

ARGILAS PLÁSTICAS PARA CERÂMICA BRANCA NO ESTADO DE SÃO PAULO - POTENCIALIDADE GEOLÓGICA

JOSÉ F.M. MOTTA*, LUIZ C. TANNO*, MARSIS CABRAL JÚNIOR*

ABSTRACT BALL AND PLASTIC CLAYS IN THE STATE OF SÃO PAULO - GEOLOGICAL FEATURES. Ball and plastic clays are important raw materials for whiteware ceramics providing properties such as the plasticity, binder and suspension during the making process. A great deal of ceramic goods for house purposes, such as sanitary ware, tableware, floor and wall tiles, and technical ceramic products like isolators, are made using up to 50% of these clays. Most of the whiteware product factories are located in or around São Paulo State using clays from this state, mainly from São Simão County, a place located 300 kilometers northwest of São Paulo City. Other plastic clays occur along São Paulo and boundary states, but together they couldn't be enough for future supplies. The results presented here refers to a geological and ceramic evaluation for ball and plastic clays on basis of sedimentary and supergenic kaolinitic clay origins.

Keywords: Ball and plastic clays, ceramic raw materials, construction materials, clay minerals, mineral resources.

RESUMO As arguas plásticas constituem uma importante matéria-prima no ramo, da cerâmica branca tradicional (de silicatos), fornecendo propriedades como plasticidade, suspensão e ligação. É utilizada no processo de fabricação de peças como louça sanitária, louça de mesa, pisos, azulejos e cerâmica técnica, como isoladores, entre outros produtos, com a participação de até 50%. Este estudo levanta as possibilidades sedimentar e supérgena de geração de depósitos de arguas caulínicas, as quais compõem o principal argilomineral das arguas plásticas objeti vadas, e avalia o potencial de sua ocorrência no Estado de São Paulo, visando suprir futuras demandas.

Palavras-chaves: Arguas plásticas, matéria-prima cerâmica, materiais para construção, argilominerais, geologia econômica.

INTRODUÇÃO E MÉTODO DE TRABALHO A

cerâmica branca é um segmento da cerâmica tradicional (ou de silicatos) bastante abrangente, balizada pela cor branca ou clara de queima de sua massa básica, em temperaturas superiores a 1.000° C. A preparação de um produto cerâmico desta classe abrange, de maneira geral, as seguintes etapas: seleção das matérias-primas, preparação, composição e homogeneização da massa cerâmica; formação dos corpos cerâmicos; secagem; queima; e acabamento.

As matérias-primas devem apresentar, isolada ou conjuntamente, materiais com a função reológica durante o processo de conformação das peças (agentes de ligação, suspensão e plasticidade); e função química no processo de queima (elementos estabilizadores, fundentes e inertes). Esses componentes podem ser agrupados em materiais plásticos e não-plásticos, ou idealmente, traduzidos por três matérias-primas: argila, quartzo e feldspato. Entretanto, na prática da indústria cerâmica nacional, são utilizados, ao máximo, materiais compostos, que apresentam misturas destes minerais ou de suas propriedades, como os filitos cerâmicos. Adicionalmente, outros minerais podem ser agregados, buscando efeitos específicos de seus óxidos, para a obtenção de determinadas propriedades desejadas. Neste contexto, as arguas plásticas perfazem de 15 a 50% das massas, nos diversos segmentos da cerâmica branca.

O objetivo deste trabalho foi o de investigar novas áreas potenciais para ocorrência de arguas plásticas no Estado de São Paulo, buscando a ampliação das reservas e eventuais materiais alternativos que possibilitem melhorar o suprimento desta matéria-prima cerâmica.

Visto que as arguas não são utilizadas isoladamente na indústria de cerâmica branca, as determinações laboratoriais de uma amostra desconhecida são comparadas com os resultados de ensaios de arguas "padrão", tomadas isola-

damente, visando à obtenção de respostas indicativas e/ou conclusivas, que permitam futuras investigações.

A fase analítica exerceu uma importante etapa na avaliação global do estudo, constituindo-se de: **a.** triagem preliminar quanto à cor e trincas, com queima de amostras não-padroneizadas a 1.000° C; **b.** ensaios cerâmicos das amostras selecionadas, por meio de corpos-de-provas padronizados (6 x 2 x 0,5 cm), secos a 110°C e queimados a 1.050°C, 1.150°C e 1.250°C (cor, plasticidade, resistência mecânica, absorção de água e contração linear); **c.** granulometria; **d.** mineralogia da fração argila, por difratometria de raios X; **e.** análises químicas; e **f.** ensaios de defloculação.

O método de trabalho para a avaliação global da potencialidade das arguas envolveu várias fases, as quais encontram-se brevemente resumidas no quadro 1.

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DAS ARGILAS NA CERÂMICA BRANCA Com o quadro de resultados estabelecido, foi feito um prognóstico do uso potencial das arguas em cerâmica branca, classificando-as quanto à sua aptidão ao processo de conformação das peças, ou seja, em colagem, extrusão e tornearia, e outros usos em cerâmica branca.

Amostras indicadas para colagem Colagem (*slip casting*) é o processo cerâmico que se baseia na retirada lenta de água de uma suspensão densa (ou barbotina) com a consequente formação de uma parede, ou torta no contato com a superfície filtrante, isto é, vertendo-se a barbotina num molde de gesso, o molde absorve a água da barbotina por capilaridade, enquanto as partículas sólidas vão-se acomodando contra a superfície do molde. A peça assim formada apresentará uma configuração externa que reproduz a forma interna do molde (Zandonadi 1988). Este

* Divisão de Geologia, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A- IPT, Caixa Postal 7141, CEP 05508-901, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo, SP, Brasil

Quadro 1- Fluxograma da metodologia adotada
Chart 1 - Flow chart showing study steps

LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES	SISTEMÁTICA			PROSPECTIVA		DEFINIÇÃO DA POTENCIALIDADE	
	Definição			Aplicação			
Pesquisa Bibliográfica	Elaboração de Modelos	Seleção de Áreas	Planejamento dos Trabalhos de Campo	Prospecção Sistemática de Campo	Caracterização Analítica e Ensaio Tecnológicos	Integração e Interpretação de Dados	Seleção e Priorização de áreas/alvos
Visitas Técnicas	Estabelecimento fluxograma analítico						

processo é amplamente utilizado na fabricação de louça sanitária e cerâmica artística.

A indicação preliminar de uma argila para o processo de colagem requer o seu bom poder de defloculação, propriedade esta relacionada com o arranjo das partículas de caulinita na solução coloidal (barbotinas, na indústria). A presença de gibbsita pode inibir a defloculação. Foram indicadas as amostras que apresentaram curva de defloculação próxima da argila de São Simão e consumo de defloculante menor ou igual a 2 ml* (solução de silicato de sódio, com concentração de 0,18 g de Na₂O/ml; a barbotina apresenta densidade 1,56g/cnr), no ponto mínimo de viscosidade.

Amostras indicadas para extrusão e tornearia Para este tipo de aplicação foram classificadas as amostras que, além de queimarem com cores apropriadas, apresentaram alta resistência mecânica (tensão de ruptura a flexão superior a 30 kgf/cm²) e boa defloculação, porém com alto consumo de defloculante no ensaio, isto é, mais que 2 ml na viscosidade mínima. A combinação dos processos de tornearia e extrusão é aplicada na fabricação de louças de mesa e isoladores elétricos.

Argilas indicadas para outros usos cerâmicos As demais arguas estudadas, com queima clara, sem trincas em excesso, sem deformação significativa quando queimadas a 1.250°C e que isoladamente não apresentaram bom desempenho para os processos já referidos foram sugeridas genericamente para composição de massas em cerâmica branca e refratária. Para refratários, são sugeridas as amostras com baixo conteúdo de óxidos fundentes (Na₂O + K₂O) e alta alumina.

CARACTERÍSTICAS DAS ARGILAS-PADRÃO UTILIZADAS Foram caracterizadas as duas ocorrências brasileiras mais clássicas de arguas plásticas, São Simão, SP, e Oeiras, PI, as quais serviram de referência para o presente estudo. A tabela 1 relaciona as principais características cerâmicas e químicas destas arguas e de algumas produzidas no Estado de São Paulo. Além dos depósitos relacionados na referida tabela, outras arguas utilizadas no parque cerâmico paulista são provenientes de Jacupiranga (SP), Sete Lagoas e Guarda-Mór (MG) e Tijucas do Sul (PR). Os dois últimos depósitos estão associados a arguas aluminosas e apresentam, frequentemente, participação alta de gibbsita.

Argila de São Simão (SP) A argila de São Simão possui excelentes propriedades reológicas, que permitem sua utilização em praticamente todos os segmentos da cerâmica branca, destacando sua atuação em processo de colagem.

Os depósitos de argila de São Simão, avaliados em cerca de 5 milhões de toneladas (DNPM 1991) e produção em torno de 80 mil toneladas ao ano (IPT 1990), são parte dos sedimentos quaternários que preenchem o fundo do vale do Ribeirão Tamanduá, no nordeste do Estado de São Paulo, abrangendo os municípios de São Simão e Cravinhos (Fig. 1).

As arguas ocorrem em lentes ou camadas de até 2,0 m de espessura, associadas a baixos terraços arenosos de idade neopleistocênica (datados de 13.000 a 33.000 anos AP, segundo Pressinotti 1991). Mineralogicamente, constituem-se de caulinitas, com illita subordinada, quartzo e feldspato.

Em amostra analisada, o material apresentou mais de 50% das partículas inferiores a 2 µm, um pouco mais grosso do que os 70% apresentados na bibliografia (*i. e.* Souza Santos 1975). Ao microscópio eletrônico de varredura, observam-se partículas entre 1 e 3µm, em formas hexagonais, pouco empilhadas ou dispersas, e partículas isoladas com bordos arredondados. Em fotografia de microscopia eletrônica de transmissão (Souza Santos 1975), podem ser distinguidas pontualmente duas modas granulométricas, uma em torno de 1 µm e outra de 0,1/0,2µm de diâmetro.

Para a formação dos depósitos de São Simão, acredita-se no aporte detrítico da argila. Evidências neste sentido são dadas pelo arranjo disperso das partículas de caulinita e pela recorrência da moda granulométrica de 1µm nos arenitos adjacentes. Pressinotti (1991) associa essas partículas com a alteração dos feldspatos dos arenitos enquanto a fração fina poderia ser proveniente da alteração de rochas básicas.

Argilito de Oeiras (PI) O jazimento situa-se no município de Oeiras, no Piauí, e apresenta propriedades reológicas que atendem aos processos cerâmicos de extrusão e tornearia, onde são requisitadas propriedades como a plasticidade e a resistência mecânica, não se exigindo entretanto ótima defloculação.

Este depósito, carente de estudos geológicos mais específicos, encontra-se posicionado na área de afloramento da Formação Pimenteiras, Devoniano da Bacia do Parnaíba (DNPM 1981, 1984). Essa formação é constituída de folhelhos, siltitos e argilitos cinza-arroxeados, com intercalações de arenito no topo, depositados em ambiente marinho raso.

O depósito caracteriza-se por um banco de argilito de aproximadamente 6,0 m de espessura, de cores claras (cinza e creme), finamente laminado, gradando em direção à base para cores cinza-esverdeado e acastanhado. No topo, a camada é truncada por um horizonte laterítico, com espessura superior a 2,0 m. A percolação de soluções superficiais carrega óxidos de ferro pelas fraturas, pigmentando localmente o argilito, tornando-o, assim, parte do material inaproveitável.

