



## Cerâmica

Print version ISSN 0366-6913 On-line version ISSN 1678-4553

**Cerâmica vol.44 no.287-288 São Paulo May/June/July/Aug. 1998**

<http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69131998000400003>

# Caulins brasileiros: Alguns aspectos da geologia e da mineralogia\*

*(Brazilian kaolins: some aspects of the geology and mineralogy)\**

**Ian Richard Wilson**

Overseas Geological Service Research and Development Dept.,  
ECC International Ltd., John Keay House, St. Austell, Cornwall PL25 4DJ,  
U.K.

**Helena de Souza Santos**

Laboratório de Microscopia Eletrônica, Instituto de Física da USP, S. Paulo,  
SP, Brasil.

**Pérsio de Souza Santos**

Depto. de Engenharia Química, Escola Politécnica da USP, S. Paulo, SP,  
Brasil

### Services on Demand

#### Journal

- SciELO Analytics
- Google Scholar H5M5 (2016)

#### Article

- Article in xml format
- Article references
- How to cite this article
- SciELO Analytics
- Curriculum ScienTI
- Automatic translation

#### Indicators

#### Related links

#### Share

More

More

Permalink

### Resumo

A dimensão do Brasil e a diversidade da geologia se reflete em vários meios nos quais montagens de caulinita foram formadas. Os meios geológicos dos caulins brasileiros podem ser divididos nos seguintes grupos - caulins sedimentares, caulins oriundos de pegmatitas, de rochas graníticas, de rochas vulcânicas, e caulins derivados de anortosito. As argilas sedimentares são encontradas principalmente na bacia amazônica e aquelas adjacentes ao rio Jari estão sendo exploradas comercialmente para exportação como argilas para recobrimento de papel. Os caulins amazônicos são caracterizados por alto teor de ferro e titânia (estruturais) com baixos níveis de álcalis e exibindo cristais de caulinita euédricos. As pegmatitas do sudeste, quando não recobertas com óxido de ferro, tem extremamente baixos teores de ferro e titânia e uma mistura de caulinita 7Å / haloisita 10Å ocorre em todos depósitos. As pegmatitas do nordeste produzem caulins constituídos somente por caulinitas euédricas com ausência de haloisita. Os caulins de granito tem geralmente maiores teores de ferro quando comparados com pegmatitas e são raros os depósitos constituídos somente por caulinita, sendo comum uma mistura de caulinita 7Å / haloisita. Os caulins obtidos da pegmatita e do granito são utilizados como cobertura de papel e em cerâmica em geral. Argilas de origem vulcânica são utilizadas em cerâmicas na região. Os caulins obtidos de anortosito são semelhantes em níveis de ferro e titânia àqueles obtidos de caulins graníticos. Montagens de caulinita e pequenas quantidades de haloisita 7Å são encontrados. Essas argilas são usadas tanto em cerâmicas de mesa quanto em preenchimentos para papel.

### Abstract

The size of Brazil and the diversity of geology is reflected in varying environments in which kaolinite assemblages have been formed. The geological environments of the Brazilian kaolin may be divided into the following groups - sedimentary kaolin, kaolin derived from pegmatite, from granitic rocks, from volcanic rocks and kaolin derived from anorthosite. The sedimentary clays are mainly found in the Amazon basin and those adjacent to the Jari River are being exploited commercially for export as a paper coating clay. Amazon kaolin is characterised by high iron and titania (lattice-held) with low levels of alkali and exhibiting euhedral kaolinite crystals. The South-eastern pegmatite, when not iron stained, are extremely low in iron and titania and a mixture of kaolinite 7Å/10Å-halloysite occurs in all deposits. The North-eastern pegmatite produces kaolin constituted only by euhedral kaolinites with an absence of halloysite. Kaolin from granites generally has higher iron levels when compared with pegmatite and deposits constituted only by kaolinite are rare, a mixture of kaolinite/7Å-halloysite being common. Both the pegmatite and granite derived kaolin are utilised as a paper filler and in general ceramics. Volcanic rocks on alteration produce a fine siliceous clay with titania levels higher than other types and are generally mixtures of kaolinite-7Å. Volcanic derived clays are utilized locally in ceramics. Kaolins derived from anorthosite are similar in iron and titania levels to those from granitic kaolins. Assemblages of kaolinite and small quantities of 7Å-halloysite are found. These clays are used in both whiteware ceramics and paper filler.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje um dos grandes produtores mundiais de caulins processados industrialmente, em uma quantidade da ordem de 0,8 milhões de toneladas por ano. Doze companhias são responsáveis por cerca de 97% da produção; a maior produtora é a CADAM - Caulim da Amazônia Ltda. (ou Caulim do rio Jari; como é muitas vezes conhecida), com uma produção de cerca de 380.000 t/ano, seguida pela ECC do Brasil Mineração Ltda. (130.000 t/ano) e pela Empresa de Mineração Horii (120.000 t/ano) [26].

O Brasil está constituído predominantemente por um embasamento Precambriano de granitos e migmatitos associados com quartzitos, gnaisses e rochas calcáreas de idade semelhante. Essas rochas de embasamento são recobertas no interior do Sul do Brasil por rochas mais jovens variando do Devoniano para o Cenozóico e na costa pela Formação Barreiras de natureza sedimentar e por aluviões mais jovens. O Escudo Brasileiro é separado do embasamento das Guianas pela Bacia Amazônica, a qual é ocupada por sedimentos. O tamanho do Brasil e a diversidade da sua Geologia estão refletidos pelos vários ambientes em que diferentes tipos de caulins se formaram. Além deles, outras argilas são encontradas em muitas partes do Brasil constituídas por uma mistura de caulinita e haloisita.

Por conveniência, neste artigo os ambientes geológicos dos caulins foram divididos nos seguintes grupos:

- (a) Caulins sedimentares.
- (b) Caulins derivados de pegmatitos.
- (c) Caulins derivados de rochas graníticas.
- (d) Caulins derivados de rochas vulcânicas.
- (e) Caulim derivado de anortosito.

As localizações dos depósitos principais dos diversos grupos de caulins no Brasil estão mostradas na [Fig. 1](#).



Figura 1: Localização dos depósitos principais dos caulins no Brasil.

## CAULINS SEDIMENTARES

Caulins sedimentares são encontrados principalmente na área da Bacia Amazônica e nas regiões costeiras. Vários depósitos foram descobertos na última década dentro da Bacia Amazônica principalmente como resultado da pesquisa de exploração de outros minérios por grandes empresas [1]. Muitos dos objetivos das pesquisas foram encontrados pelo Projeto RADAM, cuja tarefa era a de mapear 1,5 milhões de km<sup>2</sup> da selva Amazônica. Como a região está quase todo o tempo coberta por uma densa camada de nuvens, radar de observação lateral (Star-Side Look Radar) foi usado como o sistema primário de varredura porque ele pode fornecer imagens da superfície da Terra à noite, através de nuvens e durante quase todas as perturbações do clima. A instrumentação foi levada por um jato Caravelle voando a 12.000 metros. O radar de visão lateral fornece dados extremamente detalhados sobre a hidrologia, geologia, solo e as condições da vegetação em uma dada área. Em partes da Bacia Amazônica, áreas de plateaux foram reveladas sob uma cobertura espessa de floresta e foi demonstrado por estudos de campo que eram constituídos por bauxito do tipo metalúrgico e que, em alguns lugares, estavam sobre camadas de caulim.

A [Fig. 2](#) mostra a localização de algumas áreas contendo depósitos significativos de caulins na Região Amazônica nas áreas dos rios Jari e Capim e vizinhos a Manaus.

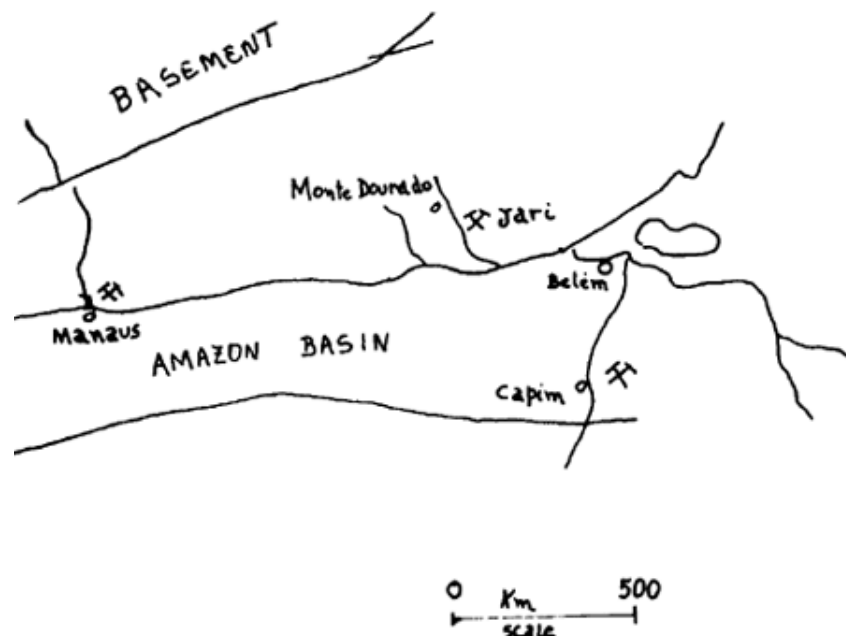


Figura 2: Algumas áreas de caulim na região amazônica.

