



## Feições geográficas, geológicas e tecnológicas das rochas argilosas claras, município de Iguape, estado de São Paulo

E.P. Marcello

Instituto Geológico, Av. Miguel Stéfano, 3.900, 04301-903, São Paulo, SP, pierremarcello@terra.com.br

**Abstract** The pale clayish rocks that occur at the Paraíso Mirim and Alto Peropava districts, Iguape municipality, hold enormous crystals of platy dominant kaolinite, some with pseudo hexagonal contour. These crystals were firstly recognized on that area of Brazil, which can be considered as a type area of macro-kaolinite in the country. These minerals occur in all Phanerozoic geologic formations on that area, namely the Pariquera Açu Formation, as well the colluvia and the alluvia. The x-ray tests identified principally kaolinite and quartz, besides muscovite and ilmenite. TDA tests confirmed kaolinite faced dickite or nacrite polymorphs. On the other hand, micrographs have shown booklets with convergent lamellae in kaolinite crystals, different of those of dickite that are parallel. Chemical analyses were used to obtain the melting temperatures of clays utilizing the Schuen method. These temperatures were compared with pyrometric cones to obtain the clay refractivity.

**Palavras chave:** argilas refratárias, macrocaulinita, Iguape.

### FEIÇÕES GEOGRÁFICAS E GEOLÓGICAS

As rochas argilosas claras contendo macrocristais de caulinita (Marcello *et al.* 1985, Marcello 2004) ocorrem no município de Iguape, estado de São Paulo (Fig. 1). Mais precisamente, ocorrem nos bairros de Paraíso Mirim e Alto Peropava.

Essa área é a primeira mencionada na literatura do país com ocorrências de macrocaulinitas e está situada à margem direita da rodovia SP-222, entre os quilômetros 18 e 20, que liga a sede do distrito de Biguaí, situado à margem da BR-116, com a cidade de Iguape no litoral sul do estado de São Paulo. Essa região pode ser considerada como área-tipo de ocorrências de macrocaulinitas.

Nas estradas carroçáveis para os bairros do Paraíso Mirim e Alto Peropava são inúmeros os afloramentos de argilas silticas e arenosas claras que contêm grânulos de macrocaulinitas.

A mesma Fig.1 apresenta a geologia regional (Mello 1990) na qual ocorrem macrocaulinitas, desde a Formação Pariquera-Açu, de idade Eo a Meso Mioceno representada localmente pela fácies fluvial meandrante (T pam) até os depósitos colúvio-aluviais de idade Plio-pleistocênica os quais no mapa, estão incluídos nas áreas de rochas precambrianas (mica xistos) muito alterados.

Estão também assinalados no mapa alguns afloramentos de rochas claras amostradas.

Um estudo granulométrico de 12 amostras de areias siltico argilosas claras contendo macrocaulinitas constatou para essas últimas, as porcentagens granulométricas mostradas na Tabela 1. Observa-se a ausência de grânulos de macrocaulinita na faixa granulométrica 0,250 – 0,354 mm, fato que possivelmente já ocorria com os cristais originais de muscovita, na rocha mãe (mica xisto).

Diâmetros de macrocaulinita (mm)	Classificação de Wentworth	Ocorrência em 12 amostras de rochas
0,062 – 0,125	Areia muito fina	12 amostras = 100%
0,125 – 0,250	Areia fina	8 amostras = 67%
0,250 – 0,354	Areia média	0 amostra = 0%
0,354 – 0,500	Areia média	1 amostra = 8%
0,500 – 0,707	Areia grossa	1 amostra = 8%
>1 <2	Areia muito grossa	1 amostra = 8%

Tabela 1. Porcentagens de macrocaulinitas nas frações granulométricas dos sedimentos