Tabela 1 - Características físico-químicas e cerâmicas das arguas de Oeiras (PI) São Simão (SP) e de outras arguas plásticas produzidas no Estado de São Paulo

Table 2 - Ceramic and chemical data of some Brazilian plastic and ball clays

PARÂMETROS ANALISADOS		AMOSTRAS (PI)	AMOSTRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO				
			São Simão	Sarapuí		Alto Tietê	
			marrom	cinza	branca	azul	
110°C	Limite de Plasticidade (%)	31,4	32,9	24,3	31,0	36,0	21,9
	Umidade de Prensagem (%)	10,3	9,7	14,1	10,2	3,6	7,3
	Varição Linear após secagem (%)	-0,2	-0,8	-0,2	0,0	0,2	-0,7
	Tensão Ruptura à Flexão (kgf/cm ²)	49	32	39	35	35	20
	Cor	cinza	cinza esc.	marrom cl.	cinza cl.	marrom cl.	cinza cl.
1150°C	Perda ao Fogo (%)	0,0	15,2	9,4	9,8	23,6	10,7
	Contração Linear (%)	11,3	9,6	9,7	11,9	14,4	12,4
	Tensão Ruptura à Flexão (kgf/cm ²)	327	159	445	401	64	313
	Absorção de Água (%)	0,4	19,4	6,0	4,3	24,8	3,6
	Porosidade Aparente (%)	1,0	34,6	13,8	10,2	43,7	8,2
	Massa Específica Aparente (kgf/m ³)	2495	1787	2296	2357	1766	2388
	Cor	creme esc.	branca	creme	creme	branca	amarela
1250°C	Perda ao Fogo (%)	8,5	15,3	9,5	9,8	23,7	10,7
	Contração Linear (%)	11,0	14,9	9,9	12,0	17,3	14,2
	Tensão Ruptura à Flexão (kgf/cm ²)	334	243	453	412	168	416
	Absorção de Água (%)	0,0	6,9	5,8	4,0	17,6	1,15
	Porosidade Aparente (%)	0,0	14,3	13,4	9,6	35,4	2,3
	Massa Específica Aparente (kgf/m ³)	2493	2255	2304	2397	2016	2441
	Cor	cinza	branca	creme	creme	branca	creme
Argilominerais*		K, E, I	K (I)	K, I	K, E, I	G, K	K, I
Análise	Perda ao Fogo	15,37	16,57	11,68	12,20	37,25	13,81
	SiO ₂	43,76	45,26	57,05	56,12	18,91	50,13
Química	Al ₂ O ₃	29,19	33,48	26,00	26,32	37,92	30,19
	Fe ₂ O ₃	2,78	1,50	2,62	2,25	1,49	3,07
	TiO ₂	1,02	1,34	0,60	1,28	3,46	1,79
	CaO	0,36	0,23	0,14	0,14	0,23	0,32
	MgO	3,98	0,43	0,18	0,32	0,44	0,42
	Na ₂ O	0,14	0,04	0,07	0,05	0,05	0,09
	K ₂ O	4,11	0,66	1,72	1,35	0,15	1,21
	Total	100,71	99,51	100,86	100,03	99,90	103,03
Uso provável**		2	1	1	2	2	3

Nota

* Argilominerais: K= Caulinita; I= Illita; E= Esmectita; G= Gibsita (não argilomineral)

** Uso provável: 1= Colagem; 2= Extrusão e tornearia; 3= Outros usos em cerâmica branca e/ou refratária.

A composição mineralógica básica da argila lavrada é dada pela combinação de argilominerais dos grupos da caulinita, esmectita e illita.

O posicionamento geomorfológico do depósito, ocupando o topo de um morrote aplainado e nivelado regionalmente, aliado ao seu perfil litológico, é sugestivo da ação de processos supérgenos na geração do horizonte mineralizado. Neste caso, a concentração da caulinita pode ser resultado da degradação dos argilominerais illita e esmectita.

MODELOS DE JAZIMENTO As arguas plásticas são constituídas predominantemente por argilominerais do grupo das caulinitas, com conteúdo variável de illitas e esmectitas e outros minerais finamente cominuídos, tais como quartzo e feldspatos.

Considerando-se então a presença de caulinita como elemento determinativo na geração dos depósitos objetivados, a primeira premissa da pesquisa foi selecionar os ambientes favoráveis à sua ocorrência.

De ordem geral, os materiais caulínicos concentram-se, em larga escala, em bacias sedimentares e zonas de intemperismo supérgeno, de acordo com a geoquímica superficial e o ciclo dos silicatos (Millot 1970). Este fato é corroborado pela análise de alguns dos principais depósitos nacionais (São Simão e Oeiras) e estrangeiros (Inglaterra e Estados Unidos).

Desta forma, a pesquisa foi sistematizada nestas duas possibilidades, sendo classificados dois tipos básicos de modelos de jazimentos, a saber: modelo sedimentar e modelo supérgeno. O quadro 2 reúne alguns dos parâmetros geológicos relacionados com cada um desses modelos de depósito.

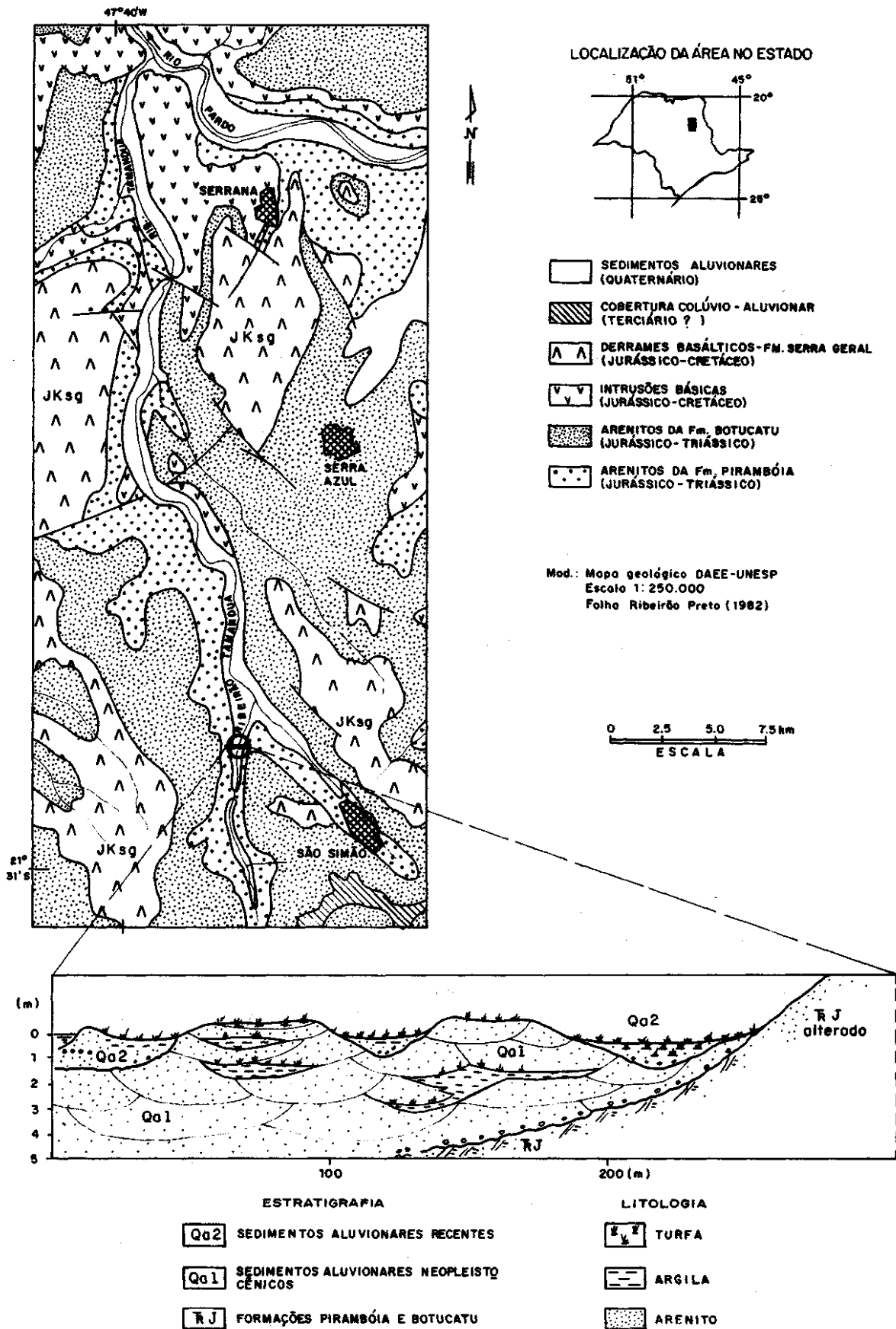


Figura 1 - Esboço geológico e seção geológica esquemática dos depósitos de argilas plásticas de São Simão
Figure 1 - Geological sketch map and schematic section of São Simão ball clay deposits

Quadro 2 - Alguns parâmetros relacionados com a formação dos depósitos de argilas plásticas
 Chart 2 - Some geological parameters that influence ball & plastic clay deposit formation

PARÂMETROS	MODELO SEDIMENTAR	MODELO SUPÉRGENO
Idade	Concentrado no Cenozóico	Independente da idade da rocha-mãe, alteradas no Cenozóico
Matéria orgânica associada	Camadas de turfa ou linhito intercaladas	Às vezes, capeamento de turfas ou solos hidromórficos
Paragênese argilomineral	Caulinita detrítica (illita subordinada)	Caulinita autigênica (illita, esmectita)
Sistema deposicional	Fluvial, lacustre, deltaico	Independente
Clima	Fases quente e úmidas durante a sedimentação	Fases quente e úmida durante o intemperismo
Geomorfologia	Bacias sedimentares	Situações de estabilidade sobretudo planaltos cimeiros
Área-fonte ou rocha-mãe	Rochas sedimentares preferencialmente	Rochas pelíticas sedimentares ou aluminossilicáticas metamórficas e ígneas

Depósitos sedimentares Os principais depósitos de argilas plásticas são de natureza sedimentar, gerados em sistemas deposicionais continental e costeiro. No primeiro caso estão incluídos os depósitos da Inglaterra, principal produtor mundial, com as argilas de melhor qualidade do mercado, e os depósitos de São Simão. Os jazimentos ingleses foram processados em sistemas flúvio-lacustres de bacias *rifis* (Edwards 1976, Wilson 1983). Por outro lado, a origem costeira é atribuída aos vários depósitos do Kentucky e Tennessee, principal região produtora nos Estados Unidos. Nesses locais, as argilas *ball clays* foram depositadas em baixios da planície deltaica (Olive & Finch 1969, Patterson & Murray 1984). Em ambos os casos, fases climáticas quente e úmida são associadas à formação dos depósitos.

Além do argilomineral do grupo das caulinitas, estes depósitos têm em comum a idade cenozóica e as intercalações de camadas orgânicas (linhito e turfa). A presença de matéria orgânica, são atribuídas algumas das propriedades das argilas objetivadas, tais como plasticidade, deflocação, lixiviação de óxidos corantes etc. Quanto à idade cenozóica, Keller (1976) acredita que há um arranjo textural

típico das partículas, o qual se compromete com o tempo, sobretudo devido à compactação. A origem da caulinita nestes depósitos é geralmente detrítica, mas há que se considerar a permanente dinâmica de transformação durante e após a deposição das partículas, de acordo com o maior ou menor grau de lixiviação que permanece no sítio deposicional.