### Rio Jari

Talvez o projeto de desenvolvimento de caulim mais ambicioso e interessante na última década foi o início da produção na área do rio Jari. Os depósitos de caulim do Morro do Felipe estão situados sobre plateaux semelhantes a colinas e aproximadamente a 100 km acima da foz do rio Jari, que estabelece o limite entre o Estado do Pará e o Território do Amapá. Toda a área nas vizinhanças do Morro do Felipe está em desenvolvimento florestal e uma fábrica de celulose foi instalada no local. O projeto foi iniciado por Daniel Ludwig e, em Janeiro de 1982, foi assumido por um Consórcio de Empresas brasileiras com o apoio financeiro de grandes bancos.

Geologicamente, a área é ocupada por sedimentos Pós-Miocênicos, cuja maioria pertence ao Pleistoceno e o restante ao Plioceno e ao Holoceno. Os sedimentos Pliocênicos, que não foram erodidos, formam plateaux de altura superior a 200 metros com paredes laterais bastante inclinadas verticalmente (steep slopes). Esses sedimentos, que constituem a Formação Alter de Chão, são fluvio-lacustrinos. Uma estratigrafia geral da área é a seguinte:

**I - Cobertura de Argila:** - Mistura de argilas caulínicas e gibsíticas, coloridas em vermelho por hidróxido de ferro; o teor de gibsita aumenta com a profundidade.

**II - Zona de Concreções:** - concreções de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio; formação de bauxito gibsítico.

**III - Zona Lixiviada:** - Argilas caulínicas escuras e coloridas, com intercalações arenosas com diversas espessuras. O caulim encontra-se nesta zona.

A proveniência do caulim é, sem dúvida, do embasamento Precambriano das Guianas 50 km ao Norte [2]. Uma linha de contato nítida, claramente observável nas fotografias do RADAM, começa na direção NE-SW entre o embasamento para o Norte e sedimentos para o Sul da linha. O padrão de drenagem no presente é NW para SE. Algumas comparações podem ser feitas com os caulins da Georgia, USA, os quais são derivados das rochas do embasamento e transportados até a linha-limite (fall-line) e então depositados. Os sedimentos do Jari, uma vez depositados, foram submetidos a um longo processo de intemperismo químico e de lixiviação de forma a gerar o padrão observado atualmente.

A fábrica do CADAM no rio Jari, produzindo cerca de 380.000 t/ano do caulim Amazon 88 para exportação para o Japão e a Europa e para a Indústria de Papel brasileira, está extraindo caulim da parte superior da Série Barreiras (Plioceno), a qual tem a espessura de 700 metros e é constituída por uma seqüência de arenitos não-consolidados; misturas de argila e areia e caulim. A Fig. 3 é um corte típico da área do Morro do Felipe mostrando as diversas camadas. Alguns dos plateaux da região estão recobertos por bauxito, porém isso não acontece na área de mineração do caulim. A altitude dos plateaux do Felipe é de 180 metros. As reservas de caulim são consideradas muito grandes e o caulim processado é usado como caulim de cobertura para papel "couché" ou cuchê. O processamento e o "branqueamento" produzem um caulim com alvura ISO de 84 a 85; a granulometria é extremamente baixa: o produto "Amazon 88" tem 99% em peso com diâmetro equivalente abaixo de 2 micrometros; essa granulometria baixa favorece a melhoria das propriedades físicas em comparação com as propriedades químicas [3, 4, 5]. O teor de álcalis é baixo, mas os teores de ferro e titânio

são elevados para um caulim branco (estão na estrutura cristalina) [6]. Por Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM), os cristais de caulinita aparecem como placas hexagonais euédricas, com diâmetros uniformes e bastante espessos; cristais de anatásio ou rutilo e de hidróxido de ferro podem ser encontrados por Microscopia Eletrônica de Transmissão. A Fig. 4 é a Micrografia Eletrônica de Transmissão (MET) de uma amostra de Amazon 88. Caulim semelhante ao do Jari é encontrado sob bauxitos no plateau Berenice, adjacente ao Oeste do rio Jari.

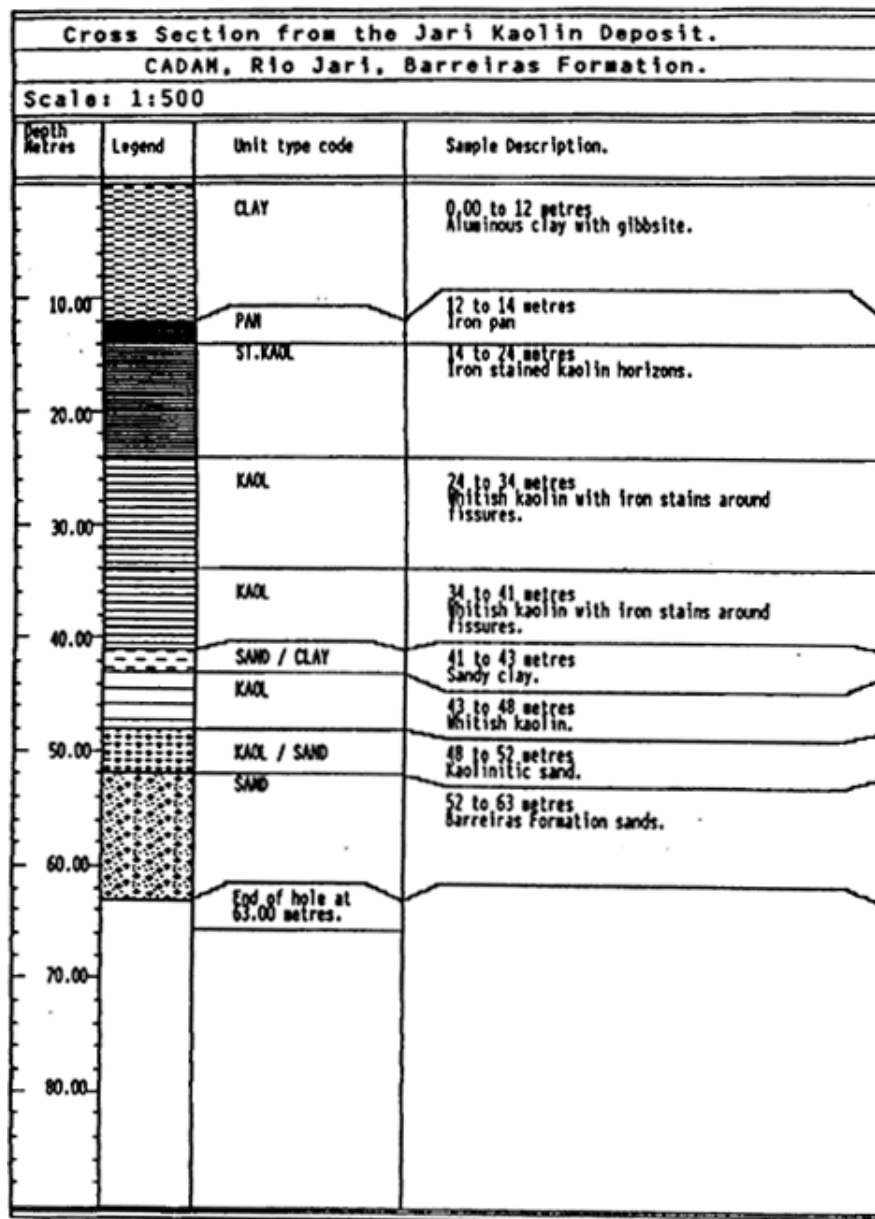


Figura 3: Corte típico da jazida de caulim do morro do Felipe (Rio Jari).

