



Caracterização mineralógica de rochas sedimentares da base da formação Corumbataí na mina Cruzeiro-Limeira (SP)

M.M. Torres-Moreno, A. Zanardo & J.R. Jiménez-Rueda

DPM-IGCE-UNESP-Rio Claro, Caixa Postal 178, mmoreno@rc.unesp.br, azanardo@rc.unesp.br, airorjr@rc.unesp.br

Abstract The mineralogical composition of sedimentary rocks of the Cruzeiro mine (Limeira – SP) is presented here. These rocks are located in the base of the Corumbataí Formation. Different of the most part, the basal portion is not used for ceramic tiles, for being very hard and because it contains organic carbon in excess. It has green-gray color and little evident stripes. It is formed by stratus of siltstones more to granulate and porous, with points or dark spots with organic substance, intercalated with lenses and stream beds of finer and homogeneous rock, identical texture of the stratum of top, that constitutes the second bench of the mine. Mineralogy is constituted by: illite, chlorite, irregular interlayer, quartz and feldspar. In the parts more altered and breakings they had also been identified: calcite, hematite, corrensite, apatite and anatase. The organic carbon concentration is around 0.5%, being that the maximum value for the most part of the mine, does not pass of 0.20%.

Keywords: Corumbataí Formation, clay minerals, ceramic tiles

INTRODUÇÃO As rochas sedimentares da Formação Corumbataí são exploradas, pela indústria cerâmica da região de Santa Gertrudes e municípios vizinhos, para a fabricação de revestimentos. Entre as diversas minas em atividade, a Cruzeiro, localizada no município de Limeira, se destaca pela qualidade da matéria-prima e por ser uma jazida de grande porte que apresenta características gerais que a qualificam para representar a matéria-prima regional. Essa mina expõe o Membro Assistência da Formação Irati e cerca de 40 metros da base da coluna estratigráfica da Formação Corumbataí. O pacote de sedimentos da Formação Corumbataí não é aproveitado integralmente pela indústria cerâmica, havendo restrições tais como o teor de matéria orgânica, que pode provocar a formação de coração negro devido à tecnologia de fabricação dos revestimentos: monoqueima com ciclos de queima rápida, que podem ser tão curtos como 21 minutos. Outras composições mineralógicas também podem causar problemas, como os veios carbonáticos e/ou silícicos e arenito silicificado (Chistofletti 2000), por serem muito duros. A porção basal da Mina Cruzeiro (Fig. 1), com cerca de 8 metros de espessura, não é utilizada como matéria-prima cerâmica por dois motivos principais: tem carbono orgânico em excesso e o material é muito duro em comparação com o resto dos sedimentos. Atualmente são utilizados para cascalhamento de estradas e preenchimento da cava, uma vez que deve ser removido para a exploração do calcário dolomítico ao qual está sobreposto (Figs. 2 e 3). Esse tipo de material é observado em outras minas que tem como contato inferior a Formação Irati, da qual se extrai calcário para fins agrícolas, apresentando variações decorrentes, principalmente, do grau de alteração.



Figura 1. Vista parcial da mina cruzeiro. O talude cinza esverdeado corresponde à parte superior do material da base da Formação Corumbataí. No nível inferior, em cor escura, pode ser observada a Formação Irati.

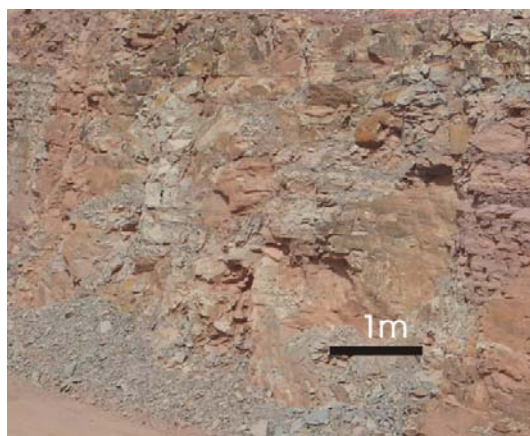


Figura 2. Bancada inferior do material da base da Formação Corumbataí na mina Cruzeiro. A cor avermelhada é superficial. Ver as figuras 4 e 5