Depósitos supérgenos São os depósitos formados pela ação do intemperismo, em ambientes diferentes daqueles onde as rochas foram geradas. Estes depósitos são residuais, efeitos da percolação de águas descendentes, levemente ácidas, sobre rochas aluminossilicáticas e, ocasionalmente, encontram-se classificados como alteritos ou alteritas na literatura, a exemplo de DNPM (1984).

Os principais parâmetros balizadores considerados na geração dos depósitos encontram-se listados no quadro 2, destacando-se a situação geomorfológica e o potencial litológico das unidades.

Quanto ao aspecto geomorfológico, duas situações são estabelecidas no modelado do relevo, uma onde os mantos

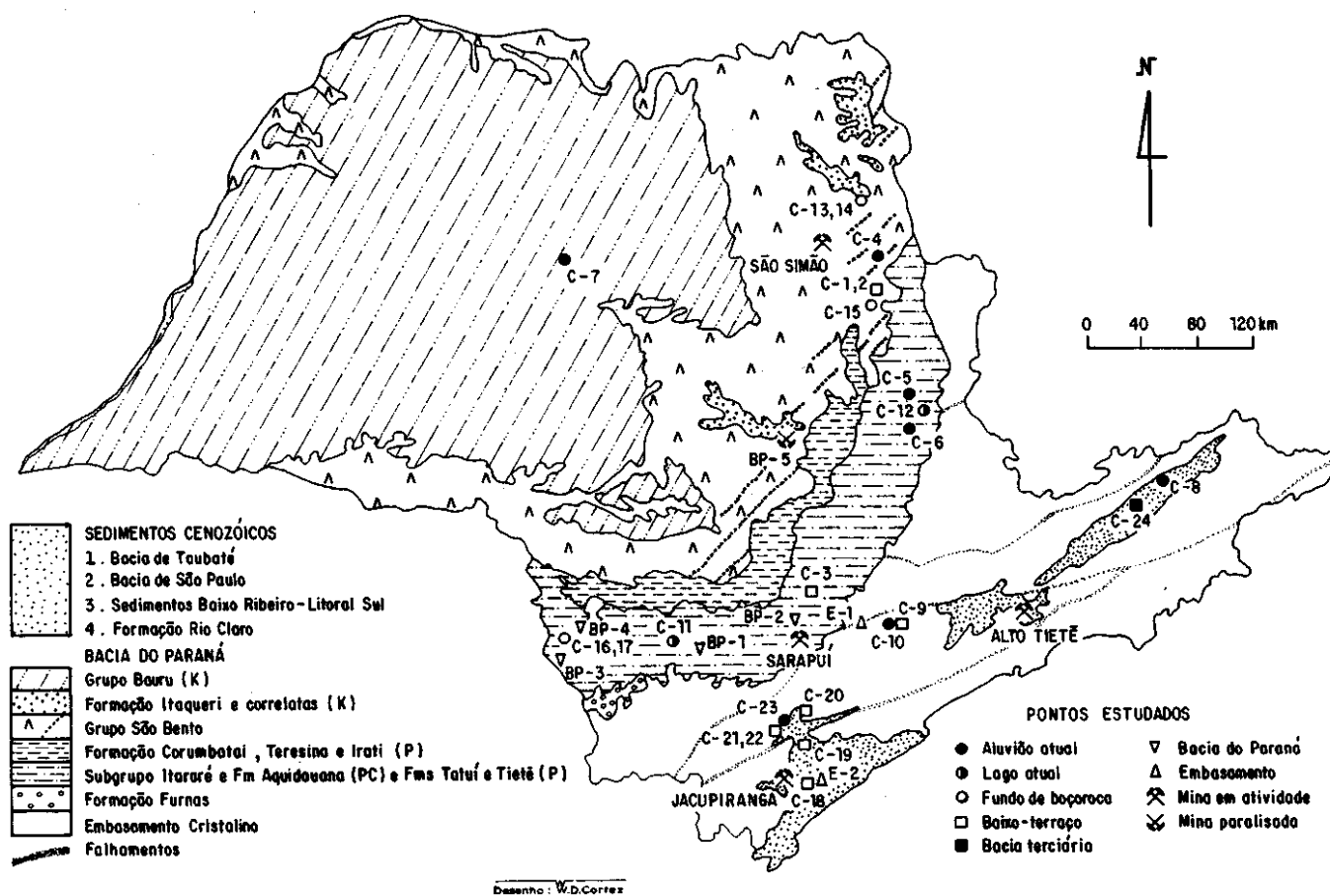


Figura 2 - Principais ocorrências de argilas plásticas e pontos estudados no Estado de São Paulo
 Figure 2 - Main plastic and ball clay occurrences in São Paulo state, and studied places

de alteração estão associados a antigas superfícies de erosão e outra relacionada com as vertentes atuais. A primeira situação desperta maior interesse devido à expectativa de maior manto de intemperismo.

Estabelecido o parâmetro geomorfológico, segue-se a confrontação com o potencial pelítico das unidades, no caso da Bacia do Paraná, ou de rochas leucocráticas silicaluminosas, quando se trata do embasamento, visando a seleção de áreas favoráveis.

AValiação das Argilas Plásticas no Estado de São Paulo O estudo de avaliação é analisado para os modelos de ocorrência sedimentar e supérgeno, nos diversos terrenos geológicos do Estado, com ênfase aos sedimentos cenozóicos. A potencialidade dos alvos é abordada obedecendo a cronologia das unidades geológicas. A figura 2 apresenta a localização dos pontos estudados, bem como as ocorrências de argilas plásticas e o esboço geológico do Estado.

Embasamento cristalino A geração de mantos de intemperismo ricos em caulinitas, em rochas do embasamento, é relativamente comum, havendo uma série de jazidas de caulim em exploração, originadas a partir de determinadas rochas aluminossilicáticas pobres em ferro, tais como pegmatitos e leucogranitos.

Os caulins (*china clay* ou *kaolin*) explorados no Estado exibem cores *in natura* variando do branco ao amarelado, ou acinzentado, podendo ser bastante claros quando

queimados. Têm aplicação na indústria de cerâmica branca, mas normalmente não atendem isoladamente a algumas exigências, tais como plasticidade e resistência mecânica a seco, duas das características importantes das argilas plásticas.

A falta de adequação mais plena dos caulins não justificou o seu estudo sistemático no embasamento, ficando restrito a apenas duas situações geológico-geomorfológicas distintas: uma (E-1) relacionada com a rocha quartzo-feldspática situada em zona de cisalhamento, em área com contínua denudação do Planalto Atlântico; e outra (E-2) associada a uma rocha pegmatítica em suaves colinas da Planície Costeira, capeados localmente por sedimentos orgânicos. Ambos os perfis de alteração mostraram matriz caulinitica, cujos resultados de ensaios cerâmicos e de análises químicas são apresentados na tabela 2.

A rocha milonítica (E-1), ainda com minerais primários instáveis remanescentes, apresenta alto teor de K₂O. No ensaio cerâmico destacou-se a boa curva de defloculação, sendo indicada para usos em processo de colagem, embora, isoladamente, apresente baixa resistência mecânica a cru. A amostra E-2 (leucogranito alterado) foi classificada para outros usos na cerâmica branca, destacando a cor branca na queima. Quimicamente, apresenta baixo álcalis e alta alumina, podendo ser aplicados em alguns produtos refratários.

Bacia do Paraná A Bacia do Paraná ocupa cerca de 160 mil km² do Estado de São Paulo, ou seja, cerca de dois terços de sua extensão territorial, com uma faixa de sedimentos

permo-carboníferos, notadamente pelíticos, distribuída em uma depressão que margeia o embasamento (Depressão Periférica de Almeida 1964). Para o centro do Estado, rochas basálticas e arenitos eólicos mesozóicos erguem-se em um relevo de *cuestas*, passando, na região oeste, a um planalto de arenitos continentais, com raras intercalações pelíticas.

A estratigrafia da bacia e sua respectiva paragênese argilomineral são apresentadas na figura 3. A perspectiva de ocorrência de arguas plásticas é analisada para os modelos sedimentar e supérgeno.

Para o modelo sedimentar, tomando-se por base a ocorrência de caulinitas em rochas frescas na bacia (Fig. 3), o alvo potencial circunscreve-se à sequência permo-carbonífera, correspondente no Estado de São Paulo aos

lobos deltaicos carbonosos, onde estão reunidas algumas das condições propícias à mineralização, tais como camadas orgânicas.

Nesse sentido, dentre as áreas carbonosas de Cerquillo, Monte-Mór e Buri-Itapeva, conhecidas na bibliografia, foi selecionada e estudada uma camada de *underday* da ordem de 2 m de espessura no lobo deltaico de Buri-Itapeva (Cabral & Motta 1985). O material (amostra BP-1) é constituído por caulinita, esmectita e illita, apresentando-se com qualidade potencial para aplicação em processos de colagem, cujos resultados cerâmicos encontram-se na tabela 2.

No modelo supérgeno foram levantadas as possibilidades de ocorrências de caulinitas originadas pela alteração de rochas pelíticas de composição original diversa. A seleção dos alvos foi baseada na potencialidade de camadas pelíticas

Tabela 2 - Características físico-químicas de rochas do embasamento e de lamitos da Bacia do Paraná
Table 2 - Ceramic and chemical data from Paraná basin and precambrian basement samples

PARÂMETROS		AMOSTRAS	EMBASAMENTO		BACIA DO PARANÁ				Formação Itaqueri
			Granito	Milonito	Subgrupo Itararé (PC)				
ANALISADOS			E-2	E-1	BP-1	BP-2	BP-3	BP-4	BP-5
110°C	Limite de Plasticidade (%)		37,4	32,2	23,0	26,3	17,5	24,5	19,5
	Unidade de Prensagem (%)		9,8	3,2	4,4	9,7	7,8	8,2	8,3
	Varição Linear após secagem (%)		-1,3	-1,3	-0,7	0,2	-0,2	-0,3	0,8
	Tensão Ruptura à Flexão (kgf/cm ²)		24	5	20	75	27	20	12
	Cor		branca	branca	cinza	marrom cl.	branca	rosa cl.	rosa
1150°C	Perda ao Fogo (%)		12,8	5,6	4,3	5,7	5,3	6,4	5,2
	Contração Linear (%)		7,5	3,9	3,1	6,1	8,6	13,3	11,1
	Tensão Ruptura à Flexão (kgf/cm ²)		160	150	131	287	314	892	436
	Absorção de Água (%)		18,1	11,6	12,4	4,9	3,2	0,9	0,8
	Porosidade Aparente (%)		33,2	21,6	24,1	11,0	7,5	2,1	1,9
	Massa Específica Aparente (kgf/m ³)		1837	1861	1948	2251	2338	2356	2406
Cor		branca	branca	creme cl.	creme cl.	cinza cl.	creme esc.	cinza	
1250°C	Perda ao Fogo (%)		13,0	6,0	4,5	5,8	5,4	6,6	5,2
	Contração Linear (%)		10,9	11,5	8,2	6,3	8,9	13,5	11,5
	Tensão Ruptura à Flexão (kgf/cm ²)		266	654	295	268	348	688	487
	Absorção de Água (%)		9,8	1,5	3,4	5,8	2,6	0,8	0,7
	Porosidade Aparente (%)		21,0	3,9	7,6	12,4	6,4	1,8	1,8
	Massa Específica Aparente (kgf/m ³)		2106	2532	2303	2215	2428	2373	2431
Cor		creme cl.	cinza cl.	marrom cl.	creme cl.	cinza cl.	creme esc.	cinza	
Argilominerais*			K (I)	K (I)	K, I, E	K, E, I	K, I	K, I	K, I
Análise	Perda ao Fogo		14,23	7,88	7,52	8,00	9,76	9,58	6,51
	SiO ₂		44,05	66,54	75,58	68,31	68,18	66,67	69,03
Química	Al ₂ O ₃		36,17	18,33	13,01	17,45	17,08	16,79	16,99
	Fe ₂ O ₃		1,98	1,06	1,00	0,82	1,42	1,61	3,14
	TiO ₂		2,80	0,59	0,73	1,25	0,56	1,23	0,58
	CaO		0,32	1,55	0,23	0,18	0,09	0,09	0,09
	MgO		0,55	0,08	0,51	0,47	0,46	0,44	0,44
	Na ₂ O		0,28	0,07	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07
	K ₂ O		0,42	3,24	1,51	2,04	3,21	1,87	2,27
	TOTAL		100,00	99,34	100,16	98,59	100,82	98,36	99,12
Uso provável**			3	1	1	2	3	3	3