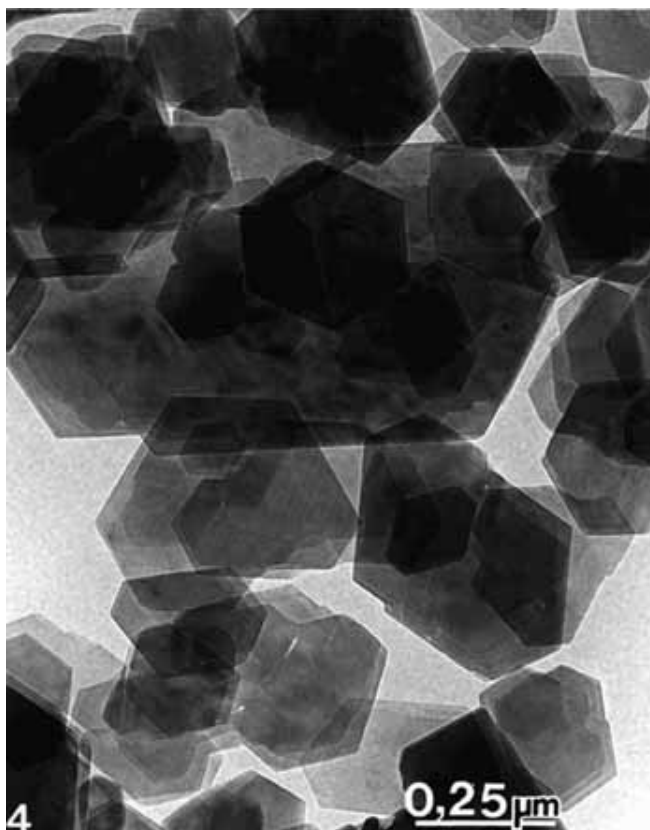


Figura 4: Micrografia eletrônica de transmissão (MET) do caulim caulínitico "Amazon 88" da CADAM-Rio Jari, Território do Amapá.

#### Rio Capim<sup>(\*\*)</sup>

Os depósitos de caulim do rio Capim estão situados na Bacia Amazônica mais baixa, a Sudoeste da cidade de Belém, Pará; estão entre os paralelos de 2°00' e 3°00' e os meridianos W47°00' e 48°00'. A área em questão está localizada em uma região baixa, com pequenas colinas, com elevação máxima de 60 metros; é caracterizada por plateaux, "cuestas" de transição e terraços esculpidos em sedimentos durante o período Terciário.

O horizonte caulínífero é recoberto por sedimentos argilosos e arenosos, esses variando até arenitos finos friáveis. Esses sedimentos estão relacionados com a Formação Barreiras (Terciário Superior). A seqüência inferior é formada pela intercalação de caulim com arenitos caulíníticos, que são as vezes entrelaçados (inter-fingered). Essa seqüência está relacionada com a Formação Ipixuna (Terciário Inferior). O esteril é de espessura variável, geralmente oscilando entre 10 e 20 metros, com camadas de um caulim branco, de espessura entre 1,0 e 4,0 metros.

Segundo Alves (op.cit.), as duas fábricas em construção na região (Pará Pigmentos S.A. e Rio Capim Caulim S.A.) irão produzir 1 milhão de toneladas por ano, cada uma, de caulim para cobertura de papel.

#### Caulim de Manaus

Na Estrada AM-010 a 35-38 km ao Norte de Manaus ocorrem sedimentos espessos contendo areias caulíníticas em grandes áreas; esses depósitos estão, atualmente, sendo avaliados para exploração industrial (Mineração Horboy Clays Ltda., Manaus).

#### Outros

Em Registro, no Sul do Estado de S. Paulo, caulins são encontrados em aluviões planos dentro da zona de migmatitos adjacentes ao Rio Ribeira de Iguape. Sedimentos holocêntricos consistindo de conglomerados basias de cascalho de quartzo recoberto por uma camada de areia de granulometria média com intercalações de caulim tendo até 4,0 a 5,0 metros de espessura. O caulim sedimentar contém haloisita tubular com 1 a 4 micrometros de comprimento, misturada com caulinita lamelar, de granulometria fina e boa cristalinidade; os cristais têm até 3 micrometros de diâmetro equivalente. Partículas isoladas de óxido de ferro e de titânia estão associadas aos cristais de caulinita. Esse caulim já foi extraído há algum tempo para carga para papel sulfite na

região de S. Paulo. O rendimento em um caulim com 60% a 70% de partículas com menos de 2 micrometros é de 25% da matriz rochosa; a alvura ISO do caulim varia entre 72 e 85, conforme variam os teores de ferro e titânia.

## CAULINS DERIVADOS DE PEGMATITOS

O Brasil é internacionalmente conhecido pela grande variedade de pedras semi-preciosas encontradas associadas aos depósitos pegmatíticos (turmalina, berilo, ametista, topázio e outros). Caulim é encontrado usualmente como um produto de alteração dos pegmatitos e tem sido utilizado desde há muitos anos pelas Indústrias Cerâmicas e de Papel brasileiras. As províncias pegmatíticas estão mostradas na [Fig. 5](#) [7] e estão consideradas, neste artigo, em duas regiões: Sudeste, em que o caulim é usualmente constituído por uma mistura de caulinita e haloisita e Nordeste, em que os caulins são essencialmente caulíníticos.

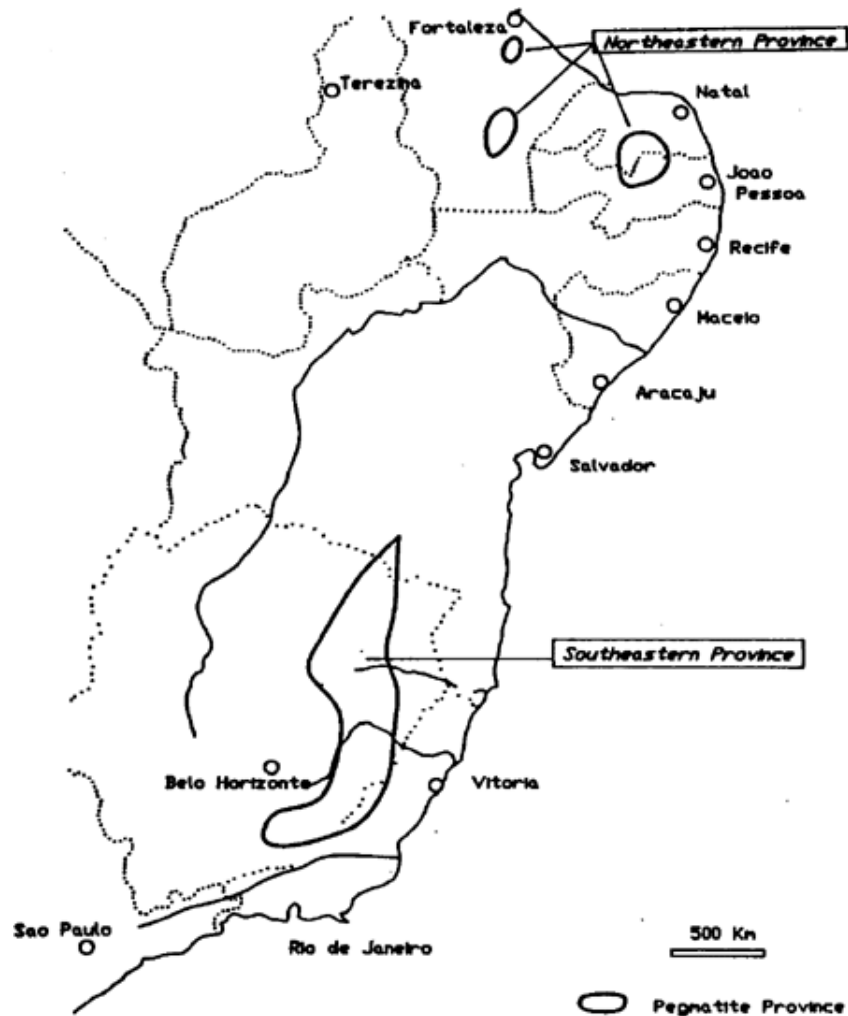


Figura 5: Províncias pegmatíticas brasileiras [7].

### Pegmatitos do Sudeste

A zona pegmatítica em que é minerado mais caulim está no Estado de Minas Gerais: a faixa de ocorrência, com cerca de 100 km de largura, estende-se na direção SW-NE, de Juiz de Fora no sul até Governador Valadares no Norte do Estado ([Fig. 6](#)). Os pegmatitos, cuja largura varia de 1 até 30 metros, sofreram alterações por diversos eventos que levaram a caulins contendo uma mistura de caulinita e haloisita e, geralmente, envolvendo um "líder" central de quartzo. Zoneamento é comum nesses pegmatitos. Os cristais de caulinita desses caulins são geralmente de granulometria elevada e o teor de haloisita- $7\text{\AA}/10\text{\AA}$  pode variar entre 10 e 70%. Estudos detalhados das haloisitas do Brasil vêm sendo feitos por Souza Santos, Souza Santos e colaboradores [8-11]; a maior parte desses estudos está sumarizada nas referências [12, 13].