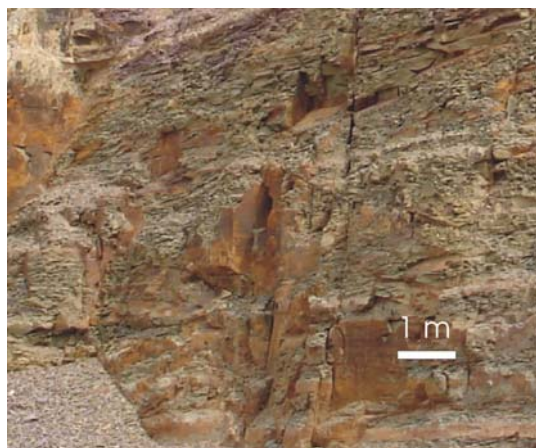


Figura 3. Bancada superior do material da base da Formação Corumbataí na Mina Cruzeiro. A cor avermelhada é superficial



Figura 5. Amostra coletada na bancada inferior apresentando veios preenchidos com calcita e quartzo, também apresenta manchas escuras que contém matéria orgânica efluorapatita

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL Na mina, o pacote de rochas argilosas da base da Formação é dividido em duas bancadas, Essas foram amostradas coletando fragmentos de rocha com as características gerais, além disso, outras amostras com características particulares foram coletadas na bancada inferior (Figs. 4 e 5), mais porosa e, conseqüentemente, sujeita a maior percolação de fluídos.



Figura 4. Amostra coletada na bancada inferior apresentando maior alteração com formação de estratificados regulares clorita esmectita

A difração de raios X foi utilizada como principal ferramenta de análise. As informações foram obtidas em diferentes condições de amostragem: amostra total, fração silte, fração argila e extração localizada em pontos específicos de interesse mediante raspagem e às vezes separação posterior por decantação. Tratamentos como exposição a vapores de etilenoglicol e queima a 500°C por duas horas foram aplicados quando necessário.

Adicionalmente foram realizadas análises microscópicas em seções delgadas, obtidas de amostras representativas de estratos e veios, com o intuito de obter dados texturais e mineralógicos. Também se utilizou da imersão de fragmentos micrométricos, em líquidos com densidade conhecida, para a visualização e determinação do material encontrado em algumas fraturas.

Os dados de carbono orgânico (C.O.) foram obtidos por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio, em meio fortemente ácido (Jackson 1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO As amostras representando as duas bancadas tem como principal diferença a textura, um pouco mais grossa para a amostra da bancada inferior com manchas ou pontos escuros (CRbase_1). Esse aspecto decorre do teor de areia, maior nessa amostra por conter mais quartzo e feldspato (Tabela 1 e Fig. 2). O teor de matéria orgânica (M.O.) é maior na rocha de textura fina (CRbase_2 - Tabela 1), encontrando-se disseminado uniformemente, ao contrário das de textura grossa onde parte dela está localizada em forma de pontos ou manchas devido à porosidade da rocha (o teor de C.O. do material obtido raspando os pontos escuros da amostra foi de 1,31%). Para efeitos de comparação, outras amostras da mesma mina, com bom comportamento cerâmico, apresentaram o valor máximo de 0,20% de C.O. A matéria orgânica decompõe entre 550 e 600°C, significando que está bastante evoluída, estando freqüentemente associada a restos de fósseis. Uma característica dessa matéria orgânica é a tendência a separar-se da massa argilosa concentrando-se na fração granulométrica mais fina e na a água formando uma suspensão estável por longos períodos.