* Argilominerais: K=Caulinita; I=Illita; E=Esmectita

** Uso provável: 1=Colagem; 2* Extrusão e tomearia; 3= Outros usos em cerâmica branca e/ou refratária.

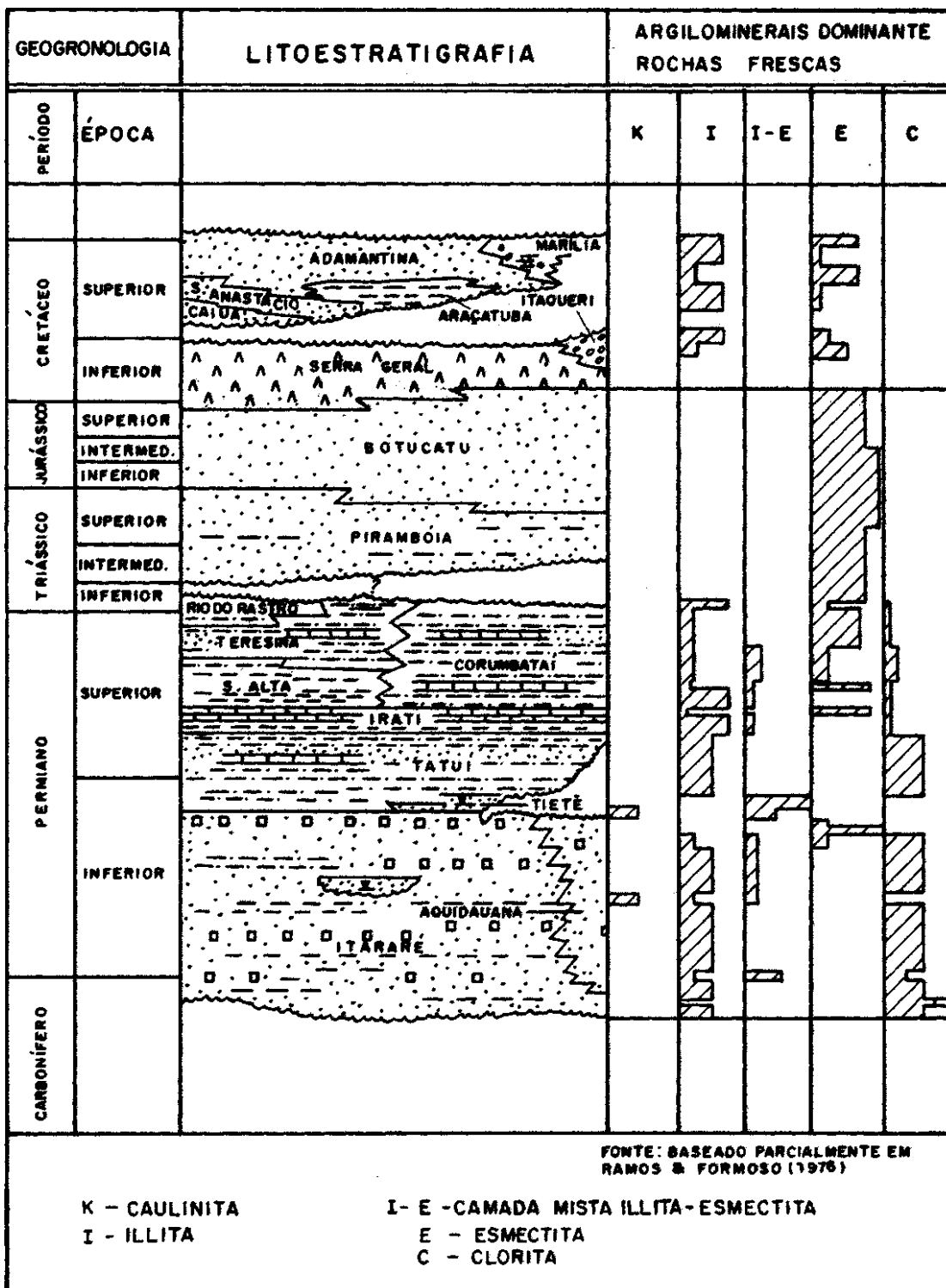


Figura 1 - Argilominerais na Bacia do Paraná no Estado de São Paulo
Figure 3 - Main clay minerals of Paraná basin sedimentary rocks in São Paulo state

das unidades e em fatores topográficos e geomorfológicos, com enfoque em áreas relacionadas com superfícies atuais e antigas de erosão. Foram selecionadas para reconhecimento as seguintes unidades: Subgrupo Itararé e Formação Aquidauana (PC), Formações Teresina e Corumbataí (P), e Formação Itaqueri e Unidades correlatas (K).

As unidades paleozóicas apresentam as camadas pelíticas mais expressivas de toda a bacia, constituídas de argilitos,

folhelhos, ritmitos, siltitos e diamictitos, intercalados com arenitos de texturas variadas e, às vezes, conglomerados. Estas unidades ocorrem na Província da Depressão Periférica, sustentando relevos colinosos, às vezes, articulados regionalmente em torno de determinadas altimetrias, evidenciando aplainamentos neogênicos.

Nos trabalhos de campo, observou-se que os perfis de alteração apresentam geralmente coloração amarelada ou

avermelhada, devido ao alto conteúdo de minerais ferruginosos. Particularmente, em zonas de alta percolação de algumas vertentes, associadas a solos hidromórficos, são encontrados horizontes atuais de lixiviação, bastante esbranquiçados. Outras vezes, mais raramente, ocorrem níveis ou mantos lixiviados posicionados em zonas alçadas, em relação aos fundos de vale.

Das unidades paleozóicas, o Subgrupo Itararé apresentou maior frequência de níveis de interesse, destacando-se três pontos de amostras de argilito, além da *underclay* de Buri, listadas na tabela 2. Uma delas (BP-2) mostrou potencial para extrusão e tornearia, e as duas restantes (BP-3 e BP-4) para outros usos em cerâmica branca.

Secundariamente, ocorrem horizontes de interesse na Formação Corumbataí, a exemplo de mantos esbranquiçados que afloram na estrada que liga Rio Claro a Ipeúna.

No Mesozóico, a Formação Itaqueri e sedimentos associados têm posicionamento geomorfológico privilegiado, ocupando parte dos planaltos isolados das Cuestas Basálticas, nivelados pela Superfície Japi (Almeida 1964), e apresentando mantos de intemperismo, às vezes, profundos. Entretanto, os litotipos dessa unidade são essencialmente rudáceos, restando, localizadamente, alguns fluxos de lama impuros, como uma camada de lamito arenoso na Serra de Itaqueri, superior a 20 m de espessura, com perfil silicaluminoso de alteração, encimado por couraça limonítica. O local apresenta algumas frentes de lavras paralizadas, onde se extraía argila aluminosa para abastecer algumas indústrias de refratários de Piracicaba e região (Tanno *et al.*, no prelo).

A análise de amostra proveniente da base de uma das lavras apresentou composição dominante de caulinita, com illita subordinada, revelando conteúdo de álcalis alto, não sendo pontualmente indicada para refratários. Por outro lado, os ensaios cerâmicos abrem perspectivas para seu uso em outras aplicações da cerâmica branca. Os resultados encontram-se relacionados na tabela 2.

De modo geral, as análises químicas dos sedimentos da Bacia do Paraná apontaram alto conteúdo de sílica em relação à alumina (> 4:1), perda ao fogo relativamente baixa (< 10%) e conteúdo de K₂O superior a 1,5%. Entre alguns fatores responsáveis por estes resultados, podem ser relacionados o elevado teor de quartzo das amostras e a permanência de minerais instáveis, como o feldspato e a illita.

Sedimentos cenozóicos Os sedimentos cenozóicos são analisados quase que exclusivamente dentro dos modelos de depósitos sedimentares, constituindo-se nos principais alvos de estudo da pesquisa, tendo em vista os aspectos já levantados anteriormente, dentre os quais se destacam a analogia com os principais depósitos referidos na literatura. Alternativamente, foi analisada a possibilidade de mineralização supérgena nas bacias terciárias.

No Estado de São Paulo são mapeados cerca de 10.000 km² de sedimentos cenozóicos, distribuídos principalmente nas bacias terciárias do Planalto Atlântico, nas planícies costeiras e nos diversos aluviões atuais. Os depósitos sedimentares cenozóicos encontram-se esquematizados no quadro 3, organizados de acordo com as Províncias Geomorfológicas do Estado, (IPT 1981).

No cenário cenozóico apresentado no quadro 3, os depósitos de arguas plásticas conhecidos ocorrem principalmente nos vales atuais, associados a planícies ou baixos terraços. Em produção atual, têm-se os jazimentos de São Simão, no vale do Ribeirão Tamanduá; de Suzano, no alto Tietê; de Sarapuí, no Rio Itapetininga; e no vale do rio Jacupiranga. Outros depósitos, já exauridos, estão relacionados com sedimentos mais antigos, da Formação Piraçununga, na região de Vargem Grande do Sul (Freitas *et al.* 1990).

As principais unidades cenozóicas abordadas foram as bacias do Sistema de Rifles da Serra do Mar; Formação Pariquera-Açu e terraços associados; Formação Rio Claro e outros depósitos cenozóicos alçados, no interior do Estado; Planície Costeira e planície aluvionar do baixo Ribeira; planícies aluvionares em geral e lagos atuais.

Os estudos laboratoriais das amostras selecionadas estão relacionados nas tabelas 3 e 4, e suas localizações encontram-se na figura 2.

BACIAS DE TAUBATÉ E SÃO PAULO A ênfase maior do estudo nestas bacias foi dada para o modelo sedimentar, devido algumas similaridades tectono-sedimentares entre elas e as bacias inglesas, portadoras do jazimentos sedimentares de *ball clays*. Entretanto, a mineralogia dos litotipos argilosos das bacias de São Paulo e Taubaté não é favorável à mineralização. As formações são compostas predominantemente de esmectita e illita, e a perspectiva de caulinitas sedimentares está restrita à Formação Pindamonhangaba e partes das Formações São Paulo e Itaquaquecetuba (Riccomini 1989, Brandt Neto *et al.* 1990).

Na Formação São Paulo observam-se lamitos esverdeados, frequentemente com cores variegadas de alteração, sobretudo vermelho-arroxeados, revelando um conteúdo alto de ferro, o qual gera produtos corados na queima. Localmente, como ocorre no porto de areia Itaquareia P-4, em Jundiapéba, há uma gradação para o topo de arenitos e arguas esverdeados para esbranquiçados, culminando com uma camada de 2,0 m de argila essencialmente caulinitica, de cor cinza-azulado, sotoposta a sedimentos quaternários do Rio Tietê. A amostra (Alto Tietê - azul) proveniente do local é adequada para cerâmica branca, com cor de queima creme, sendo comercializada na indústria de pisos. Suas características encontram-se listadas na tabela 1.

