

Prof. Valarelli

09418593

ANÁLIS

VOLUME 2



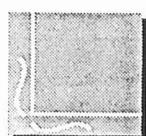
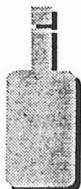
CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA



2º

CONGRESSO DE CERÂMICA
E MINERAIS INDUSTRIALIS
DO MERCOSUL

3 A 6 DE JUNHO DE 1997
EXPO CENTER NORTE
SÃO PAULO - SP



PANORAMA ATUAL DO PÓLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES EM FUNÇÃO DE NOVOS ESTUDOS MINERALÓGICOS E TEXTURAIS DA MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA NA INDÚSTRIA DE REVESTIMENTOS

Gaspar Jr., Lineo Aparecido*
 Christofeletti, Sérgio Ricardo*
Souza, Marcos Henrique de Oliveira*

Valarelli, José Vicente*

Moreno, Maria Margarita Torres*

* Depto. De Petrologia e Metalogenia. IGCE/UNESP, campus de Rio Claro.
 Av. 24-A, 1.515. Rio Claro-SP. CEP: 13506-900. Fone: (019) 534-0522 ramal 209. Fax: (019) 524-9644.
 E-mail: dpm@geo.0001.unesp.br

RESUMO

O pôlo cerâmico de Santa Gertrudes vem crescendo de forma surpreendente desde a década passada e hoje é um dos quatro grandes pólos do Brasil, perfazendo 40% da produção nacional de pisos e azulejos, gerando cerca de 3000 empregos diretos (aproximadamente 5000 indiretos) e produzindo 8 milhões de m²/mês. A matéria prima tradicionalmente utilizada para este fim são as argilas provenientes da Formação Corumbataí aflorante na região. Contudo, nem sempre uma argila proveniente de uma única jazida satisfaz as condições físicas, químicas e mineralógicas exigidas pela linha de fabricação da indústria. Devido a este problema, a UNICER faz o blending de várias matérias primas (especialmente das jazidas Peruchi e Cruzeiro, que são objeto de estudo deste trabalho). Ainda está em fase de estudos a implantação de matérias primas calcárias provenientes da Formação Iratí para melhorar a qualidade do produto final. Para melhor caracterização das argilas provenientes das jazidas Peruchi e Cruzeiro (e também do calcário proveniente da Formação Iratí), a metodologia utilizada foi a seguinte: trabalhos de campo (amostragem e descrição macroscópica), de laboratório (ensaios físicos, químicos e mineralógicos) e de escritório (levantamento bibliográfico e confecção de relatórios).

Palavras-chave: Argilominerais, Matéria-prima, Pôlo Cerâmico

ABSTRACT

Santa Gertrudes ceramic's pole has been increasing very quickly since the last decade and currently it's one of the four great brazilian poles, forming 40% from national production of floor and glazed tiles, providing about 3,000 direct jobs (and nearly 5,000 indirect ones) and producing 8 million m²/month. The raw material traditionally used for this are the clays from Corumbataí Formation crops out in the region. However, not always a clay from a single deposit fulfills the physical, chemical and mineralogical conditions demanded by the industry. Due to this problem, UNICER makes the blending of several raw materials (particularly from Peruchi and Cruzeiro deposits, the highlight of this paper). It's still in preliminary studies the introduction of limestones from Iratí Formation to improve the final product's quality. For a better characterization of the clay minerals from Peruchi and Cruzeiro deposits (and the limestone from Iratí Formation, too) the approach adopted was just like this: field survey (sampling and macroscopic description), laboratory survey (physical, chemical and mineralogical assays) and office survey (bibliographical review and report's manufacture)

Keywords: Clay minerals, Raw Material, Ceramic Pole

tendência evolutiva para os próximos anos em função de novos estudos concernentes à matéria-prima, estudos estes que serão detalhados a seguir.

O PÓLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES:

No estado de São Paulo concentram-se três dos quatro grandes pólos de revestimentos do país (que são quatro, a saber: pôlo de Criciúma, o único que não se localiza no estado de São Paulo, e sim em Santa Catarina; pôlo de Mogi-Guaçu; pôlo de Suzano e pôlo de Santa Gertrudes). O pôlo

cerâmico em questão compreende os municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Rio Claro,

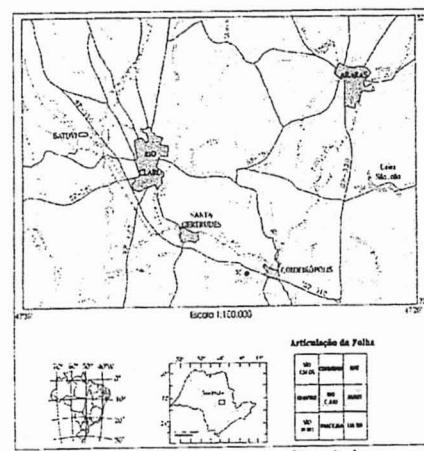


Figura 1: Localização geográfica da área.