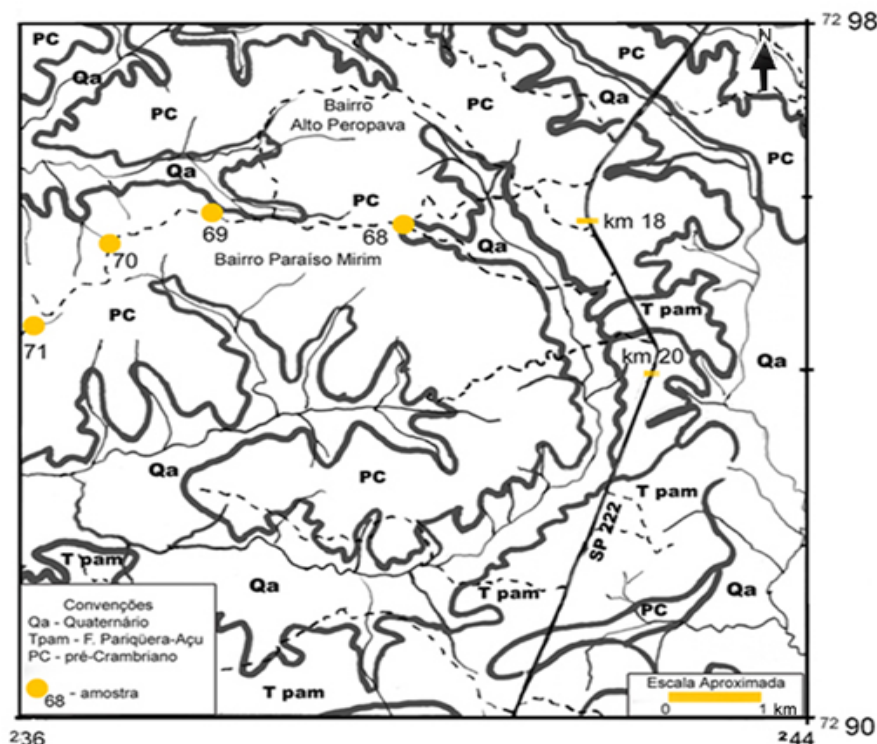


Figura 1. Croquis da área com algumas ocorrências selecionadas de macrocaulinitas

Os cristais de macrocaulinitas originaram-se pela ação do intemperismo químico sobre placas de muscovita constituídas por vários cristais, poligeminados, formando blocos únicos de cristais firmemente ligados.

A foto a seguir (Fig. 2), obtida em lupa binocular, mostra um grão de macrocaulinita sobre escala milimétrica. Ele é constituído por vários cristais geminados, como se nota pelos ângulos reentrantes vistos nas bordas desse grão que tem mais de 1,5 mm (1.500 micrometros) em um de seus diâmetros.



Figura 2. Fotografia de macrocaulinita sob lupa binocular (x 22,5)

Em granulometria a “fração argila” (Wentworth) engloba grãos < 2 micrometros e a maioria dos

grânulos de caulinita ocorrentes no mundo têm diâmetros inferiores a esse maior diâmetro. As geminações ocorreram possivelmente em cristais de muscovita, no corpo da rocha, por cristalização rápida (Mansfield 1972) ou por metamorfismo dinâmico.

A ação intempérica posterior sobre a muscovita poligeminada levou à formação de caulinita, com a permanência das características originais. Essas macrocaulinitas tratam-se, portanto de pseudomorfos de muscovita.

A intrincada rede de geminados formados serviu, possivelmente, como um elemento de maior aglutinação dentro dos grãos, dificultando a fragmentação em grãos menores durante o transporte por água, permitindo desse modo a ocorrência de grãos incomumente grandes de caulinita, os quais geólogos norte-americanos que primeiramente identificaram essas formas de minerais como caulinita, denominaram-nas de macrocaulinitas.

A Fig. 3 mostra uma micrografia de um grão de caulinita (aumentado de 2.000 vezes) em MEV. As plaquinhas que constituem a forma de cristal de caulinita em “booklet” (centro da foto) apresentam normalmente conformação não plana e disposição não paralela, ao contrário do polimorfo dickita, em que as plaquinhas são planas e dispostas de maneira paralela ou semi paralela.



Figura 3. Micrografia de macrocaulinita em MEV (x 2.000)

Análises de difratometria de raios-x pelo método do pó, sobre as amostras 69, 70 e 71 mostraram a presença de caulinita, que aparece a 3,59, 7,15 e 12,2 *angstrom* e quartzo com picos a 3,35 e 4,27 *angstrom*. Os picos de caulinita são extensos e finos, demonstrando mineral bem cristalizado. Um pequeno pico de mica aparece na amostra 69 (Fig. 4).

