

A Figura 2 ilustra a distribuição das minas e das fábricas na região. Observe-se que a distância máxima entre os empreendimentos e a cidade de Santa Gertrudes é de 35 km e as distâncias entre a maioria das minas e as plantas industriais são menores que 10 km.

A área relativa à ocorrência da Formação Corumbataí é quase inteiramente onerada por interesses mineiros, com cerca de 500 títulos minerários. As reservas oficiais de argilas são estimadas em cerca de 160 milhões de toneladas (Fig. 4), mas a consolidação de futuros dados do Departamento Nacional da Produção Mineral deve revelar forte ampliação nestes valores ano a ano.

Historicamente, o segmento de mineração de argila não estava submetido à mesma legislação mineral a que está a maioria dos bens minerais, tais como fertilizantes e os minérios metálicos. Atualmente, sob mesmos deveres das legislações mineral e ambiental, os proprietários de minas de argila estão em processo de adaptação, que os obrigam a realizar pesquisa mineral, com quantificação de reservas, caracterização do minério, plano de aproveitamento econômico, plano de lavra etc., mas, dado alguns aspectos técnico-econômicos e culturais, nem todos os procedimentos são implementados idealmente. Os produtores utilizam suas experiências específicas e testes práticos nas indústrias, para planejar a escavação e mistura. Para superar as variações das propriedades das argilas e a falta de informações geológicas, os mineradores extraem e misturam grandes volumes de rochas, mas esta eficácia não é comprovada.

A mineração é conduzida a céu aberto, envolvendo as etapas de retirada da vegetação e decapeamento, seguidas por desmonte por explosivo ou mecânico (dependendo da dureza da rocha), usando uma ou mais bancadas. O minério desmontado segue para trabalhos de pátio, para cominuição, secagem e homogeneização, podendo, ocasionalmente, passar por sazonalização. Após o término das operações ao ar livre, o material é estocado ou segue diretamente para a planta de moagem e, depois, para a prensagem, decoração e queima.

A Figura 5 ilustra um fluxograma das operações mi-

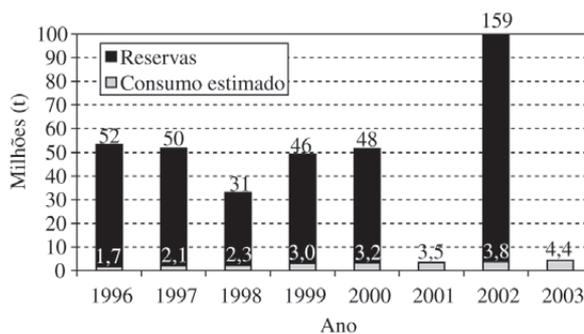


Figura 4. Reservas oficiais de argila e consumo estimado no Pólo de Santa Gertrudes (DNPM 2003).

neiras e preparação da argila.

Do ponto de vista ambiental, a região de Santa Gertrudes é um território sedimentar com uma topografia suave, com predominância de pequenas colinas, densamente ocupada por agricultura e contendo ilhas de áreas urbanas. As minas de argila estão localizadas em colinas amplas com encostas de declive médio a baixo, onde se implantam extensas áreas de terra exposta (pátios) para trabalhar a argila (esparrear, misturar, revolver, coletar etc.). Estes pátios tem sido motivo de restrição dos órgãos ambientais quanto ao controle eficaz de impactos ambientais adversos, como a erosão laminar, a deflação eólica, e o conseqüente assoreamento de drenagens e re-

servatórios de abastecimento de água (o principal problema), e impacto visual.

Além dos impactos causados por cada mina, há um forte adensamento da atividade em determinadas áreas, que pode agravar o impacto ambiental em toda a região. Este é um ponto importante a ser aprofundado, buscando estabelecer um equilíbrio dos meios físico, biótico e socioeconômico, para garantir a continuidade do abastecimento de argila. O estudo deve envolver continuamente os diversos interesses, seja dos mineradores e ceramistas, dos órgãos ambientais, dos governos federal, estadual e municipal. Papel importante também podem desenvolver as instituições de pesquisa e as empresas consultoras.

5. Moagem Via Seca

As plantas de moagem são, na grande maioria, contíguas às linhas de produção fabril. Em poucos casos, alguns grupos de duas ou três fábricas utilizam uma mesma central de massas. Existem apenas duas centrais de massas independentes, que produzem, em conjunto, cerca de 50.000 ton/mês.