Outros horizontes argilosos objetivados foram aqueles associados às camadas de linhoto, haja vista as ocorrências de Bonfim, Arujá e Guararema (Riccomini 1989). Neste estudo foi verificada uma ocorrência desta natureza nas proximidades de Arujá (porto Itaquareia P-7), cujo nível de argila orgânica detectado e amostrado é delgado (0,30 m) e apresentou cor de queima vermelha.

A Formação Itaquaquecetuba, de distribuição localizada na Bacia de São Paulo, apresenta argilominerais dos grupos da esmectitas e caulinitas. Nesses sedimentos, o trabalho de campo envolveu uma visita ao afloramento mais expressivo da unidade, no porto de areia de Itaquaquecetuba. Os pacotes argilosos são subordinados em relação aos corpos areno-conglomeráticos, constituindo lentes de espessura submétrica a métrica, com cores ligeiramente esverdeadas, que podem estar localmente alteradas, apresentando tons esbranquiçados. A deslamagem da areia nessas frentes lixiviadas pode produzir argilas com potencial de uso em cerâmica branca.

Por último, ocorre a Formação Pindamonhangaba capeando as unidades mais antigas da Bacia de Taubaté, notadamente ao longo do Rio Paraíba do Sul. Nesses sedimentos são encontrados alguns níveis e camadas de argila caulinitica, com espessura de até 2,0 m. Entretanto, a camada mostra-se, em geral, tingida por cores avermelhadas. As porções claras apresentam cor também clara de queima, mas são restritas.

Possibilidades adicionais de camadas cauliniticas restringem-se a eventuais horizontes de intemperismo, mas não são espessos. Alguns trechos mais profundos, ainda que delgados, são observados na Formação Tremembé, no contato com a Formação Pindamonhangaba. É o caso do ponto C-24, a norte de Caçapava, cuja amostra se revelou adequada ao processo de extrusão e tornearia, com cor de queima creme (Tab. 4). Ressalta-se que as amostras das formações

Quadro 3 — Produtos sedimentares cenozóicos no Estado de São Paulo
Chart 3 - Main cenozoic sedimentary occurrences in São Paulo state

LOCAL		PROVÍNCIA COSTEIRA	PLANALTO ATLÂNTICO	DEPRESSÃO PERIFÉRICA	CUESTAS BASÁLTICAS	PLANALTO OCIDENTAL
		CRONOLOGIA				
QUATERNÁRIO	HOLOCENO	Aluviões atuais ¹ Sed. marinhos ind. ¹ Mangues, praias lagunas, dunas lagos ²	Aluviões atuais ¹	Aluviões atuais ¹ Lagos ¹ Depósitos de fundo voçoroca ¹	Aluviões atuais ¹ Lagos ² Depósitos de fundo voçoroca ¹	Aluviões atuais ¹ Lagos ¹ Depós. de fundo de voçoroca ²
	PLEISTOCENO	Fm. Cananéia ² Sedimentos col. aluvionares ¹	Aluviões antigos ¹	Aluviões antigos em baixo terraço Níveis de cascalho ²	Aluviões antigos em baixo terraço ¹ Aluviões alçados ³ Depósito de reverso de Cuesta ²	Dep. coluvionar ² Aluvião alçado ²
TERCIÁRIO	NEÓGENO	Formação Eldorado ¹ Formação Pariquera-Açu ¹	Formação Pindamonhangaba ¹ Formação Itaquaquecetuba ¹	Formação Piraçununga Formação Rio Claro ¹	↓	Aluviões alçados no frente das Cuestas (i.e. Mina Rica) ¹
	PALEÓGENO	Formação Sete Barras ¹	Grupo Taubaté ¹			

Notas:

1 = Alvo visitado com amostra analisada; 2 = alvos visitados sem caracterização laboratorial

3 = Alvos não visitados.

Bibliografias: Melo & Ponçano (1983), Ricconini (1989); Freitas et al. (1990), Melo (1990).

terciárias apresentaram conteúdo de Fe₂O₃ acima de 3%, superior à média das amostras analisadas.

Na porção sudeste do sistema de riftes da Serra do Mar, em Sete Barras, no Vale do Ribeira, Melo *et al.* (1989) descrevem uma depressão tectônica preenchida por lamitos,

conglomerados e arenitos, processados por um sistema de leques aluviais com lago associado, reunidos sob a denominação de Formação Sete Barras, cujas fácies pelíticas são predominantemente esmectíticas, sem interesse aos objetivos do presente estudo.

Tabelas 3 — Características físico-químicas e cerâmicas de sedimentos cenozóicos do Estado de São Paulo
 Tables 3 - Ceramic and chemical data from Cainozoic sedimentary samples

PARÂMETROS ANALISADOS		AMOSTRAS DE SEDIMENTOS CENOZÓICOS											
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12
		TQa	TQa	Qa	Qa	Qa	Qa	Qa	Qa	TQa	Qa	Qi	Qi
110°C	LP	34,8	33,5	27,2	36,7	26,2	36,8	28,8	35,4	37,9	32,0	34,1	29,3
	UP	13,9	23,3	9,6	11,5	8,8	12,4	17,0	7,9	15,4	12,5	9,5	10,2
	VL	-0,8	-0,8	-2,5	-0,2	0,2	0,0	+0,2	1,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,5
	TRF	21	13	39	27	23	33	53	28	33	43	14	18
	Cor	rosacl.	preta	cinza	marrom	cinza	cinza	cz. esc.	cinza	rosa	cinza	cinza	cinza
1150°C	PF	13,6	17,6	9,3	15,8	10,8	12,2	12,2	13,6	13,7	14,5	12,3	11,4
	CL	10,7	14,4	10,4	18,9	13,9	16,3	11,5	12,9	15,4	10,7	14,9	15,7
	TRF	139	158	328	63	348	331	289	226	129	278	94	101
	AA	13,9	11,2	5,9	4,9	2,3	2,2	5,7	12,1	6,5	12,3	7,3	4,3
	PA	27,6	23,6	13,7	12,2	5,7	2,6	10,7	24,6	15,2	25,2	16,3	10,7
	MEA	1990	2107	2323	2504	2499	2578	2249	2043	2334	2042	2224	2466
	Cor	branca	branca	creme	marrom	creme	creme	cr. cl.	rosa cl.	creme cl.	branca	rosa	creme
1250°C	PF	13,7	17,9	4,2	15,0	10,9	12,2	11,2	13,7	13,8	14,7	12,4	11,5
	CL	18,3	17,9	12,5	20,4	13,7	16,8	12,4	17,8	16,6	15,6	15,6	17,0
	TRF	164	230	689	89	348	487	410	350	130	422	164	178
	AA	2,3	8,0	0,7	3,4	2,1	1,5	4,8	2,0	3,0	2,0	5,9	2,7
	PA	5,8	18,1	2,4	8,9	5,3	4,0	11,1	5,1	7,6	5,0	13,8	6,9
	MEA	2517	2263	2526	2666	2481	2656	2311	2505	2508	2496	2365	2588
	Cor	branca	crem. cl.	cr. esc.	creme	creme	creme	creme	creme	creme	branca	creme	creme
Minerais*		K	K	K,I	K	K,I	K(I)	K (E)	K(I,G)	K	K(I)		K(I)
Análise Química	PF	14,89	22,65	11,89	18,88	13,14	16,40	18,02	21,01	14,93	18,45	17,09	14,43
	SiO ₂	45,02	40,24	57,89	37,52	50,74	47,53	53,56	43,23	44,76	43,84	47,30	50,26
	Al ₂ O ₃	37,04	31,72	24,98	33,15	29,90	29,90	21,56	32,41	35,98	32,47	29,12	30,01
	Fe ₂ O ₃	1,50	1,70	2,68	4,52	1,75	2,47	1,74	2,39	1,23	0,02	2,46	2,08
	TiO ₂	1,06	2,12	0,42	5,19	1,91	2,34	2,29	1,34	1,25	0,83	3,42	2,37
	CaO	0,23	0,18	0,09	0,18	0,14	0,32	0,36	0,18	0,09	0,09	0,18	0,36
	MgO	0,34	0,40	0,20	0,53	0,26	0,97	0,08	0,63	0,05	0,07	0,35	0,54
	Na ₂ O	0,03	0,03	0,07	0,11	0,15	0,07	0,03	0,06	0,03	0,04	0,03	0,20
	K ₂ O	0,10	0,07	1,39	0,06	1,50	0,72	0,32	0,91	1,54	1,14	0,24	0,24
	Total	101,21	99,11	99,61	100,14	99,49	100,72	90,96	102,96	99,86	97,75	100,19	100,49
Uso provável**		3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3

* Argilominerais: K = Caulinita; I = Illita; E = Esmectita; G = Gibbsita (não argilomineral)

** Uso provável: 1 = Colagem; 2 = Extrusão e tornearia; 3 = Outros usos em cerâmica branca e/ou refratária.

Nota: LP = Limite de Plasticidade (%); UP = Unidade de Prensagem (%); VL = Variação Linear após secagem (%); TRF = Taxa de Ruptura à Flexão (kgf/cnr); PF = Perda ao Fogo (%); CL = Contração Linear (%); AA = Absorção de Água (%); PA = Porosidade Aparente (%); MEA = Massa Específica Aparente (kg/m³); TQa = sedimento aluvial terciário-quaternário; Qa = Quaternário aluvionar; Qv = Depósito de fundo de voçoroca; Qi = lago. Cores: esc. = escuro; cl. = claro

FORMAÇÃO PARIQUÊRA-AÇU E TERRAÇOS ASSO-CIADOS Os sedimentos dispostos em colinas, próximos da planície costeira e em níveis terraceados do médio e baixo Ribeira, eram atribuídos generalizadamente à Formação Pariquêra-Açu, sendo redefinida por Melo (1990), que a restringe geográfica e estratigraficamente, e define um trato de sistemas de leques aluvial, fluvial meandrante e lacustre.

Nessa concepção, despertaram interesse os argilitos das fácies lacustres, que são constituídos por caulinita e, secundariamente, illita. Porém, tais rochas apresentam-se com constantes impregnações ferruginosas, tornando o material escuro na queima. Nas fácies fluviais ocorrem algumas camadas pelíticas mais delgadas que, quando lixiviadas, podem ser adequadas ao uso em cerâmica branca, como relatado por Marcello (1985).

Além da Formação Pariquêra-Açu, outros sedimentos que mereceram a atenção neste estudo são os patamares

levemente inclinados ao longo das drenagens mais interiores. Constituem estreitos terraços embutidos no embasamento, com espessura em torno de 4,0 m, incluídos no conjunto sedimentar de caráter colúvio-aluvionar (TQca) por Melo (1990). Estes sedimentos encontram-se geralmente lixiviados e compõem-se de uma mistura de argila, silte e areia, cuja fração beneficiada (325 #) é potencial ao uso em cerâmica branca, como atestam os resultados das amostras C-18, C-19, C-20, C-21 e C-22, expostos na tabela 4. O conteúdo de Fe₂O₃ varia de 0,8 a 2,7%, e o K₂O atinge pontualmente 2,7%.