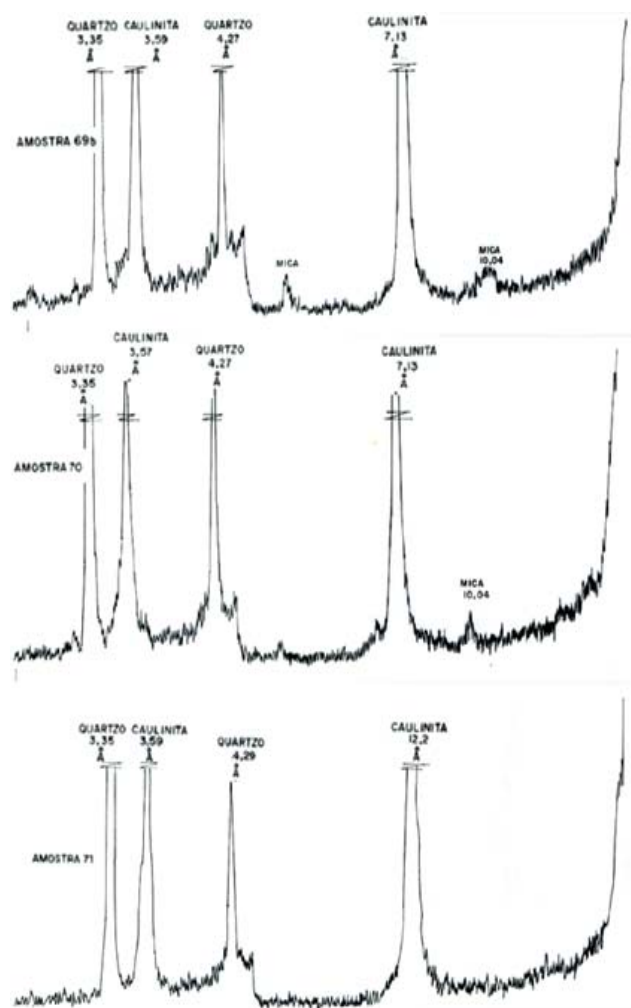


Figura 4. Difratogramas de raios X

As amostras de rochas contendo poucos minerais dão melhores resultados com análise térmica diferencial (Fig. 5) do que as que contêm muitos. Assim sendo, usamos esse método de análise para complementar o de Difração por raios-x, pois dá bons resultados para dickita.