O procedimento operacional da moagem dá-se pelo abastecimento de pequenos fragmentos de argila bruta seca (em torno de 5% em peso de água) para moinhos de martelo e pendulares combinados. O pó resultante, após extração de resíduo, é umidificado para cerca de 9%, combinado com processo de granulação da massa (Fig. 6). A distribuição granulométrica da argila moída e seca (antes da umidificação) é apresentada na Fig. 7.

6. Conclusões

Desde a baixa tecnologia dos produtos da década de 60, como tijolos, até a atual tecnologia de monoqueima rápida, os produtores cerâmicos da região de Santa Gertrudes têm trilhado um caminho de sucesso. Além do empreendedorismo empresarial, acredita-se que dois fatores foram decisivos para este sucesso: 1) métodos via seca de preparação de massa (moagem a seco); e 2) composição da massa com apenas um tipo de argila. Inicialmente, estes dois procedimentos permitiam um modo barato de produzir revestimentos cerâmicos, bem como a sua comercialização a preços baixos, permitindo aos pisos e revestimentos via seca uma forte inserção em mercados de baixa renda.

Posteriormente, então, os produtores melhoraram seus processos industriais e a qualidade dos produtos, ocupando também outras faixas de mercado, inclusive atingindo o mercado externo.

Os dois aspectos abordados, moagem via seca e argila, são os diferenciais de grande importância para o Pólo de Santa Gertrudes, para manter a competitividade com outras regiões produtoras. A moagem via seca envolve procedimentos e equipamentos que devem ser constantemente aperfeiçoados. Por outro lado, a argila é um recurso não-renovável, que embora de grandes reservas, a manu-

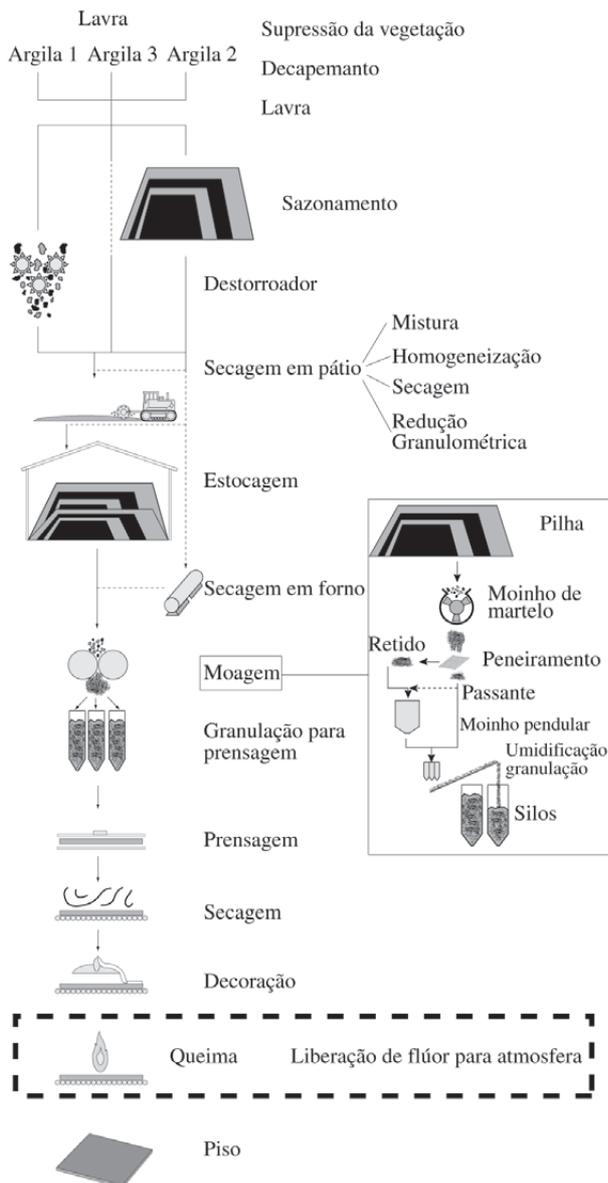


Figura 5. Fluxograma da mineração e preparação de argila para revestimentos cerâmicos no Pólo de Santa Gertrudes