FORMAÇÃO RIO CLARO E OUTROS DEPÓSITOS CENOZÓICOS ALÇADOS, NO INTERIOR DO ESTADO A Formação Rio Claro ocorre nos arredores da cidade homônima, no Estado de São Paulo, tendo origem a partir de uma calha fluvial controlada tectonicamente. Na

Tabelas 4 — Características físico-químicas e cerâmicas de sedimentos cenozóicos do Estado de São Paulo
 Tables 4- Ceramic and chemical data from Cainozoic sedimentary samples

PARÂMETROS ANALISADOS		AMOSTRAS DE SEDIMENTOS CENOZÓICOS											
		C-13 Qv	C-14 Qv	C-15 Qv	C-16 Qv	C-17 Qv	C-18 TQca	C-19 TQca	C-20 TQca	C-21 TQca	C-22 TQca	C-23 Qa	C-24 Tbt
110°C	LP	36,2	29,5	29,9	27,2	24,9	24,4	36,5	33,3	37,7	35,7	28,2	42,4
	UP	19,4	12,9	6,4	8,4	8,0	7,7	7,5	9,3	8,0	9,05	9,3	12,0
	VL	-1,8	-1,0	-1,0	-1,1	-0,3	-1,0	-1,1	-0,7	-0,8	-0,2	-0,2	-0,2
	TRF	7	16	8	29	40	22	18	33	27	37	49	32
	Cor	branca	cinza	cinza cl.	cinza cl.	branca	cinza	branca	cinza	branca	marr. cl.	cinza	marr. cl.
1150°C	PF	13,6	12,6	13,6	11,5	5,4	9,4	7,5	9,9	11,9	10,6	12,6	12,2
	CL	7,5	5,9	5,9	15,3	4,9	7,2	6,8	1,09	12,6	11,3	11,3	17,2
	TRF	80	126	110	129	304	194	325	414	312	436	436	699
	AÁ	26,2	22,2	25,6	6,8	8,0	14,5	10,0	6,0	8,1	6,7	5,4	0,2
	PA	41,8	37,5	40,8	16,1	17,1	27,9	21,0	13,6	17,8	14,5	11,9	0,5
	MEA	1595	1691	1503	2288	2131	1955	2102	2266	2199	2101	2214	2658
	Cor	branca	branca	branca	cr. cl.	creme	creme cl.	amarela	creme	branca	creme cl.	creme cl.	creme
1250°C	PF	13,7	12,6	13,6	11,7	5,5	9,5	7,5	10,0	12,3	10,6	12,6	12,2
	CL	13,6	10,1	12,5	15,4	7,9	9,5	19,7	13,4	16,0	12,5	10,4	17,3
	TRF	223	202	197	173	416	354	713	455	521	671	431	943
	AÁ	14,5	13,8	13,3	5,9	3,3	7,2	0,5	1,4	0,5	0,7	1,5	0,2
	PA	28,2	27,3	26,6	11,3	7,6	16,3	1,1	3,5	1,0	1,6	3,3	0,5
	MEA	1951	1985	2011	2437	2339	2167	2456	2499	2563	2310	2089	2634
	Cor	branca	branca	branca	creme cl.	creme cl.	creme	cr. esc.	creme	cinza	cinza cl.	creme	creme
Minerais*		K	K	K	K (I, E)	K, (I)	K (I)	K (I)	K (I)	K (I)	K, I	K, I	K, I
Análise Química	PF	23,55	13,29	12,82	13,15	6,97	14,06	8,58	11,49	13,63	12,36	14,78	15,24
	SiO ₂	40,04	50,65	50,07	54,57	69,70	53,58	61,43	53,98	40,20	53,36	51,21	46,12
	Al ₂ O ₃	34,19	32,45	33,93	30,02	18,11	27,20	24,23	28,45	34,01	28,62	27,62	31,79
	Fe ₂ O ₃	1,09	2,10	1,49	1,08	1,20	2,19	2,70	2,00	0,80	1,36	1,20	3,27
	TiO ₂	0,57	1,00	0,96	0,87	0,87	1,72	0,87	0,87	0,83	0,83	1,87	1,91
	CaO	0,23	0,23	0,32	0,18	0,18	0,18	0,27	0,27	0,14	0,14	0,18	0,09
	MgO	0,34	0,24	0,35	0,09	0,48	0,56	0,90	0,39	0,10	0,19	0,18	0,34
	Na ₂ O	0,04	0,08	0,06	0,04	0,04	0,28	0,03	0,04	0,08	0,15	0,12	0,04
	K ₂ O	0,15	0,12	0,17	0,35	1,49	0,40	1,42	0,96	1,70	2,73	2,19	1,44
	Total	100,20	100,16	100,17	100,35	99,20	100,17	100,43	98,45	99,49	99,74	99,35	100,24
	Uso provável**		1	1	1	3	2	3	3	2	3	2	2

* Argilominerais: K = Caulinita; I = Illita; E = Esmectita. 0 = entre parêntesis = ocorrência em pequena porcentagem

** Uso provável: 1 = Colagem; 2 = Extrusão e tornearia; 3 = Outros usos em cerâmica branca e/ou refratária.

Nota: LP = Limite de Plasticidade (%); UP = Unidade de Prensagem (%); VL = Variação Linear após secagem (%); TRF = Taxa de Ruptura à Flexão (kgf/cm²); PF = Perda ao Fogo (%); CL = Contração Linear (%); AA = Absorção de Água (%); PA = Porosidade Aparente (%); MEA = Massa Específica Aparente (kg/m³); Qa = Quaternário aluvionar; Qv = Depósito de fundo de voçoroca; Tbt = Bacia de Taubaté; TQca = sed. colúvio-aluvial. Cores: marr. - marrom; cr. = creme; esc. = escuro; cl. = claro.

base, a formação apresenta uma sucessão de estratos arenosos com níveis ou lentes de argila, as quais chegam a atingir individualmente espessura máxima da ordem de 0,6 m. Para o topo, fora da calha fluvial basal, a fração argilosa torna-se mais abundante e as camadas pelíticas assumem espessuras maiores, de acordo com Fulfaro & Suguio (1968).

Dessa forma, o estudo objetivou o topo da unidade, mas as camadas pelíticas encontradas não despertaram o interesse, haja vista sua frequente coloração vermelho-amarelada.

Adicionalmente, Freitas *et al* (1990) reconhecem fácies psamopelítica no sudoeste da cidade de Vargem Grande do Sul, como pertencente à Formação Piraçununga, onde ocorre uma camada de argila caulinitica. Esta camada já foi bastante explotada como argila plástica e/ou refratária, encontrando-se hoje praticamente exaurida. Ainda, no âmbito

das coberturas cenozóicas da região, ocorrem nas proximidades de Tambaú (Mina Rica) pacotes fluviais arenosos com níveis de argila adequados ao uso em cerâmica branca e refratários (C-1 e C-2).

PLANÍCIE COSTEIRA E PLANÍCIE ALUVIONAR DO BAIXO RIBEIRA Da ampla sedimentação quaternária do baixo Ribeira e Litoral Sul, destacam-se, nesta avaliação, as fácies paludiais de topo desta sequência, isto é, as planícies de inundação dos sistemas fluviais e sedimentos indiferenciados de deposição mista. Desta forma, não são aqui objetivados os sedimentos pleistocênicos praias da Formação Cananéia, que são essencialmente arenosos.

Os sedimentos paludiais da planície apresentam, em geral, perfil silto-argiloso, orgânico no topo, com camadas de arguas micáceas cinza-esverdeadas, cinza-chumbo e

marrons, que podem ultrapassar 4,0 m de espessura. Tais arguas contêm frequentemente restos orgânicos, como matéria vegetal particulada e coloidal, fragmentos de conchas, carapaças de diatomáceas e espículas de espongiários. Em testes preliminares, essas camadas argilosas não apresentaram resultados favoráveis quanto a cor de queima.

No âmbito da planície costeira mais franca, foi selecionada, ainda, amostra referente a uma camada expressiva de argila cinza-escuro sob lençol turfoso, mas também não correspondeu às expectativas, sendo descartada na triagem, devido a sua cor de queima avermelhada. Por outro lado, e de forma restrita, ocorrem arguas esbranquiçadas ou acinzentadas, em lentes que raramente ultrapassam um metro de espessura, que podem apresentar melhores resultados.

Nos aluviões dos rios atuais, a principal referência atribui-se à planície de inundação do Rio Jacupiranga, portador de mina de argila plástica. O material ali produzido é consumido nas indústrias de cerâmica sanitária e para revestimento (pisos e azulejos). São arguas acinzentadas, constituídas essencialmente de caulinitas, tendo a illita subordinada, além de quartzo e mica (IPT 1990).

Em ambiente aluvionar semelhante, foi amostrado material de uma camada de argila esbranquiçada, de espessura submétrica a métrica (C-23), cujos resultados laboratoriais apontam para a possibilidade de aplicação em cerâmica branca. A análise química revelou conteúdo de K_2O superior a 2,0 %, devido, em parte, à presença da illita, que ocorre acompanhando a caulinita. A presença de ferro é baixa (1,2% de Fe_2O_3), propiciando cor clara na queima.

PLANÍCIES ALUVIONARES ATUAIS NO ESTADO

Embora a rede hidrográfica atual apresente-se bem instalada no Estado, o desenvolvimento de amplas planícies de aluviões está restrito a alguns rios, ou a partes destes, e suas bacias encontram-se fortemente condicionadas pela geomorfologia e pelas estruturas e texturas do substrato rochoso.

Os rios de estilo mais encaixado, como o Paraná, baixo Tietê, baixo Pardo e Paranapanema, apresentam um registro sedimentar mais heterogêneo texturalmente e de tendência mais arenosa. Com exceção do Rio Paraná, a sedimentação é, em geral, mais restrita.

Os depósitos de argila presentes ao longo desses rios são lenticulares, ocorrendo contíguos aos diques marginais ou em outros baixios da planície, sendo geralmente silto-arenosos. Ocasionalmente, podem ocorrer preenchendo canais abandonados, quando apresentam maior homogeneidade granulométrica e alta porcentagem de argila. Os materiais ao longo dos rios encaixados têm, via de regra, sua aplicação restrita na cerâmica vermelha e, raramente, apresentam cor de queima clara. Ocorrem também alguns horizontes argilosos associados a níveis de terracamento dos vales, com presença ferruginosa marcante, principalmente por meio de níveis concrecionários.

Nos rios meandantes, a planície de inundação é bem desenvolvida, com sedimentação mais expressiva. São representantes destes estilos os Rios Paraíba do Sul, alto Tietê, baixo Ribeira, alto e médio Moji-Guaçu, médio Pardo, Jacaré-Pepira, Jacaré-Guaçu, Itapetininga e Taquari, entre outros. Excetuando-se o Rio Ribeira, o substrato rochoso desses aluviamentos é sedimentar.

No que se refere à Bacia do Paraná no Estado, os rios fluem da Depressão Periférica rumo ao Planalto Ocidental, sendo estrangulados por soleiras, diques e derrames basálticos ao transporem as Cuestas. A montante desses estrangulamentos litoestruturais, sobre substrato arenoso das Formações Pirambóia e Botucatu e colúvios, é comum o desenvolvimento de amplas planícies.

Na fisiografia original dos fundos dos vales, é comum o

destaque do conjunto canal e dique marginal, com corpos aquosos contornados por linhas de vegetação, das várzeas, ocupadas por gramíneas e vegetação de pequeno porte.

Nas planícies aluvionares associadas aos rios meandantes, o preenchimento sedimentar é mais argiloso que nos rios encaixados, definindo ciclos de granodecrescência ascendente. Constituem-se por areias e cascalhes (canais), areias e siltes (diques e *crevasses*) e arguas e turfás (várzea).

Ocasionalmente, em algumas planícies, ou em seus trechos, observa-se o aluviamento atual instalado sobre um antigo, o qual remanesce sob a forma de terraço. O melhor exemplo deste fenômeno ocorre no Ribeirão Tamanduá (São Simão), com os depósitos de argila plástica posicionados nos baixos terraços. A existência de tais terraços é relativamente comum no nordeste do Estado.