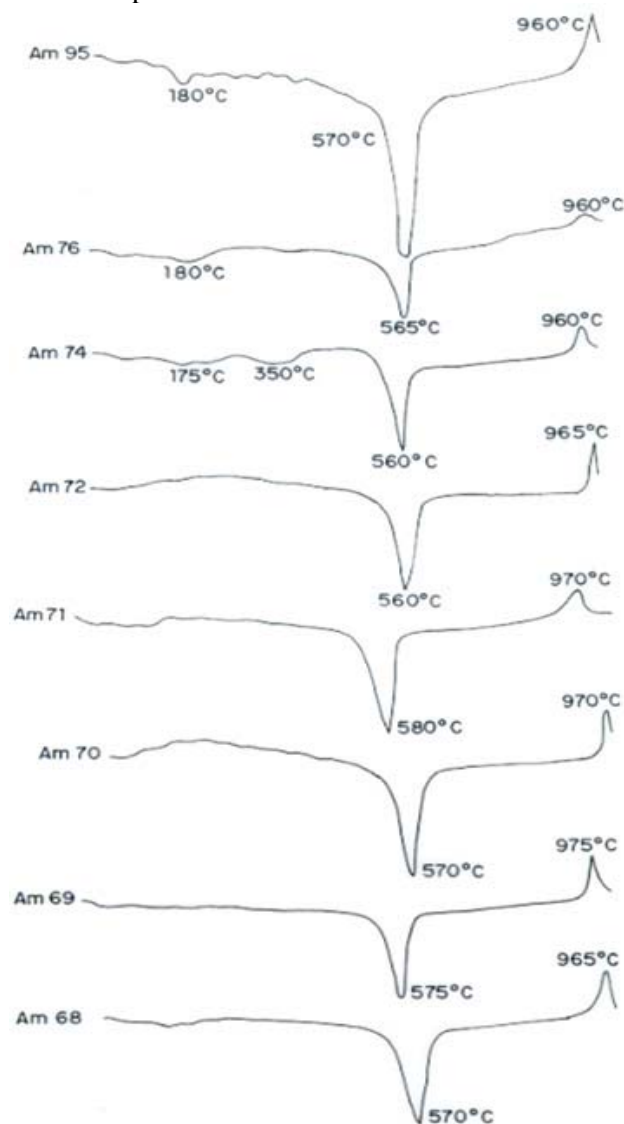


Figura 5. Termogramas de ATD

Com o intuito de eliminar minerais que pudessem descaracterizar os gráficos, fizemos uma seleção manual, retirando os grãos de quartzo e de minerais escuros em 5 g de algumas amostras submetidas aos testes por ATD. Os gráficos mostraram os picos endotérmicos a 570, 575 e 580°C e exotérmicos a 970 e 975°C que caracterizam o mineral caulinita. Os picos de 175°C, 180°C e 350°C representam impurezas que permaneceram juntamente com a caulinita selecionada. O pico endotérmico próximo a 700°C que é característico do mineral dickita não apareceu.



**Feições tecnológicas** O ponto de fusão de uma argila pode ser obtido aproximadamente pela fórmula de Schuen, a qual utiliza os teores de óxidos e de perda ao fogo, obtidos em análise química (Souza Santos 1975).

$$\text{Temp. de Fusão} = \frac{360 + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{R.O.}}{0,228} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Foram utilizadas análises químicas quantitativas de quatro amostras areno siltico argilosas claras da região (70, 74, 76 e 95) para cálculo das temperaturas de fusão aproximadas (Tabela 2).

Para obter-se o cálculo da composição química da argila calcinada, fazemos: 100 – Perda ao Fogo.

Assim para a amostra 70 temos:  $100 - 6,33 = 93,67$  (porcentagem dos óxidos na argila calcinada). As porcentagens de cada óxido na argila calcinada serão: % óxido / 93,67 (Tabela. 3).

Mas, sendo  $\text{RO} = (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) / \sum \text{óxidos}$ , temos para as amostras : Am 70 = 3,32; Am 74 = 10,6; Am 76 = 5,55; Am 95 = 24,67. A fórmula de Schuen permite a obtenção das temperaturas de fusão das amostras. E, a tabela de cones pirométricos equivalentes Orton da ABNT (EB – 176) para refratários sílico-aluminosos e aluminosos (Souza Santos 1975, p. 509) mostra os graus de refratariedade das argilas com boa aproximação (Tabela 4).

Am.	P.F.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
70	6,33	71,26	19,00	1,35	0,45	0,28	traços	0,06	0,88
74	9,70	62,44	18,75	7,05	1,10	0,28	nil	0,07	0,16
76	13,89	65,64	15,77	2,98	0,95	0,28	traços	0,09	0,23
95	10,39	48,80	22,87	15,18	1,75	0,28	nil	0,10	0,38

Tabela 2. Porcentagens em óxidos contidos em amostras de macrocaulinitas

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
70	76,07	20,28	1,44	0,48	0,29	traços	0,064	0,93
74	69,14	20,76	7,80	1,22	0,31	nil	0,077	0,18
76	76,23	18,31	3,46	1,10	0,32	traços	0,10	0,27
95	54,46	25,52	16,94	1,95	0,31	nil	0,11	0,42

Tabela 3. Porcentagens em óxidos em macrocaulinitas calcinadas

Amostra	Temp. de Fusão (°C)	Cone Orton	Categorias (ASTM)
70	1.657	30	Intermediary duty
74	1.633	28	Medium duty
76	1.635	28	Medium duty
95	1.610	27	Medium duty

Tabela 4. Temperaturas de fusão (seg. Schuen) e cones Orton, das amostras estudadas

## Referências

- MANSFIELD C.F. *et al.* 1972. Twin and pseudotwin intergrowths in kaolinite, *Am. Min.* **55**:411-425
- MARCELLO E.P. *et al.* 1990. Ocorrência de macrocristais de caulinita em areia argilosa no município de Iguape, SP, 34º Congr. Bras. Cerâmica, Blumenau, SC. *Revista Cerâmica*, **243**:66.
- MARCELLO E.P. 2004. Caracterização química, mineralógica e granulométrica de argilas contendo macrocaulinita, Iguape, S. P., 42º Congr. Bras. de Geologia, Araxá, MG, *Boletim de Resumos*.
- MELLO M.S. de. 1990. *Dissertação de mestrado*, Instituto de Geociências, USP, 211 pp.
- SOUZA SANTOS P. 1975. Identificação mineralógica de argilas – I. Análise química e capacidade de troca de cátions. In: EDGARD BLÜCHER (ed.). *Tecnologia de argilas, aplicada às argilas brasileiras*. Editora da USP, pp.: 210–222.