Amostra	Argila- %	Silte %	Areia %	C.O. %
CRbase_1	2,811	92,48	3,81	0,41
CRbase_2	4,88	94,70	0,42	0,46

Tabela 1. Distribuição granulométrica em amostras da base da mina Cruzeiro e os respectivos valores de carbono orgânico

Os argilominerais presentes consistem em illita, clorita e estratificados irregulares (Fig. 6). Comparando a fração <2µm das duas amostras observa-se que nessa faixa granulométrica a clorita se destaca mais na amostra do contato com a Formação Irati (bancada inferior), porém, um difratograma comparativo da fração <62µm (Fig. 7) mostra que no tamanho silte os picos da clorita e da illita estão maiores na amostra da bancada superior significando que nessa, esses argilominerais estão mais bem desenvolvidos na fração silte.

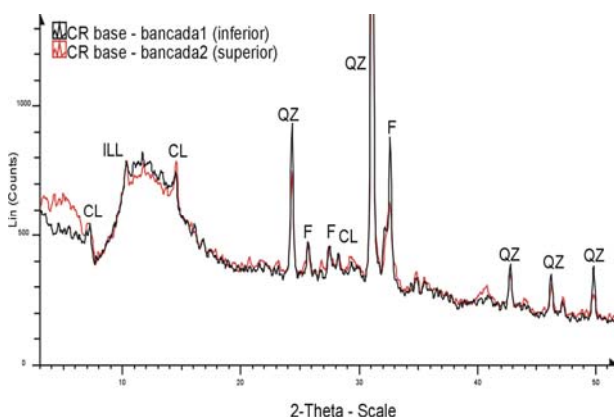


Figura 6. DRX das amostras CRbase_1 e CRbase_2, onde CL=clorita; ill=illita, Qz=quartzo; F-feldspato

Os estudos de microscopia ótica possibilitaram identificar biotita, muscovita e clorita detrítica (1 a 3%) e illita, como a fase predominante entre os filossilicatos diagenéticos, não tendo sido possível reconhecer com segurança as outras fases presentes, em função da granulação e intercrescimento dessas com a illita. Também não foi possível confirmar a hipótese da presença de illita di e tri-octaédrica, aspecto sugerido pelas análises químicas e difração de raios X. Possibilitou, entretanto, observar que a dimensão média dos filossilicatos fica entre 5 e 10µm, que apresenta forte cristalinidade e boa orientação dimensional, sugerindo que a temperatura, durante a diagênese ultrapassou 100°C.

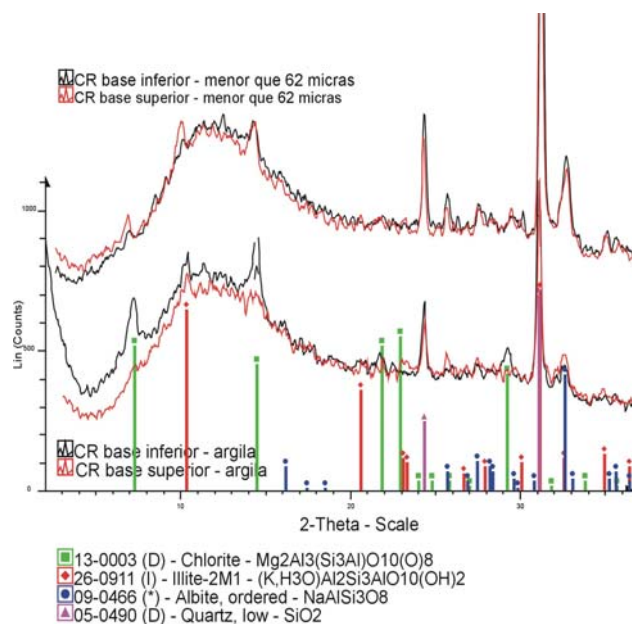


Figura 7. Gráfico comparativo dos minerais na fração menor que 2µm (argila) e na fração menor que 62µm para as mesmas amostras da figura 5

Na bancada inferior foram coletadas outras amostras que visualmente apresentavam alguma diferenciação como as mostradas nas Figs. 4 e 5. Na primeira, de aspecto poroso e de cor cinza esverdeado foram identificados minerais, além dos citados acima, hematita e corrensite. Os pontos pretos contêm matéria orgânica e apatita proveniente de restos fósseis. A Fig. 5 mostra manchas escuras com teor mais elevado de matéria orgânica, contendo apatita e, no veio, identificou-se calcita e quartzo preenchendo a fratura (Fig. 8). A rocha que circunda a fratura ficou enriquecida em quartzo e feldspato como resultado da alteração.