Limeira e Araras e tem como base principal a produção centrada na cerâmica vermelha de revestimento, principalmente na confecção de pisos, também chamados "pavimentos". A produção do pôlo está atualmente em 12 milhões de m²/mês, perfazendo 40% da produção nacional de revestimentos (Tabela 1).

Tabela 1: Dados econômicos do pôlo cerâmico de Santa Gertrudes

AUMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA:

1995/1996=20%;
 1996/1997=25% (estimativa)

PRODUÇÃO (EM MILHÕES M²/MÊS):

Dez/1995=6,612
 Dez/1996=8,420
 Dez/1997=10,620 (estimativa)

PARTICIPAÇÃO NO MERCADO NACIONAL:

1995=32%
 1996=40%
 1997=50% (estimativa)

Fonte: Sindicato das Indústrias da Construção e do Mobiliário de Santa Gertrudes

MATERIAIS E MÉTODOS DE ANÁLISE:

CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA PRIMA:

As matérias-primas analisadas neste estudo são oriundas das jazidas Peruchi e Cruzeiro (no caso da Formação Corumbataí) e apenas da jazida Cruzeiro, no caso da Formação Iratí. A Formação

Corumbataí consiste de siltitos de coloração marrom a arroxeadas (LANDIM⁽¹⁾), siltitos estes que são a fonte das argilas utilizadas no pôlo. Já a Formação Iratí comprehende (na região) tanto folhelhos pirobetuminosos quanto calcários, geralmente dolomíticos (MENEGON⁽²⁾). Tais calcários já são utilizados como aditivos em outros pôlos cerâmicos, e sua implantação no pôlo cerâmico de Santa Gertrudes (bem como as tentativas de utilização do folhelho, que é considerado rejeito de lava) ainda está em fase de estudos.

METODOLOGIA ADOTADA:

A metodologia adotada até o momento consistiu de análises mineralógicas e químicas. Os ensaios físicos ainda estão em fase de execução.

Nos estudos mineralógicos, a difração de Raios X (DRX) foi o principal método utilizado para identificação e classificação dos minerais em geral e dos argilominerais em particular. As amostras foram britadas e posteriormente desagregadas. A partir daí, estas mesmas foram analisadas sob quatro diferentes condições:

Amostra total (Whole sample);

" natural (fração <2μ sem tratamento)
 " glicolada (fração <2μ tratada quimicamente com etilenoglicol)

Amostra aquecida (fração <2μ tratada termicamente a 550°C/4h).

No caso das argilas da Formação Corumbataí, a separação da fração argila foi obtida por sedimentação, obedecendo-se à Lei de Stokes, sem nenhum tratamento prévio; já no caso dos calcários e folhelhos da Formação Iratí, a fração argila também foi obtida por sedimentação, porém, foi necessário tratamento químico (ataque ácido por HCl para remover os carbonatos presentes no calcário e oxigenação com H₂O₂ para remover a matéria orgânica no caso dos folhelhos pirobetuminosos).

Após a separação, foram confeccionadas lâminas, que por sua vez, foram submetidas à DRX.

A amostra glicolada visa a determinação de minerais expansivos (como a montmorillonita), ao passo que o tratamento térmico tem a finalidade de detectar presença de argilominerais sensíveis ao aquecimento (caulinita, montmorillonita e vermiculita por exemplo). A inter-relação entre os três tipos de tratamento permite identificar e classificar com segurança os principais tipos de argilominerais presentes na amostra, medindo-se a distância interplanar dos picos no difratograma (Figura 3). Já a análise da amostra total tem por função determinar todos os minerais presentes, servindo também de comparação com a fração argila (Figura 2).

Foram também realizadas descrições macroscópica e microscópica, enfatizando a textura, granulometria, grau de alteração, friabilidade e coloração. A descrição macroscópica aplicou-se tanto para as argilas quanto para os folhelhos e calcários; já a descrição microscópica foi útil apenas para os calcários, visto que tanto as argilas como os folhelhos não permitem uma boa confecção de lâminas delgadas polidas.

As análises químicas restrinham-se à Fluorescência de Raios X (FRX), visando determinar quantitativamente os elementos químicos maiores nas amostras (futuramente, serão realizados ensaios de ICP para elementos-traços).