A composição mineralógica das arguas de várzea é dominada pelo grupo das caulinitas. Associações com gibbsita são frequentes nos aluviões do Planalto Atlântico, enquanto a esmectita ocorre pontualmente em alguns aluviões do Planalto Ocidental. Adicionalmente, ocorrem illita e minerais não-argilosos cominuídos, como quartzo e feldspato.

Extensivos estudos de campo, objetivando camadas de argila plástica, foram efetuados nos vales dos rios anteriormente citados, concentrando-se nos sedimentos das várzeas atuais, principalmente no nordeste do Estado, em domínios da Depressão Periférica e frente das Cuestas Basálticas. A seguir, são abordados os resultados obtidos, agrupados nos respectivos domínios geomorfológicos em que estão inseridos.

Na Depressão Periférica e frente das Cuestas Basálticas, excetuando-se São Simão e Sarapuí, apenas quatro pontos de pesquisa apresentaram resultados adequados para cerâmica branca (C-3, C-4, C-5 e C-6). A cor creme é a mais comum nas amostras queimadas a 1.250°C, sendo duas adequadas para extrusão e tornearia e duas para outros usos em cerâmica branca e/ou refratária. Referente aos dados químicos, observam-se teores médios a baixos de Fe_2O_3 , com exceção da amostra C-4, que apresentou altos valores para ferro e titânio, devido provavelmente à área-fonte basáltica (Tab. 3).

No Planalto Atlântico, os aluviamentos se assentam em dois substratos distintos, um sobre rochas sedimentares e outro sobre embasamento cristalino. No primeiro caso, no Vale do Paraíba, de fisiografia e estratigrafia bastante semelhantes ao Alto Tietê, são encontradas extensas planícies de inundação, que apresentam lentes argilosas encimadas por camadas de turfa. As arguas são geralmente gibbsíticas e adequadas para cerâmica branca e refratárias, como mostra o ponto C-8. Esta amostra apresenta alta perda ao fogo devido à presença de matéria orgânica e gibbsita.

No domínio do embasamento cristalino, na região de Ibiúna, duas amostras de aluviões, um antigo (C-9) e um atual (C-10), apresentaram potenciais para uso em cerâmica branca (Tab. 3), com baixos teores de ferro.

No Planalto Ocidental Paulista, no município de Sales, em aluvião de cabeceira sobre arenitos do Grupo Bauru, uma amostra de argila levemente arenosa (C-7), localmente utilizada para confecção de tijolos maciços brancos, apresentou uso provável para extrusão e tornearia. Ressalta-se a contribuição menor de esmectita, normalmente ausente nos aluviões atuais da Depressão Periférica e Cuestas.

Quanto ao porte das ocorrências em fundo de vales atuais (terraços e várzeas), as novas ocorrências detectadas são de dimensões restritas, mas abrem perspectivas para depósitos viáveis, a exemplo das Minas de São Simão, Sarapuí e Alto Tietê. A maioria dos estudos foi realizada em várzeas atuais, não sendo devidamente checados os baixos terraços.

Outra situação observada é o preenchimento do fundo de voçorocas, de dimensões restritas, onde ocorrem sedimentos arenosos com intercalações de lentes argilosas

cauliníticas e orgânicas. Tais arguas foram analisadas para fins cerâmicos e mostraram-se aptas aos vários processos de fabricação, caso das amostras C-13, C-14, C-15, C-16 e C-17 (Tab. 4). Quimicamente, estas amostras apresentam valores baixos de ferro e álcalis, com perda ao fogo variável, devido à porcentagem de matéria orgânica. Embora as lentes encontradas sejam delgadas (menores que 20 cm), abrem perspectivas para abaciamientos de maior porte. Melo & Ponçano (1983) consideram depósitos semelhantes nas províncias geomorfológicas das Cuestas Basálticas, Depressão Periférica e Planalto Ocidental, tendo sido gerados na mesma época dos aluviões atuais, isto é, no Holoceno.

LAGOS Duas situações geológicas são abordadas nesse ambiente, ambas no âmbito da Bacia do Paraná, uma relacionada com os lagos atuais e outra, com os sedimentos lacustres pré-atuais.

Quanto aos sedimentos pré-atuais, ocorrem abaciamientos restritos no reverso das Cuestas. Del Monte *et al.* (1988), estudando algumas destas bacias, em São José da Bela Vista, no nordeste do Estado, detectaram cerca de 1 milhão de toneladas de sedimentos argilo-arenosos com potencial de aplicação em cerâmica branca e/ou refratária.

Os lagos atuais constituem pequenos abaciamientos na paisagem, apresentando configurações circulares, ovaladas ou irregulares, com até 2,0 km de extensão, no seu eixo maior. A distribuição dos lagos no Estado está circunscrita ao domínio da Bacia do Paraná, ocupando as Colinas Amplas de IPT (1981). Os substratos destes lagos são dominados aparentemente por sedimentos areno-argilosos atribuídos a coberturas cenozóicas. Podem, também, assentar diretamente sobre basaltos e pelitos, como observado no nordeste do Estado.

O preenchimento sedimentar é marcado por uma camada de turfa algácea no topo, gradando para termos argilosos e arenosos na base. Comumente se associam níveis ou camadas centimétricas biogênicas de esponglitos na interface turfa-argila, de acordo com estudos de Motta *et al.* (1986).

As camadas argilosas alcançam mais de 1 m de espessura, com a fração argila atingindo valores máximos da ordem de 80%, com composição essencialmente caulinítica, tendo a illita subordinada. Na análise macroscópica mostra-se plástica, de cores creme, cinza-claro a escuro e amarela. O uso em cerâmica branca é potencial, com algumas restrições quanto à resistência mecânica a seco e porte dos jazimentos. As amostras C-11 e C-12 são provenientes desses ambientes lacustres. Quimicamente são bastante pobres em álcalis e concentram um pouco de ferro e titânio.

CONCLUSÕES É importante frisar que os resultados aqui discutidos, quanto aos usos e aplicações dos materiais, referem-se aos seus comportamentos isolados e são calçados em análises e ensaios laboratoriais, merecendo estudos complementares.

De acordo com os dados geológicos e analíticos obtidos, apresentados nos itens anteriores e feitas as ressalvas, foi válida a modelagem dos depósitos em sinsedimentar e supérgeno, mostrando-se eficiente na sua aplicação prática, sendo possível a indicação de várias possibilidades de mineralização, apresentadas na figura 4 e discutidas a seguir:

Em relação aos resultados obtidos no modelo sedimentar Os alvos sinsedimentares de interesse posicionam-se essencialmente dentro da era cenozóica e, em segundo lugar, nos sedimentos permocarboníferos da Bacia do Paraná. Dentro deste universo podem ser agrupados em: lagos atuais; planícies atuais e voçorocas, depósitos

terciários e terciário-quadernários; e Bacia do Paraná (PC).

LAGOS ATUAIS Genericamente apresentam argila para cerâmica branca sem qualidades excepcionais, tendo como desvantagens o pequeno porte dos depósitos e o conteúdo normalmente excessivo de areia. As melhores perspectivas de aproveitamento são para os lagos do nordeste do Estado que, a partir de lavra e beneficiamento integrados, poderão competir com outras arguas, em alguns segmentos de aplicação. Para os lagos localizados no nordeste do Estado, as perspectivas são relativamente melhores que para os outros lagos, devido à maior proximidade de centros consumidores de arguas plásticas.

DEPÓSITOS DAS PLANÍCIES ATUAIS E VOÇOROCAS Aluviões atuais São portadores de localizados bolsões de arguas plásticas para cerâmica branca que raramente apresentam resultados adequados ao uso em processos de colagem. Atendem geralmente às características requisitadas em processos de extrusão e tornearia e na indústria de refratários, devido a sua excelente plasticidade, boa resistência mecânica e composição essencialmente caulinítica. Muitos corpos argilosos foram descartados por apresentar cor escura e/ou trincamento excessivo após a queima.

Baixos terraços Os baixos terraços apresentam argila de melhor qualidade, ocorrendo com certa frequência no cenário dos vales atuais, no nordeste do Estado, em situações geológica e geomorfológica semelhantes aos baixos terraços de São Simão, tornando-os alvos potenciais. Dever ser consideradas as dificuldades técnicas de sondagens nesses terraços arenosos e a devida precaução ambiental das lavras em planícies aluvionares.

Boçorocas Estes alvos destacam-se pela alta qualidade das ocorrências de arguas plásticas detectadas, tais como cor de queima branca e defloculação. Tais alvos são de desenvolvimento restrito e por si só não apresentam potencial volumétrico, mas abrem perspectivas para modelos de maior amplitude.

DEPÓSITOS TERCIÁRIOS E TERCIÁRIO-QUATERNÁRIOS Bacias de Taubaté e São Paulo Existem perspectivas para camadas de argilitos do topo da Formação São Paulo, sotopostos a sedimentos quadernários, além do potencial da sequência com linhito intercalada, na bacia de Bonfim. Adicionalmente, a matriz dos arenitos das Formações São Paulo e Itaquaquecetuba deve ser estudada, a partir da deslamagem dos portos de areia. Algum potencial também se pode esperar para os sedimentos da Formação Pindamonhangaba.

Formação Pariqüera-Açu e Terraços Associados no Baixo-Ribeira A Formação Pariqüera-Açu apresenta um potencial volumétrico grande para argila, mas encontra-se muito contaminada por material ferruginoso. Este fato, aliado à ausência de matéria orgânica dos sedimentos, não são bons indicadores para o seu uso como arguas plásticas, a não ser eventuais horizontes lixiviados. Quanto aos terraços, merecem nota os sedimentos colúvio-aluvionares esbranquiçados que ocorrem no fundo dos pequenos vales, cuja fração silto-argilosa, quando separada, apresenta potencial de aplicação na cerâmica branca e/ou refratária, com cor branca de queima.

BACIA DO PARANÁ A perspectiva de argila plástica do tipo sedimentar na bacia restringe-se às *underclays* associadas aos carvões permocarboníferos, com destaque para Buri, SP (Subgrupo Itararé), cujos resultados