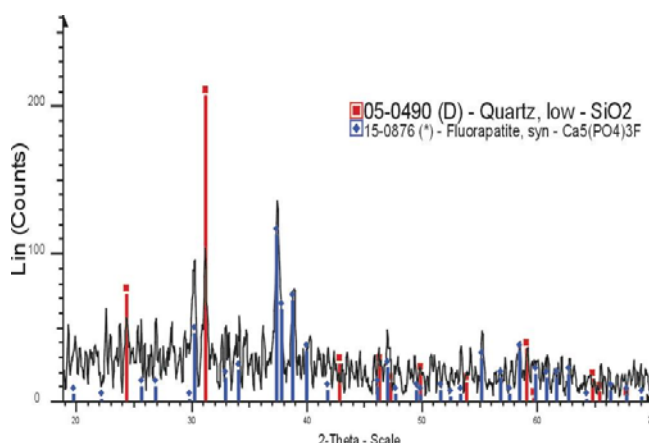


Figura 8. Apatita associada com matéria orgânica em amostra da bancada inferior

Opticamente é possível observar que a maior parte dos feldspatos, trata-se de albita diagenética, e que existem feldspatos detríticos (microclínio e plagioclásios), em quantidade menor que de quartzo detrítico. Que os fragmentos de origem orgânica são frequentes, bem maiores que os grãos detríticos terrígenos, e constituídos predominantemente por fosfato de cálcio e quitina, excetuando um tipo de micro fóssil, que possui a forma de bastonete e mostra ser constituído por sílica microcristalina (calcedônia). Esse micro fóssil chega a ser o principal componente de um estrato, de aspecto arenoso, presente na primeira bancada.

A bancada de contato (porção inferior) apesar de mais porosa e heterogênea que a bancada superior, apresenta lentes de textura fina e homogênea (teor de C.O.=0,50%), contendo fraturas preenchidas por películas constituídas predominantemente por calcita, sendo que uma análise de material desse tipo mostrou conter anatásio associado à calcita (Fig. 9).

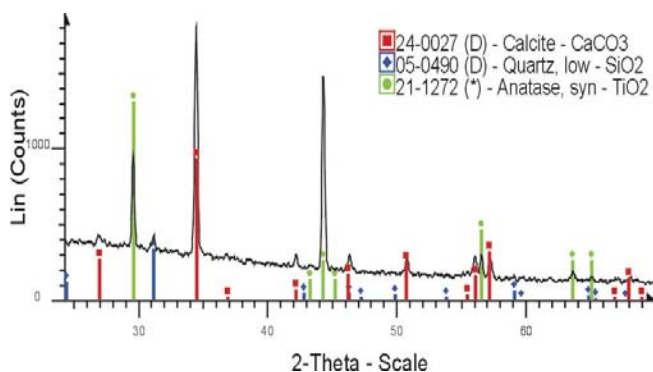


Figura 9. Material de preenchimento de fratura em amostra de textura fina da parte inferior

A granulação dos filossilicatos diagenéticos, em associação com a geração generalizada de albita durante a diagênese, presença de talco nos calcários dolomíticos sotopostos e a evidência de brechação hidráulica (veios de quartzo e carbonatos, às vezes, brechados) detectados nos estratos sobreposto, permitem levantar a hipótese de que a temperatura, durante o auge da diagênese, atingiu valores superiores a 200°C. O auge da diagênese deve ter ocorrido no Cretáceo, em consequência da colocação do sill de diabásio, que corta a estratigrafia da região e na mina se posiciona logo abaixo da Formação Irati.