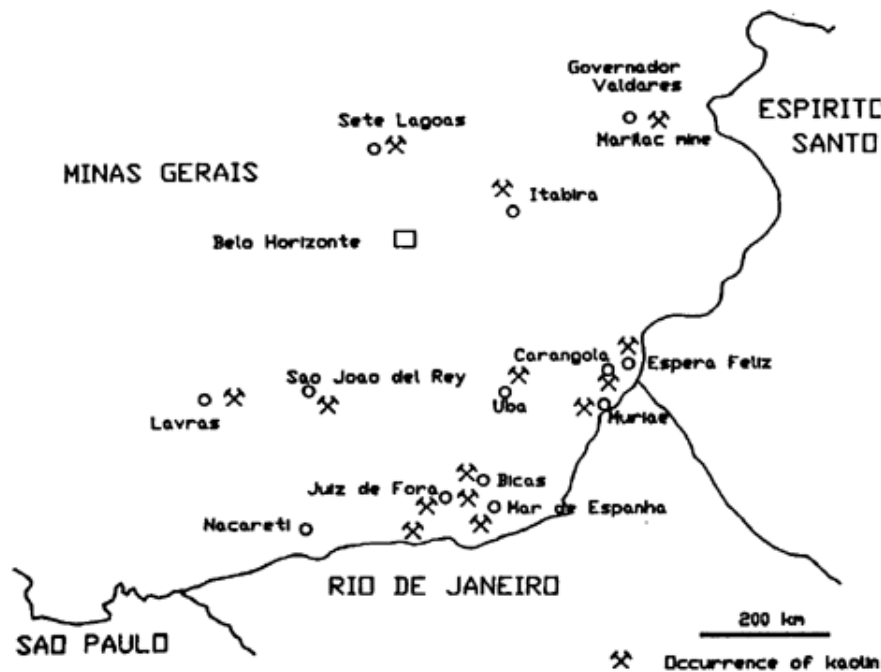


Figura 6: Regiões pegmatíticas caulinizadas de Minas Gerais.

Os cristais de caulinita desses caulins têm morfologia lamelar e o perfil é irregular, raramente é hexagonal; a haloisita é do tipo  $7\text{\AA}$  ou  $2\text{H}_2\text{O}$ , com morfologia tubular; esses tubos são, usualmente, mais longos e de maior diâmetro que, por exemplo, os tubos de haloisita- $7\text{\AA}$  norte-americanos. Esse fato levou a diferenciar como as letras C e D, respectivamente, as haloisitas brasileiras e norte-americanas [14]. A haloisita- $7\text{\AA}$  do tipo C dá uma curva de difração de raios X muito semelhante à de uma caulinita "mal-cristalizada" ou com desordem no eixo  $b$ , o que levou ao erro de ter sido considerada uma "caulinita tubular". Além disso, caulins contendo caulinita "bem cristalizada" e teores significativos de haloisitas do tipo C ou D dão curva de difração de raios X de "caulinita mal cristalizada", perdendo-se a presença da haloisita. Assim, para a caracterização mineralógica de um caulim (ou de argila caulínica) ser perfeita, é necessário que, além da DRX, seja feita também a Microscopia Eletrônica de Transmissão, para identificar a presença de haloisita tubular [15].

As Figs. 7 e 8 são de caulins de pegmatitos de Minas Gerais ilustrando as diferentes proporções relativas de cristais lamelares de caulinita e de tubos de haloisita.





Figura 7: MET de caulim Haloisítico de Juiz de Fora, Minas Gerais.

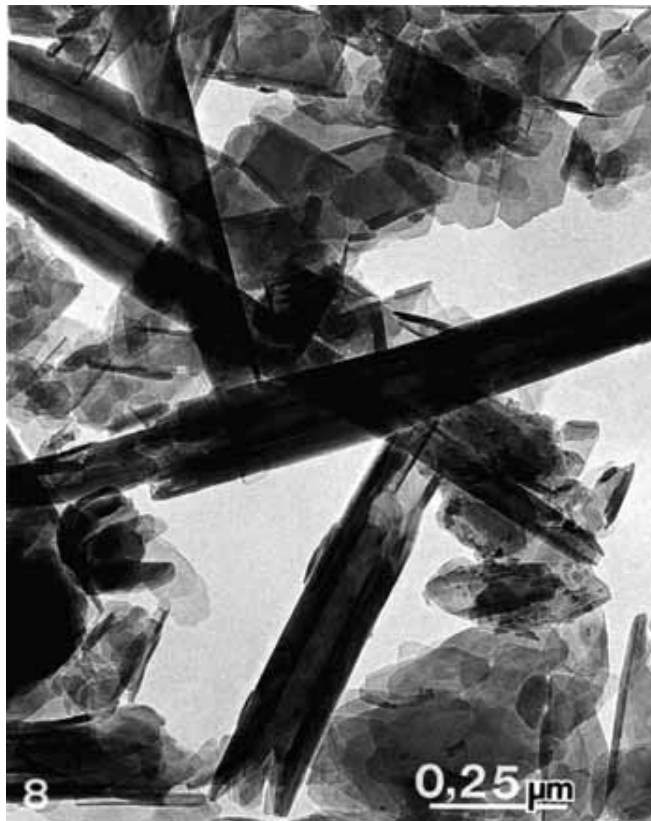


Figura 8: MET de caulim Haloisítico de Mar de Espanha, Minas Gerais.

A mineração em grande escala dos pegmatitos de Minas Gerais é, restrita, porque, geralmente, o caulim de elevada alvura (high brightness) ocorre justaposto à rocha matriz intemperizada, a qual está fortemente colorida por óxido e hidróxido de ferro, de onde resultam sérios problemas de contaminação. A mineração é, geralmente, em céu aberto, mas existem algumas minas subterrâneas. Corpos típicos de pegmatitos têm uma espessura de caulinização de 30 a 40 metros e um comprimento de 200 a 300 metros. A relação esteril/caulim é, geralmente, da ordem de 7:1. A intensidade ou grau de caulinização é variável dentro do mesmo corpo, tanto lateralmente como verticalmente. As principais áreas de produção são Governador Valadares; Ubá; Espera Feliz e Juiz de Fora (Fig. 6). Esses depósitos produzem o caulim para enchimento ou carga das Indústrias de Papel e as Indústrias Cerâmicas, do Sudeste brasileiro. Os caulins após um processamento simples, apresentam uma granulometria grosseira: em média, 15 a 30% acima de 10 micrometros e 20 a 40% abaixo de 2 micrometros; a alvura ISO varia entre 78 e 84. Os caulins, caracteristicamente, apresentam teores baixos de álcalis e de titânia. Muitos pegmatitos apresentam nódulos de gibsita (denominados localmente como "bombas vulcânicas"). É freqüente encontrar caulinização incipiente ou incompleta; nesses casos, os teores de álcalis são elevados devido à presença de feldspato e mica moscovita (sericita).

Um exemplo típico de mina de caulim de pegmatito de Minas Gerais é a Mina Perereca, próxima a Bicas. Aí a operação é do tipo mão-de-obra intensiva, uma vez que todo o material caulinisado, sem manchas de ferro, é catado-à-mão. Depois dessa seleção, o caulim é imerso em água, disperso por agitação (blunged); passado através de peneiras e a barbotina é então filtro-prensada; os bolos dos pratos de filtro-prensa são colocados em estantes abertas ao sol e secos até 1 a 2% de umidade. O pegmatito de Perereca consiste de um núcleo central de quartzo, com 10 a 15 metros de largura, com grandes "livros" ou placas de mica moscovita. O corpo do pegmatito tem a direção N-S com uma ramificação a 70°E. A caulinização nas paredes do corpo tem 10 a 15 metros de espessura. À medida que o pegmatito está sendo minerado na lateral da colina, a relação esteril:caulim é de cerca de 10:1. Deslizamentos de materiais coloridos nas áreas de caulim branco constituem um problema sério. O caulim das regiões mais baixas é menos manchado e é aquele extraído em maior quantidade. O caulim de cor branca, selecionado e catado-à-mão, possui teores muito baixos de ferro e titânia. O teor elevado de 40% de  $Al_2O_3$ , acima do valor teórico de caulinita, é devido à presença de pequeno teor de gibsita. O caulim apresenta curvas de DRX do tipo "mal cristalizado" ou com desordem no eixo  $b$  ou com valor baixo do índice de cristalinidade de Bates e Hinckley; entretanto, a MET, revela ser uma mistura de caulinita e haloisita-7Å tubular do tipo C. A caulinita se encontra em grandes aglomerados de placas empilhadas, denominados "livros" ou "pilhas", facilmente evidenciáveis por Microscopia Eletrônica de Varredura. Até o

presente não se tem uma nomenclatura simples que descreva precisamente a composição mineralógica qualitativa e quantitativa de caulins caulínico-haloisíticos.

Os caulins brancos, baixos em ferro e titânia de Minas Gerais, apresentam valores baixos da tensão de ruptura à flexão antes e depois da queima entre 950 °C e 1350 °C; produzem barbotinas para colagem com teores de caulim razoavelmente altos; a alvura após queima é excelente; esses caulins são muito bons para Cerâmica Branca e também como carga para papel.