O processo de preparação das amostras é realizado como segue: as amostras são moídas (amostra total) em moinho oscilatório até atingir a granulometria final de 200# (mesh); após a moagem, as amostras são submetidas a um processo de fusão a 1000°C em cadinho de grafite, juntamente com carbonato de estrôncio e tetraborato de lítio em proporções exatas (0,5000g de amostra, 0,3000g de SrCO₃ e 2,7000g de LiBO₄) para minimizar os efeitos da matriz; após fundido, o material obtido é uma espécie de vidro denominado "pérola de fusão", sendo esta pérola novamente moída até 200#, e o produto moído é finalmente envolvido num suporte de ácido bórico (H₃BO₃) para então ser submetido à análise por FRX.

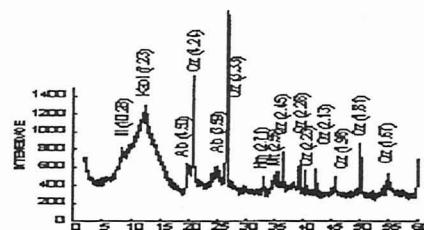


Figura 2: Difratograma de argila da Jazida Peruchi (amostra total)

A metodologia descrita acima inspirou-se em SANTOS⁽³⁾, NORTON⁽⁴⁾ e UNIV. LOUIS PASTEUR⁽⁵⁾. Os equipamentos utilizados foram: microscópio Carl Zeiss Jena (modelo Pol) para a descrição microscópica; Difratômetro Siemens D-5000 (velocidade do goniômetro de 2° (20) por minuto, com constante dependentes das intensidades das reflexões dos argilominerais encontrados; tubo de Cu 35 kW/20mA, com filtro de Ni) para DRX; aparelho Philips PW 2510 para FRX.

O tratamento dos dados de DRX foi feito através do software DIFFRAC-AT, e da biblioteca de dados MINERAL.CAT.

RESULTADOS:

DESCRÍÇÃO MACROSCÓPICA:

Observou-se que, no caso da jazida Peruchi (composta unicamente pela Formação Corumbataí), a frente de lava é relativamente simples, constituída por cinco níveis diferentes de alteração. No caso da jazida Cruzeiro (para os siltitos da Formação Corumbataí), a frente de lava

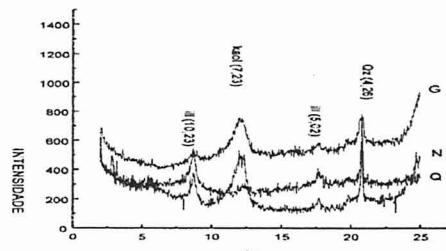


Figura 3: Difratograma de argila da Jazida Peruchi (fração argila) nas condições natural (N), glicolada (G) e queimada (Q)

é bem mais complexa, apresentando diversos níveis de siltitos. Os da base possuem coloração acinzentada, compreendendo siltitos mais compactos, com estruturas sedimentares como laminações plano-paralelas preservadas. No topo, a coloração passa a ser avermelhada, o material torna-se mais plástico e o grau de fraturamento é elevado.

O calcário da jazida Cruzeiro (imediatamente abaixo do siltito) apresenta quatro níveis distintos: folhelho acinzentado, bancada do calcário extraído comercialmente, intercalação rítmica calcário/folhelho pirobetuminoso e tênue camada de calcário silicoso.

DIFRATOMETRIA POR RAIOS-X:

Para a jazida Peruchi, os minerais mais comuns são os argilominerais e o quartzo.

Hematite, magnetita e feldspato (plagioclásio) são acessórios constantes, sendo que a proporção dos mesmos diminui próximo da superfície. Goethita está também presente, concentrando-se mais no segundo nível superficial. Gibbsita aparece no horizonte mais superficial e no nível do solo.

Os argilominerais principais são a caulinita (presente em todas as amostras) e a illita (com maior presença nos níveis basais); montmorilonita e interestratificados em geral aparecem como traços. As figuras 2 e 3 representam os gráficos de DRX para a mesma amostra (nível mais basal desta jazida), sendo respectivamente amostra total e fração argila. É importante notar que na figura 3, ou seja, o gráfico da fração argila, o pico da caulinita praticamente some na condição aquecida; o pico da illita permanece inalterado e ainda sobre um resíduo de quartzo, mesmo após a separação da fração argila.

No caso dos siltitos da jazida Cruzeiro, os minerais são praticamente os mesmos da jazida Peruchi (o que muda são as concentrações). Ocorre calcita nos patamares basais, e o quartzo também é abundante, em especial no solo (nível de topo). A caulinita também está presente em praticamente todos os níveis; a illita é mais comum nos níveis basais e a montmorilonita aparece em quase todos os níveis (em concentração baixa).