A fração argila, que aparenta ter sido a dominante durante a deposição, em função das condições climáticas de grande aridez (Zanardo 2003, Zanardo *et al.* 2004), deveria ter tido como fase importante argilominerais do grupo da montmorillonita. Com a diagênese os argilominerais iniciais foram

substituídos por illitas, cloritas, feldspatos alcalinos e possivelmente filossilicatos interestratificados. Após o auge termal, com a passagem de fluidos, em condições de diminuição da temperatura é provável que tenham ocorrido modificações nas fases minerais presentes, em especial nos minerais do grupo da clorita, gerando interestratificados a custos desses (Fig. 10). Os estudos também evidenciam a formação de novos minerais tardi-diagenéticos, incluindo interestratificados em associação com a colocação de calcita intersticial e em fraturas.

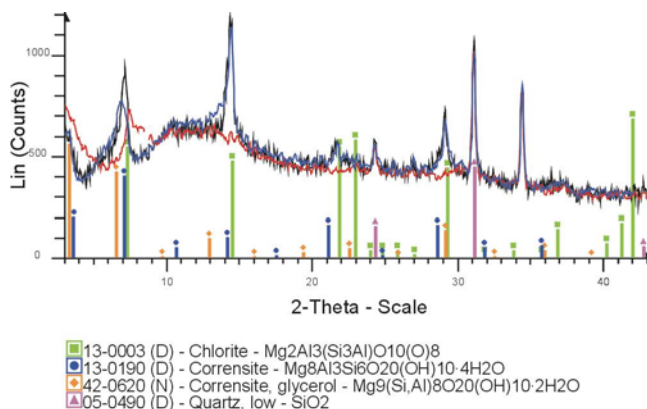


Figura 10. Amostraporosa da bancada inferior apresentando maior alteração contendo clorita e corrensite

CONCLUSÕES O material da base da Formação Corumbataí, na Mina Cruzeiro, tem como mineralogia principal illita, clorita (dominante na fração argila), quartzo, feldspato sódico diagenético e feldspatos detríticos. O quartzo é predominantemente detrítico e os feldspatos autígenos superam o montante constituído por quartzo e feldspatos detríticos. Nas regiões mais alteradas e fraturas aparecem estratificados regulares, principalmente corrensite, calcita, maior concentração de matéria orgânica associada com apatita, hematita e anatásio. Os estratificados irregulares estão sempre presentes, outros minerais, a exemplo da pirita, podem estar presentes em pequenas quantidades não havendo sido identificados por difração de raios X.

Os aspectos mineralógicos e texturais evidenciam que durante a diagênese, a temperatura pode ter atingido magnitude superior a 200°C, em consequência da colocação do sill de diabásio, que está sotoposto à Mina Cruzeiro.

Agradecimentos Os autores agradecem à FAPESP (03/01123-7) pelo suporte financeiro.



Referência

- CHRISTOFOLETTI S.R., MASSON M.R., MIJOLARO W., MORENO M.M.T., VALARELLI J.V. 2000. Os Principais Contaminantes Minerais das Rochas Sedimentares da Formação Corumbataí e sua Influência na Matéria-Prima Cerâmica, in: CD dos *Anais* do 44º Congresso Brasileiro de Cerâmica, ABC, São Pedro - SP, ref. 090, 13 p.
- JACKSON M.L. 1967. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall New Delhi.
- ZANARDO A. 2003. *Pesquisa Geológica e de Matérias Primas Cerâmicas do Centro Nordeste do Estado de São Paulo e Vizinhanças - Sistematização Crítica da Produção Técnico – Científica*. Concurso Público para Livre Docência na Disciplina Petrologia. IGCE – UNESP / Rio Claro.
- ZANARDO A., ROVERI C.D., MORENO M.M.T., MASSON M.R., BERNARDES E.S. 2004. Petrografia da Formação Corumbataí na Região de Rio Claro - SP. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 42, 2004, Araxá. *Anais* do Congresso Brasileiro de Geologia. v. I, p. versão digital.