#### *Pegmatitos do Nordeste*

As referências (16-18) descrevem a região que contém caulins nos pegmatitos do Nordeste. As diferenças principais entre os pegmatitos caulinizados do Nordeste e aqueles do Sudeste é a ausência de haloisita-7Å tubular; todos os caulins são constituídos apenas por caulinita em cristais euédricos de perfil hexagonal, do tipo "bem cristalizado" ou com ordem no eixo  $b$  [19]. Um grupo de pegmatitos está sendo minerado no Estado da Paraíba ao Oeste de Campina Grande: o caulim extraído, após processamento, é vendido às Indústrias de Papel; Cerâmicas; Tintas e Inseticidas do Nordeste [20].

Pegmatitos caulinizados são encontrados na região Junco-Ecuador dentro da Série Precambriana Superior (Grupo Seridó). Os pegmatitos têm geralmente 6 a 8 metros de largura e tem a direção E-W; são minerados até uma profundidade máxima de 30 metros. Se o pegmatito apresentar um mergulho (dipping), a mineração é dificultada porque esteril rochoso deve ser removido. Os pegmatitos estão misturados em quartzitos: esse fato gera uma parede muito firme, especialmente quando é vertical. Um pouco ao Sul de Junco, o pegmatito de Massaranduba está sendo minerado para caulins para carga de papel e tintas. O pegmatito tem a espessura de 5,0 a 5,5 metros, direção E-W e pode ser delimitado para 600 metros; tem uma inclinação de 5°N. A matriz é bastante dura, porém tem um bom rendimento em caulim. A maioria dos pegmatitos na região são bastante homogêneos, mas ocasionalmente apresentam zoneamento. Caulinita formou-se pela alteração de feldspato-K nos pegmatitos; mica moscovita grossa, turmalina alterada em pequenas quantidades e, ocasionalmente, sericita esverdeada são componentes de caulins. A [Fig. 9](#) mostra a MET de caulim do Rio Grande do Norte.



*Figura 9: MET de caulim caulínico do Rio Grande do Norte.*

Comparados com os caulins do Sudeste, os caulins do Nordeste são de granulometria mais fina; lamelares (sem tubos) na morfologia do argilomineral constituinte e apresentam, o que é interessante, um teor maior "intrínseco" de ferro (na estrutura da caulinita?), que não diminui sua elevada alvura. São minerados caulins

que, naturalmente, apresentam alvura ISO de 85 ou mais. A maior dificuldade para produzir caulim no Nordeste é a falta de água de boa qualidade para o processamento industrial.

Por que é tão diferente a mineralogia e a morfologia dos argilominerais presentes nos caulins do Nordeste e do Sudeste?

A [Tabela I](#) apresenta uma comparação entre alguns fatores possíveis.

*Tabela I: Comparação entre caulins NE e SE derivados de pegmatitos (dados gerais)*

<i>FATOR</i>	<i>SE</i>	<i>NE</i>
Tipo de pegmatito	Pegmatitos zoneados	Zoneados/ Não-zoneados
Idade da rocha matriz	Precambriana	Precambriana
Rocha encaixante do pegmatito	Várias	Várias, especialmente quartzito
Profundidade de caulinização	Desconhecida	Desconhecida
Morfologia do argilomineral no caulim	Haloisita tubular + caulinita lamelar	Caulinita lamelar
Teor de ferro (% ponderal de Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,05 - 0,40	0,20 - 1,0
Teor de titânia (% TiO <sub>2</sub> )	0,00 - 0,10	0,02 - 0,10
Granulometria	Grosseira	Fina
Alvura (ISO)	Variável (78-84)	Variável (>85)
Mineralogia	Presença de gibsita	Ausência de gibsita

A ausência de haloisita (com morfologia tubular) nos caulins do NE é interessante de ser comentada, apesar de não se saber porque isso acontece. Os caulins do SE geralmente contêm teores elevados de haloisita tubular e são de uma granulometria muito maior em consequência disso. A presença de gibsita indica, talvez, que os pegmatitos do SE devem ter sofrido um maior grau de lixiviação dentro de um ambiente tropical de intemperismo do que os caulins do NE. Contudo, isso é pura especulação. Os caulins do NE são estritamente lamelares e não contêm tubos de haloisita-7Å do tipo C, o que lhes dá uma granulometria mais fina. Os pegmatitos apresentam alguns sinais de uma fase anterior de alteração com formação de sericita (mica moscovita finamente dividida) esverdeada que pode ser correlacionada a um evento hipogênico com intemperismo transformando os feldspatos em caulinita em uma etapa posterior. A circulação da água do lençol freático e as condições químicas locais podem também ter afetado o padrão observado nos caulins do NE. Se existiram algumas diferenças no controle paleográfico, elas necessitam ser melhor estudadas; entretanto, não há informação suficientemente detalhada nas áreas em consideração.

Qualquer que tenha sido a origem geológica dos caulins derivados de pegmatitos no Brasil, eles são e continuarão a ser uma importante fonte de matéria-prima para vários segmentos das Indústrias de Processamento Químico.

## CAULINS DERIVADOS DE ROCHAS GRANÍTICAS

As ocorrências conhecidas desses caulins estão restritas principalmente ao Sudeste do Brasil, especialmente ao Estado de S. Paulo ([Fig. 10](#)). O embasamento geológico consiste de granitos, migmatitos e gnaisses Precambrianos intensamente alterados. De um modo geral, os depósitos de caulim costumam ser pequenos e muito variáveis e não tem sido intensivamente minerados. Os caulins derivados da alteração de rochas do embasamento que foram chamadas "graníticas" neste artigo, são, na realidade, gnaisses, granitos e migmatitos metamórficos foliados. Os caulins contêm, geralmente, de 50 a 70% de haloisita-7Å do tipo C. Existem grandes variações na mineralogia, tanto lateral, como verticalmente no depósito, além de variações na composição química; esses fatos, infelizmente, tornam difícil a mineração desses caulins; além disso, o intemperismo laterítico nas rochas graníticas ricas em ferro faz com que muitos dos caulins adquiram uma coloração rósea até avermelhada, não-recomendável para um caulim. Os caulins produzidos, após processamento, são utilizados, na maioria, pelas Indústrias Cerâmicas, de Fibras de Vidro e como carga para papel, especialmente no Sudeste do Estado de S. Paulo.

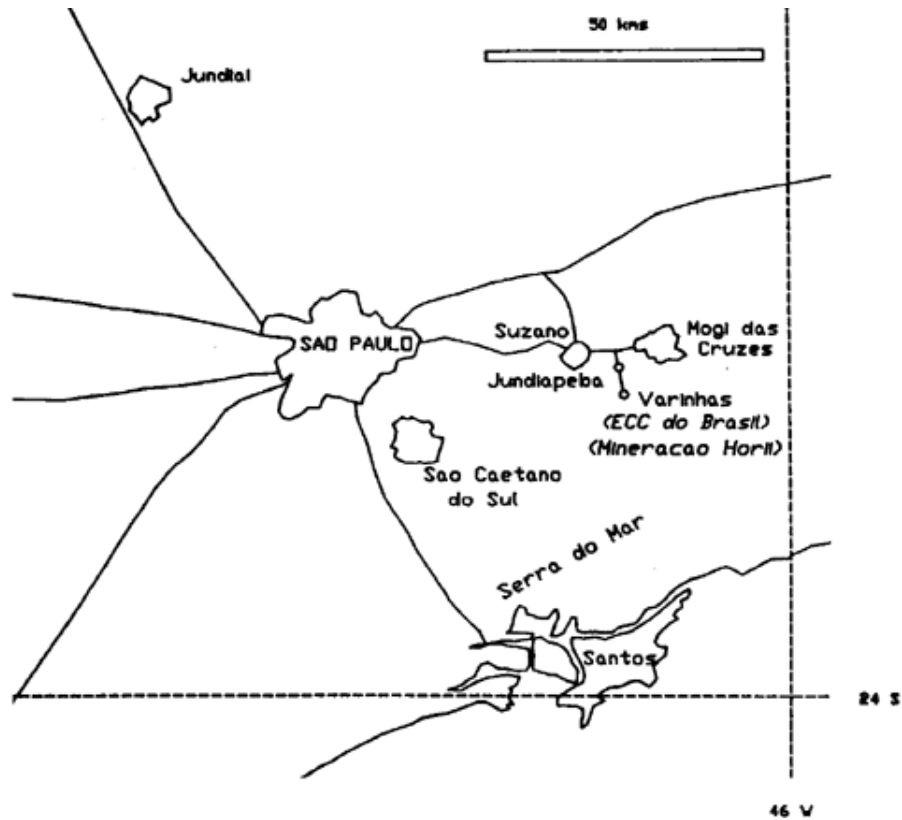
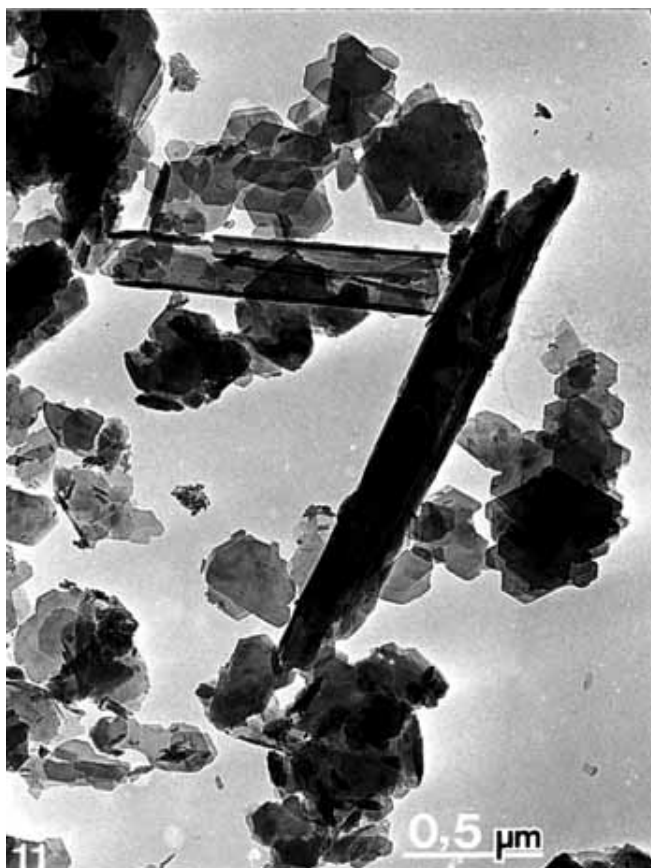