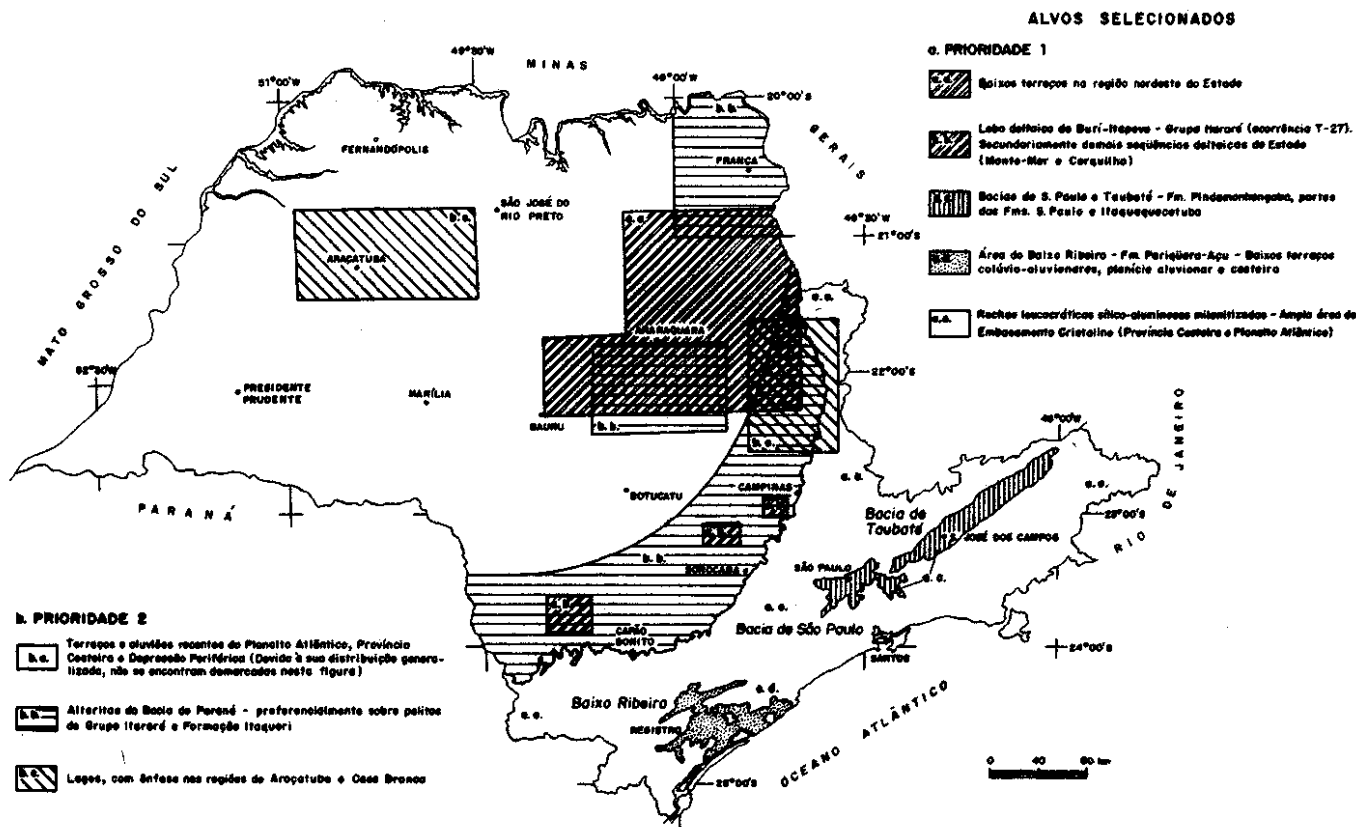


Figura 4 — Áreas indicadas para trabalhos de prospecção e pesquisa para argilas plásticas no Estado de São Paulo
 Figure 4- Main prospecting areas for plastic and ball clays in São Paulo state

cerâmicos qualificam o material para uso em processo de colagem. Embora tratado como sedimentar, observa-se que neste local há superposição da ação de alteração supergêna atual.

Em relação aos resultados obtidos no modelo supérgeno. Sobre o modelo supérgeno, observou-se que os produtos de alteração originados a partir de rochas de idade e litologia distintas podem ter diversos usos na indústria de cerâmica branca e refratária. A avaliação para os diferentes ambientes geológicos é a seguinte:

EMBASAMENTO Os produtos resultantes da alteração de rochas cristalinas confirmaram as expectativas de uso em cerâmica branca como materiais menos plásticos. Enquanto a amostra E-2 pode ser classificada como um caulim de boa qualidade, a amostra E-1 apresenta uma composição química próxima a dos filtos cerâmicos e até mesmo da própria massa cerâmica, podendo ter melhor rendimento que os filtos em processos de fundição por colagem, devido à sua boa característica de defloculação. Com tais aplicações, as faixas de rochas leucocráticas de composição silicaluminosa do embasamento, sobretudo aquelas ao longo de zonas de cisalhamento, tomam-se prospectos potenciais.

BACIA DO PARANÁ O Subgrupo Itararé e a Formação Itaqueri apresentaram resultados cerâmicos positivos para argilas plásticas para cerâmica branca. Os alvos pesquisados no Subgrupo Itararé associam-se a vertentes atuais, cujos horizontes amostrados são algo localizados,

normalmente de dimensões reduzidas, mas abrem perspectivas para ocorrências de maior porte. Tais produtos apresentaram restrições para materiais refratários devido à permanência de elementos fundentes. Já, o perfil associado ao platô da Serra de São Pedro (Formação Itaqueri) é volumetricamente bem mais consistente e tem horizontes do perfil de alteração mais evoluídos, gerando até gibbsita, e possível aplicação em refratários.

BACIA DE TAUBATÉ Esta unidade não revelou perfis de alteração significativos, com potencial volumétrico para geração de jazidas de argilas plásticas, embora tenha apresentado uma amostra qualitativamente classificada para cerâmica branca.

Em termos gerais, para os depósitos do tipo supérgeno, foram visualizados resultados positivos no que tange às características reológicas para uso em cerâmica branca, nos vários processos. Esta constatação é de fundamental importância, pois amplia consideravelmente o horizonte prospectivo no Estado. Entretanto, a checagem deste modelo supérgeno ainda não foi dissecada, tornando-se necessária a sua prospecção sistemática.

Agradecimentos Os autores expressam os seus agradecimentos ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas pelo apoio na elaboração do trabalho e aos colegas Emerson P. Kaseker, Sinhitiro Saka, Dirceu D. D. de Souza e Prof. Dr. Paulo M. B. Landim, pelas sugestões e discussões durante a pesquisa. Agradecimentos são estendidos também à equipe de desenho da Digeo- IPT e a colega Marlene Santana, pela revisão do texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. *OJGG*, **41**:169-263.
- BRANDT NETO, M.; RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M.; MATOS, S.L.F. 1990. Argilominerais da Bacia de Taubaté, SP. In: JORNADAS CIENTÍFICAS DO IG/USP. São Paulo, 1990. *Boletim Especial...* São Paulo, IG/USP. p. 16-20. (Boletim Especial).
- CABRAL, M., Jr. & MÓTTA, J.F.M. 1985. Geologia da Formação Itararé e sua potencialidade para carvão na região de Buri-Itapeva, SP. In: SIMP. REG. GEOL., 4. São Paulo, 1985. *Atas...* São Paulo, SBG. p. 341-352.
- CHAMLEY, H. 1989. *Clay Sedimentology*. Berlin, Springer-Verlag. 563 p.
- DEL MONTE, E.; SILVA, R.B.; SAAD A.R. 1988. Ocorrências de arguas bentoníticas e aluminosas na região de Franca, SP. In: CONGR. BRAS. GEOL., 35. Belém, 1988. *Atas...* Belém, SBG. v. 1, p. 227-241.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL 1981. *Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente Incluindo Depósitos Mineraiis*, esc. 1:2.500.000. Brasília, MME/DNPM.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL 1984. *Geologia do Brasil - Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente, Incluindo Depósitos Mineraiis*, Esc. 1:2.500.000. Brasília, MME/DNPM.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL 1991. *Anuário Mineral Brasileiro*. Brasília, MME/DNPM.
- EDWARDS, R.A. 1976. Tertiary sediments and structure of the Bovey Basin, South Devon. *Proc. Geol. Ass.*, **87**(1):1-26.
- FREITAS, R.O.; VIEIRA, P.V.; MEZZALIRA, S. 1990. A Formação Piraçununga na região de Vargem Grande do Sul, SP. Aplicação da técnica de perfis sedimentares. *Rev. Inst. Geol.*, **11**(2):35-48.
- FÚLFARO, V.J. & SUGUIO, K. 1968. A Formação Rio Claro, neocenoico, e seu ambiente de deposição. *OJGG*, **20**:45-60.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1981. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo - Escala 1:1.000.000*. São Paulo, IPT. 2 v. (Série Monografias 5).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1986. *Avaliação Preliminar de uma Ocorrência de Argila Sílico-Aluminosa no Município de São Pedro, SP*. São Paulo, IPT. (Relatório 23.928).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1988. *Avaliação da Potencialidade de Argilas Tipo Ball Clay no Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT. (Relatório 26.891).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1990. *Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT. (Publicação 1.822).
- KELLER, W.D. 1976. Scan eleiron micrographs of kaolins collected from diverse environments of origin - H. *Clay and Clay Min.*, **24**:114-117.
- MARCELLO, E.P. 1985. Importância geo-econômica das arguas brancas da Formação Pariqüiera-Açu. In: SIMP. REG. GEOL., 5. São Paulo, 1985. *Boletim de Resumos...* São Paulo, SBG/NSP. p. 21.
- MELO, M.S. 1990. *A Formação Pariqüiera-Açu e Depósitos Relacionados; Sedimentação, Tectônica e Geomorfogênese*. São Paulo. 211 p. (Dissertação de Mestrado, IG/USP).
- MELO, M.S. & PONCANO, W.L. 1983. *Gênese, Distribuição e Estratigrafia dos Depósitos Cenozóicos no Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT. (Série Monografias 9).
- MELO, M.S.; FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A.M.; RAMOS, R.G.N. 1989.0 Gráben (Terciário ?) de Sete Barras, Vale do Ribeira, SP. *Rev. Bras. Geoc.*, **19**(2):260-262.
- MILLOT, G. 1970. *Geology of Clay: Weathering, Sedimentology, Geochemistry*. New York, Springer-Verlag. 429 p.
- MÓTTA, J.F.M. 1991. *Avaliação do Potencial Geológico para Argilas Plásticas para Cerâmica Branca no Estado de São Paulo*. Rio Claro. 177 p. (Dissertação de Mestrado, IGCE/Unesp).
- MÓTTA, J.F.M.; CABRAL M. JR.; CAMPANHA, V.A. 1986. Diatomitos e espongilitos no Estado de São Paulo. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34. Goiânia, 1986. *Anal...* Goiânia, SBG. v. 5.
- OLIVE, W.W. & FINCH, W.I. 1969. *Stratigraphic and Mineralogic Relations and Ceramic Properties of Clay Deposits of Eocene Age in the Jackson Purchase Region, Kentucky and in Adjacent Parts of Tennessee*. Washington, U.S. Geol. Survey. (USGS Bull. 1282).
- PATTERSON, S.H. & MURRAY, H.H. 1984. *Kaolin, Refractory Clay, Ball Clay, and Halloysite in North America, Hawaii, and the Caribbean Region*. Washington, U.S. Geol. Survey. (Prof. Paper 1306).
- PRESSINOTTI, M.M.N. 1991. *Caracterização Geológica e Aspectos Genéticos dos Depósitos de Argilas tipo "Ball Clay" de São Simão, SP*. São Paulo. 141 p. (Dissertação de Mestrado, IG/USP).
- RAMOS, A.N. & FORMOSO, M.L.L. 1976. Clay mineralogy of the sedimentary rocks of the Paraná Basin, Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, **6**(1): 15-42.
- RICCOMINI, C. 1989.0 *Rift Continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo. (Tese de Doutorado, IG/USP).
- SOUZA SANTOS, P. 1975. *Tecnologia de Argilas*. São Paulo, Ed. Blücher. 2 v, 802 p.
- SOUZA SANTOS, P. 1989. *Ciência e Tecnologia de Argilas*. São Paulo, Ed. Blücher. v. 1, p. 499.
- WEAVER, C.E. 1989. *Clay, Muds and Shales*. Amsterdam, Elsevier. 819p. (Developments in Sedimentology 44).
- WILSON, I.R. 1983. Ball clay inglesas: origens, propriedades e usos em cerâmica. *Cerâmica*, **29**(165):217-238.
- ZANDONADI, A.R. 1988. *Fundamentos da Tecnologia Cerâmica*. São Paulo, IPT/JICA. (Apostila do curso de treinamento em grupo em tecnologia cerâmica. Programa de treinamento para Terceiros Países. IPT/JICA) (Inédito).

MANUSCRITO A799

Recebido em 8 de abril de 1993

Revisão do autor em 17 de maio de 1993

Revisão aceita em 28 de maio de 1993