No caso do calcário da jazida Cruzeiro, os principais minerais são: carbonatos (dolomita predominante e calcita subordinada), quartzo (sobretudo nos níveis de folhelho) e plagioclásio. Piritita e hematita aparecem em poucos níveis (porém, no folhelho pirobetuminoso, a piritita pode atingir grandes concentrações locais). Os argilominerais principais são montmorilonita, interestratificado regular (illita+montmorilonita) e illita subordinada. A caulinita é praticamente inexistente. Em quase todos os grupos de níveis (calcário, calcário/folhelho e folhelho) a montmorilonita tende a desaparecer em direção ao topo e os interestratificados, por sua vez, aumentam.

FLUORESCÊNCIA POR RAIOS-X:

No caso da jazida Peruchi, os resultados foram satisfatórios e, de certa forma, previsíveis. As concentrações de SiO₂ são decrescentes da base para o topo (a não ser o solo). Já no caso do Al₂O₃, o comportamento é inverso (formação de gibbsita nos níveis superiores). Para o Fe₂O₃, o teor é maior nas camadas intermediárias (presença de hematita e magnetita); o CaO e o MgO mantêm-se constantes. O Na₂O e o K₂O só são proeminentes no segundo nível.

No caso dos siltitos da jazida Cruzeiro, o SiO₂ tem comportamento diferente da jazida anterior: tende a aumentar da base para o topo, e decai quando chega ao solo. O Al₂O₃ e o Fe₂O₃ já tendem a subir em direção ao topo. O CaO é mais abundante nos níveis basais (justificado pela proximidade com o calcário subjacente). O MgO, Na₂O e K₂O comportam-se de maneira semelhante: os teores geralmente são maiores nas camadas intermediárias, ao passo que na base e no topo os teores são inferiores.

No caso da Formação Irati na jazida Cruzeiro, é importante dividir as amostras em três grupos: calcários, calcário/folhelho e folhelhos. Os teores de SiO₂ são altos no calcário/folhelho e folhelho, ao passo que os teores no calcário são reduzidos. O Al₂O₃ e o Fe₂O₃ têm importância no folhelho. O CaO é praticamente constante, a não ser no folhelho, onde praticamente desaparece. O MgO, de maneira geral, diminui em direção ao topo. O Na₂O e o K₂O também só têm destaque no caso do folhelho. Os ensaios de perda ao fogo (LOI) denotaram alto teor de voláteis (devido aos altos teores de CO₂).

CONCLUSÕES:

De maneira geral, concluiu-se que:

- Com os novos ensaios, será possível fornecer parâmetros para se direcionar os processos envolvidos na fabricação do produto final, visando melhoria na qualidade e economia na produção (a partir da aquisição dos dados de ensaios físicos, ficará muito mais fácil apontar os erros e soluções dos mesmos);
- Até o presente momento, a matéria-prima proveniente da Jazida Peruchi tem se mostrado a mais promissora na indústria de revestimentos, devido à sua maior homogeneidade e comportamento mais previsível. A matéria-prima da jazida Cruzeiro já é mais heterogênea, e será necessário um estudo mais aprofundado para utilizá-la com sucesso (no caso do calcário, este ainda não foi experimentado como aditivo).
- A contribuição do geólogo na indústria cerâmica não pode ser desprezada. Problemas concernentes à matéria-prima só podem ser resolvidos pelo geólogo, e esta, apesar de representar apenas cerca de 5% no custo total do produto final, se não for adequadamente caracterizada, determina perda de lucro restante.
- O pólo cerâmico de Santa Gertrudes tende a evoluir de maneira vertiginosa nos próximos anos, desde que este invista em tecnologia e acompanhe todas as tendências evolutivas do competitivo mercado da indústria cerâmica de revestimentos.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem à UNICER e aos proprietários das jazidas já citadas, pelo apoio logístico oferecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- LANDIM, P.M.B. (1970) — O Grupo Passa Dois (P) na Bacia do Rio Corumbataí (SP). Rio de Janeiro. Boletim. Divisão de Geologia e Mineralogia. Departamento Nacional de Produção Mineral, v. 252, pp. 1-103.
- MENEGON, V.A. (1990) — Aspectos gerais sobre as minerações de calcário da Formação Irati e caracterização geotécnica do rejeito na região de Rio Claro e Piracicaba (SP). Rio Claro, Dissertação de Mestrado, IGCE/UNESP, campus de Rio Claro, 75p.
- SANTOS, P.S. (1975) — Ciência e tecnologia de argilas. São Paulo, ed. Büchler, v. 1, 499p.
- NORTON, F.H. — Introdução à Tecnologia Cerâmica; Ed. USP, 1973.
- UNIVERSIDADE LOUIS PASTEUR (1978) — Technique de Préparation des minéraux argileux en vue de l' analyse par diffraction des rayons-X. Strasbourg, 1978. CNRS, 34p.