Figura 10: Ocorrências de caulins no Estado de S. Paulo.

#### Área de Embú-Guaçú

A área de Embú-Guaçú, no Sudoeste da cidade de S. Paulo (Fig. 10) tem um certo número de ocorrências de caulim dessa origem. Uma das mineradoras - a Mineração Mafalda (também conhecida como M.M., em homenagem ao seu fundador Sr. Mário Mingone) - extrai caulim de um gnaisse granítico caulinizado. Dentro da área, existem também xistos e rochas graníticas caulinizadas, com uma fase pegmatítica contendo berilo de cor azul-esverdeado. O caulim da área é de granulometria grossa, com 17 a 22% em peso acima de 10 micrometros e 20 a 30% abaixo de 2 micrometros em "corte" feito abaixo de 15 micrometros de diâmetro equivalente por sedimentação; a alvura ISO é muito variável devido aos diferentes teores de ferro ao longo da mina; o caulim, caracteristicamente, é muito baixo em teor de titânia. Os teores de  $Al_2O_3$  são da ordem de 40%, o que indica a presença de gibsita, fato esse que é confirmado por DRX. O exame por MET dos caulins revela a presença de tubos de haloisita-7Å do tipo C, muito grandes, alguns atingindo 6 micrometros de comprimento, os tubos de haloisita da região de Embu-Guaçú têm sido aqueles de maiores dimensões já encontrados no Brasil, fato esse que lhes confere algumas propriedades de grande interesse tecnológico.

A Fig. 11 mostra a MET de um caulim da região de Embu-guaçú, onde os grandes tubos de haloisita podem ser vistos.



*Figura 11: MET de caulim Haloisítico de Embu-Guaçu, S. Paulo.*

#### *Área de Piracaia*

A região de Piracaia, SP, é parte da Serra da Mantiqueira; um depósito de caulim ocorre na Fazenda Fortaleza: as rochas da região são feldspáticas, associadas a granitos e gnaisses graníticos. Alteração dessas rochas leva a um caulim constituído por caulinita + haloisita; areia quartzítica e granulometria fina e média e mica moscovita em pequenas plaquetas. Os caulins processados apresentam níveis elevados de ferro e de álcalis, devido aos microcristais de moscovita e de feldspato não-caulinizado.

#### *Área de Jundiapéba, Mogi das Cruzes*

A ECC do Brasil e Empresa de Mineração Horii ambas mineram depósitos adjacentes, um pouco ao Sul de Jundiapéba, Mogi das Cruzes. Horii está em produção por mais de 20 anos; inicialmente, fornecia as Indústrias de Cerâmica e de Fibras de Vidro e, mais recentemente, as Indústrias de Papel com caulim para carga; a produção atual é de cerca de 120.000 t/ano. A ECC do Brasil começou as operações em 1981 e fornece caulim para carga para Indústrias de Papel locais, com uma produção de 130.000 t/ano.

Geologicamente, a área consiste de rochas do Precambriano Inferior do Grupo de S. Roque. Na área da mina, as rochas têm uma foliação nítida que segue o comportamento regional das rochas do Grupo S. Roque (45° a 65° com um mergulho para o Sul). As rochas são gnaisses do tipo granítico foliados, migmatitos e micaxistos. Granitos intrusivos de granulação média, não-foliados, contendo turmalina estão presentes. Pegmatitos quartzíticos verticais, na direção Norte-Sul, deslocaram os gnaisses foliados. A mineralogia dos pegmatitos é quartzo-feldspato-mica moscovita e cristais de turmalina que esfrelam facilmente. A área foi toda pesquisada por sondagem e a profundidade de caulinizacão é de 30 a 40 metros, com o grau de caulinizacão decrescendo com a profundidade. Um corte típico do depósito é mostrado na [Fig. 12](#) A [Fig. 13](#) é uma MET do caulim de Jundiapéba, Mogi das Cruzes.

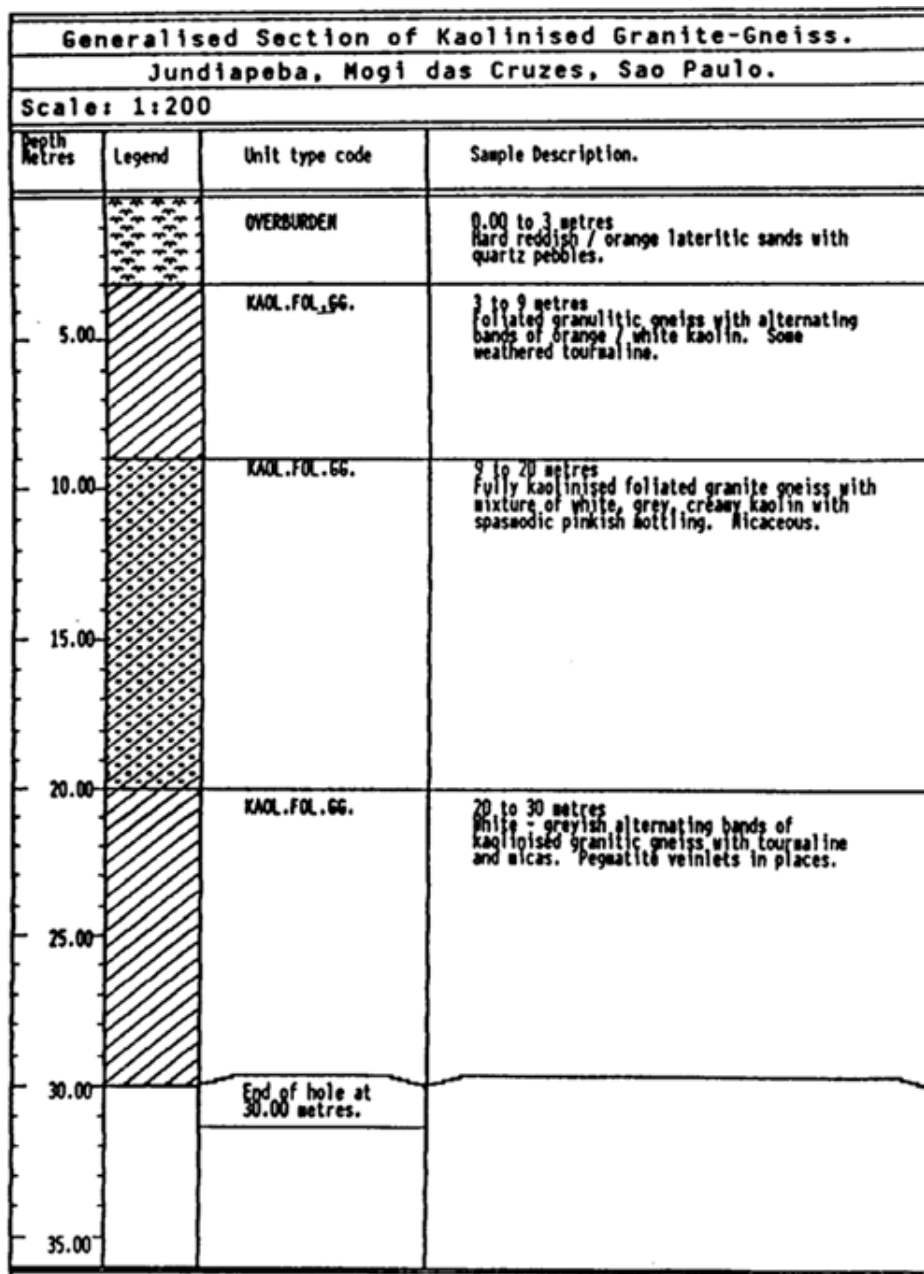
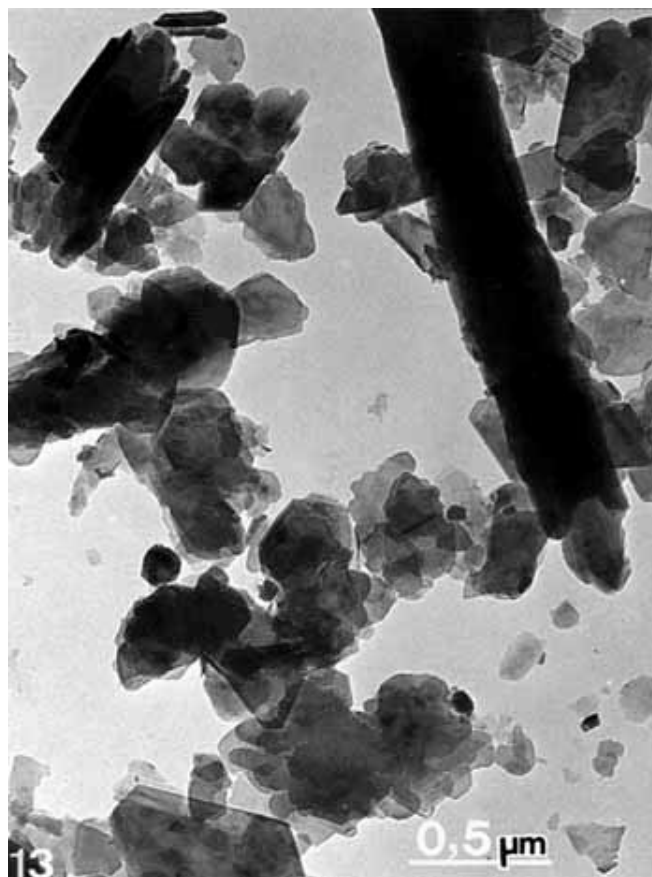