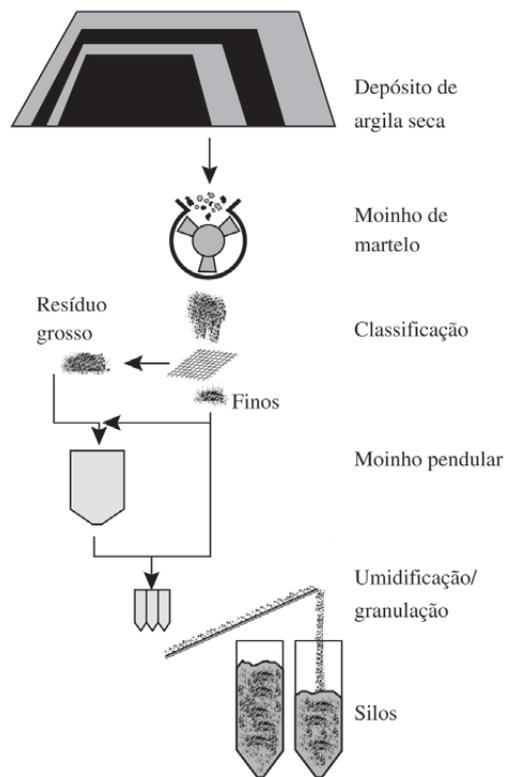


Figura 6. Fluxograma simplificado da planta de moagem

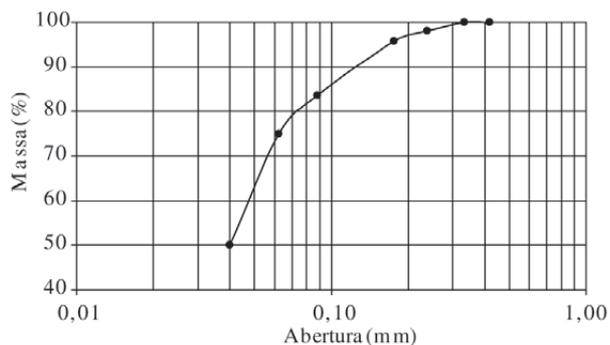


Figura 7. Distribuição granulométrica da argila moída e seca (antes da umidificação)

tenção do fluxo de matéria-prima para uso futuro depende também da gestão da ocupação da região, para permitir o acesso efetivo às reservas minerais existentes. Por esta razão, as atividades mineiras devem ser cuidadosamente planejadas, envolvendo produtores, consumidores, agências mineradoras e ambientais, municípios, institutos de pesquisa e outros atores.

Estudos geológicos e tecnológicos adicionais são recomendados, bem como o desenvolvimento de técnicas de mineração e processamento de matérias-primas, para permitir à indústria o desenvolvimento contínuo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao suporte financeiro da FINEP; e ao LaRC-DEMa-UFSCar, IPT e IGCE-UNESP pelo uso de suas facilidades e suporte técnico.

Referências

1. Biondi, J.C.; Santos, E.R.; Gianini, P.C.. Modelo Geológico e Geoquímico do Depósito de Caulim da Mina Fazendinha, Mineração Tabatinga (Tijucas do Sul – PR). 45° Congresso Brasileiro de Cerâmica. Florianópolis. 2001. Anais...ABC. (CD-ROM).
2. Christofolletti, S.R. Um modelo de classificação geológica-tecnológica das argilas da Formação Corumbataí utilizada nas indústrias de revestimentos cerâmicos. Tese de doutoramento, IGCE-Unesp-Rio Claro, 307 p. 2003.
3. DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em 20 nov. 2003.
4. Melo, M.S. A Formação Rio Claro e depósitos associados: sedimentação neoceno-zóica na Depressão Periférica Paulista. São Paulo. Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 144p. 1995.
5. Motta, J.F.M. As matérias-primas cerâmicas e o estudo de três casos de rochas fundentes. Tese de Doutorado. IGCE-Unesp-Rio Claro. 2000. 206p
6. Souza Santos, P. Ciência e Tecnologia de argilas. 1ª edição. Ed. Edgard Blücher, S. Paulo, (1975), 2v., p.802.
7. Zanardo, A. Pesquisa Geológica e de Matérias-Primas Cerâmicas do Centro Nordeste do Estado de São Paulo e Vizinhanças – Sistematização Crítica da Produção Técnico-Científica. Livre-Docência, Instituto de Geociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro. 2003, 283p. 2 anexos.