Figura 12: Corte típico da jazida de caulim de Jundiapéba, Mogi das Cruzes, S. Paulo.



*Figura 13: MET de caulim caulinítico de Jundiapéba, Mogi das Cruzes, São Paulo.*

A mineração é feita a céu aberto, em primeiro lugar desagregando a face da mina com um jato de água sob pressão; o caulim é disperso na água, formando uma barbotina, a qual é bombeada para as caixas de areia; nessas, a areia sedimenta e aí permanece. A barbotina sobrenadante, contendo o caulim e minerais residuais é então bombeada para uma unidade de processamento; as impurezas não-cauliníticas são separadas em hidrociclones e a barbotina contendo apenas o caulim é armazenada em um tanque; a barbotina é concentrada por espessamento, filtro-prensada; seca e pulverizada estando em condições para a comercialização. A maioria da produção, na forma de barbotinas, é enviada em caminhões-tanques aos consumidores.

Para uso em Cerâmica Branca, o caulim é de granulometria grossa, com tensão de ruptura e plasticidade baixas; de outro lado, apresenta uma concentração elevada de sólidos para barbotinas e tem uma boa velocidade de colagem. As propriedades cerâmicas após a queima variam com o nível do teor de ferro. A granulometria e demais propriedades cerâmicas desse caulim o tornam adequado para barbotinas de massas cerâmicas de mistura com "ball clays" de granulometria fina e elevada resistência mecânica [21, 22, 23].

O caulim para carga de papel sulfite produzido pela ECC do Brasil tem o nome de "Alphafill HB" e possui uma alvura ISO de 84 a 85; a granulometria é de 25% abaixo de 2 micrometros e 50% entre 10 e 15 micrometros. Esse caulim é muito grosso para os padrões europeus de um caulim para carga, mas encontrou uma ampla aceitação pelas fábricas de papel locais devido ao seu bom desempenho em uma grande variedade de tipos de papel; é vendido em barbotinas com 40% ou 55% em peso de sólidos.

A mineralogia do caulim varia com os diferentes níveis de refino ou de fracionamento granulométrico. O caulim de Mogi das Cruzes é constituído, essencialmente, por caulinita lamelar (praticamente não contém haloisita, como ocorre normalmente nos caulins de pegmatitos graníticos do Sudeste), com pequenos teores de mica moscovita; quartzo e feldspato; muito raramente ocorre gibsita. A [Tabela II](#) mostra a mineralogia de uma amostra típica de caulim de Mogi das Cruzes refinada a diferentes níveis de granulometria.

*Tabela II: Mineralogia do Caulim de Jundiapéba. Refinado a diversos níveis (% ponderal).*

Nível de refino (corte)	Abaixo de 150 meshes	Abaixo de 300 meshes	Abaixo de 30 $\mu\text{m}$	Abaixo de 15 $\mu\text{m}$	Abaixo de 5 $\mu\text{m}$
Caulinita	88	92	93	93	100
Mica	8	6	6	6	0
Moscovita					
Quartzo	4	2	1	1	0
Feldspato	0	0	0	0	0
K (*)					

(\*) Outras amostras podem mostrar a presença de 1 a 2% de feldspato na fração abaixo de 150 meshes

Os depósitos de caulim de Jundiapéba são hoje a fonte mais importante de caulim para carga de papel no Brasil e tiveram um aumento muito rápido nos últimos dez anos refletindo assim a expansão da Indústria de Papel regional.

#### Área de Perus e Parelheiros

Existem também outras minas de caulim em exploração nas regiões de Perus e de Parelheiros (ver [Fig. 10](#)).

#### CAULINS DERIVADOS DE ROCHAS VULCÂNICAS

Rochas vulcânicas caulinizadas são encontradas perto de S. Bento do Sul, Santa Catarina ([Fig. 14](#)). A região é parte da Serra do Mar, com uma altitude de 1100-1200 metros. Geologicamente, a área consiste de uma seqüência sedimentar Pré-Devoniana que se superpõe de forma discordante a gnaisses e migmatitos Precambrianos. A estratigrafia é complexa, mas existe na área dois tipos de rochas vulcânicas: (a) vulcânicas ácidas (riolitos fluidos; ignimbritos; breccias e aglomerados); (b) vulcânicas intermediárias (andesitos e dacitos).

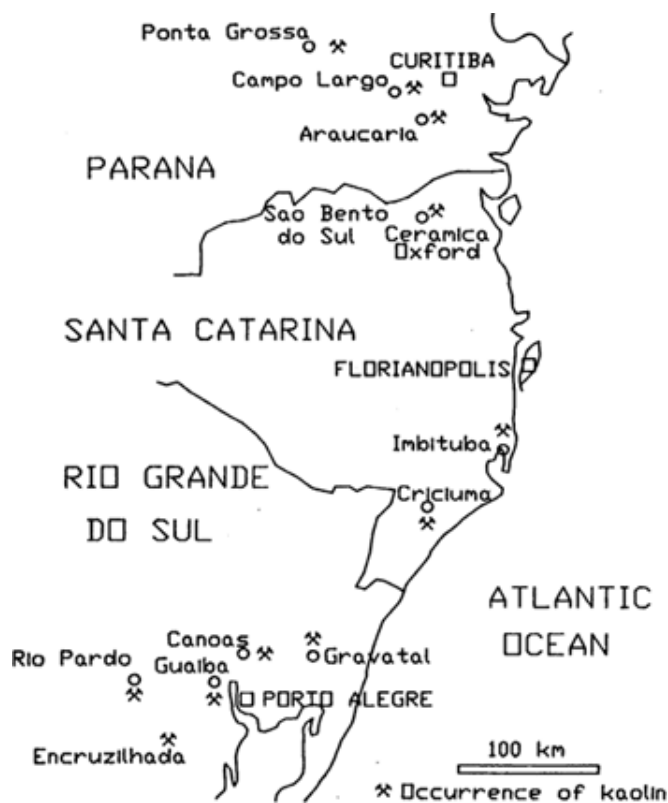


Figura 14: Região de rochas vulcânicas caulinizadas: S. Bento do Sul, Santa Catarina.



As principais áreas de caulinição foram formadas pela alteração de riolitos. Três áreas estão sendo exploradas: minas Turvo; Floresta e Kovalski. A mina Turvo está próxima às colinas gêmeas de Morros Agudinhos, que são "plugs" vulcânicos consistindo de aglomerados, isto é uma breccia vulcânica. As minas Turvo e Floresta parecem ser riolitos e ignimbritos caulinizados enquanto a mina Kovalski é um riolito fluido bandeado caulinado. As minas são operadas para a produção de caulim para Indústria Cerâmica Ical. Por ser uma rocha vulcânica cauliniçada, os caulins após processamento são muito finos. A granulometria dos caulins fracionados abaixo de 15 micrometros é, para a fração entre 2 e 5 micrometros, de 50% para Floresta e 38% para Turvo. O caulim da Kovalski é mais fino, o que talvez seja devido a diferentes rochas vulcânicas terem sido caulinizadas. Os caulins são muito brancos já nas minas, o que é ajudado pela reflexão da luz pelo quartzo de cor branca. Do ponto de vista químico, os caulins são altos em sílica; o teor de ferro é variável e o teor de titânia é elevado; o teor de álcalis é muito baixo. Mineralogicamente o caulim contém haloisita-7 Å tubular; caulinita lamelar em pilhas; quartzo e um pouco de anatásio.

O caulim Floresta, rico em haloisita-7Å, é muito bom para Cerâmica Branca; após queima, a resistência à flexão é boa e a alvura é elevada; permite a obtenção de barbotinas com alto teor de caulim. Em comparação, o caulim Turvo tem excelente alvura, após queima, porém é menos resistente e a barbotina um pouco mais viscosa. O caulim Kovalski assemelha-se ao Floresta, mas a resistência mecânica é menor.

A alvura desses caulins os tornaria muito bons para as Indústrias de Papel, porém a abrasividade elevada causada pelo quartzo finamente dividido os torna inadequados. São utilizados na fabricação de Louça Doméstica.

A caulinição na área é pontual e é geralmente restrita a regiões baixas onde deve ter havido circulação de água do lençol freático. A profundidade de caulinição é variável porém é pequena. A camada de esteril é pouco espessa.

### **CAULIM DERIVADO DE ANORTOSITO**

Caulins derivados de um corpo de anortosito são encontrados ao Oeste de Porto Alegre ([Fig. 15](#)). Geologicamente, a área consiste de migmatitos Precambrianos, granitos associados e o anortosito capibarita. O corpo de anortosito foi estudado em detalhe por Formoso [24]. O corpo é um feldspato-Ca que foi cauliniçado e que, no presente, está sendo minerado para as Indústrias de Borracha, Tinta, Cerâmica, Inseticidas e de Papel. Existem pequenas minas na área e produzem caulins que provêm de rochas caulinizadas brancas e cor-de-rosa. A mineração é feita manualmente para separar as duas cores que são empilhadas e processadas separadamente. Existe uma camada de esteril laterítico intensamente intemperizada, que em vários locais contamina hidróxido de ferro a rocha cauliniçada de cor branca. Mineralogicamente os caulins contêm tubos de haloisita-7Å do tipo C com 1 a 3 micrometros de comprimento e caulinita lamelar em pilhas de até 2 a 3 micrometros de diâmetro. A granulometria dos caulins é, geralmente, grossa, apesar do teor abaixo de 15 micrometros ser grande.

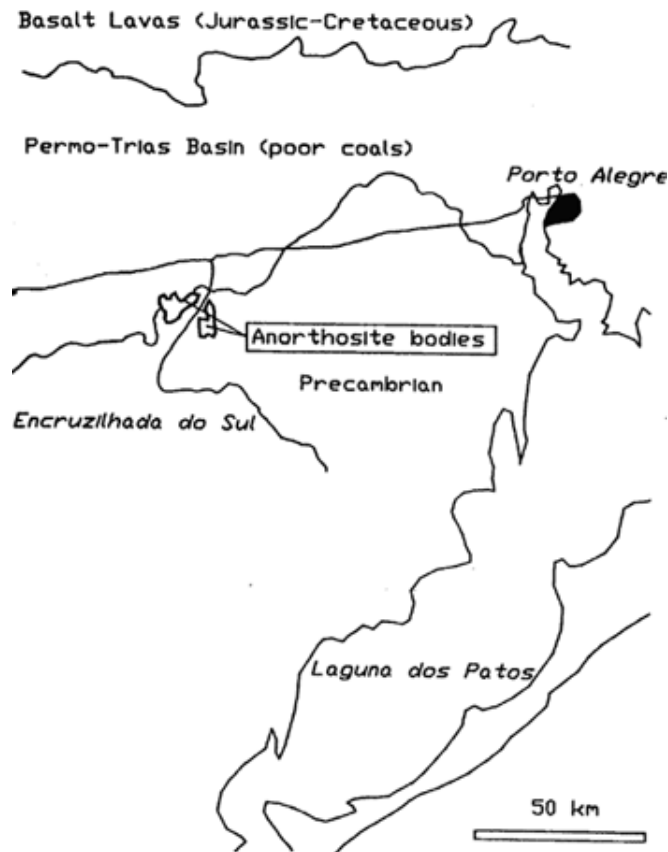


Figura 15: Região de anortosito caulinizado: Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul.

O caulim processado industrialmente pode produzir uma carga para papel com alvura ISO de 84,. Não servem para cobertura de papel devido às propriedades reológicas inadequadas das barbotinas. Para Cerâmica Branca, os caulins apresentam uma resistência mecânica média e propriedades de colagem de barbotinas muito boas; a alvura após a queima é boa, mas a plasticidade é baixa devido à granulometria grossa. Assim, a área oferece um bom potencial para as Indústrias de Cerâmica Branca.

## MINERALOGIA E GEOQUÍMICA DE CAULINS BRASILEIROS

Análises químicas e mineralógicas de alguns caulins brasileiros considerados anteriormente são apresentados na [Tabela III](#): elas estão divididas segundo os diversos tipos de depósitos descritos. Como as composições químicas e mineralógicas dos caulins variam de forma significativa com o nível de processamento, isto é, do fracionamento granulométrico havido, esse nível é apresentado na maioria dos casos. Algumas observações podem ser feitas:

### *Caulins Sedimentares*

Esses caulins, que estão sob os bauxitos da Bacia Amazônica, apresentam teores de ferro e titânia extremamente elevados em comparação com caulins de outros tipos de depósitos. Isso é, parcialmente, devido à concentração pelos processos de sedimentação dos minerais pesados, como os de titânia, das rochas originais. Não explica, contudo, os teores elevados de ferro que estão dentro da estrutura cristalina da caulinita (em substituição isomórfica). Os níveis de metais alcalinos é muito baixo, o que indica uma pureza mineralógica dos caulins especialmente quando processados para granulometrias baixas.

### *Caulins de Pegmatitos*

Os caulins haloisíticos de pegmatitos do Sudeste de Minas Gerais, quando não estão impregnados por compostos de ferro, possuem os teores mais baixos de ferro e titânio quando comparados com outros caulins brasileiros.

### *Caulins de Granitos*

Esses caulins possuem elevados teores de ferro, porém os teores de titânia são baixos. Os teores de metais alcalinos é muito variável e depende da intensidade de caulinização e das diferenças mineralógicas.

### *Caulins de Rochas Vulcânicas*

Esses caulins são extremamente ricos em quartzo finamente dividido, o que decorre da granulometria baixa das rochas matrizes. Os níveis de titânia são muito elevados e se aproximam daqueles dos caulins sedimentares.

### *Caulins de Anortosito*

Os níveis de ferro e titânia são semelhantes aos caulins de granitos. Sendo a rocha matriz um feldspato-Ca, é normal as presenças de pequenos teores de cálcio e magnésio nesses caulins, fato esse que não ocorre nos caulins de outras origens.

### *Elementos-Traço*

Alguns caulins brasileiros foram ensaiados para elementos-traço; os resultados estão na [Tabela IV](#). Os resultados são muito pouco para que se possa tirar conclusões seguras. Contudo, os caulins sedimentares sempre mostram a presença de vanádio, o que não ocorre nas demais amostras analisadas.

## **CONCLUSÕES**

O Brasil é hoje um grande produtor de caulim, quer para consumo interno, quer para exportação para os mercados internacionais [25]. Os depósitos sedimentares da Bacia Amazônica contêm grandes quantidades de caulins de alta qualidade, os quais com desenvolvimentos e infraestrutura adequados irão desempenhar um papel cada vez maior nos mercados mundiais. A ampla variedade de depósitos de caulins provenientes de ambientes geológicos diferentes e a cronologia que levou à sua formação irá continuar a ser um grande desafio aos industriais e pesquisadores universitários.

## **AGRADECIMENTOS:**

Os autores agradecem às várias empresas de mineração por permitirem acesso às instalações e propriedades. São particularmente gratos pela informação contida neste artigo fornecidas pelo Sr. Fumio Horii, Presidente da Mineração Horii e o Sr. Jan Bidwell, Gerente da ECC do Brasil Ltda. Agradecem particularmente a Mandy Gore e Simone Perche Toledo pela preparação de algumas Figuras e aos vários colegas pelas avaliações dos caulins.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] C. Pandolfo, "Bauxito, caulins e argilas na Amazônia", *Cerâmica* **25**, 109 (1979) 1. [ [Links](#) ]
- [2] H. H. Murray, P. Partridge, "Genesis of rio Jari kaolin", *Proc. Int. Clay Conf.* 1981; p. 279-281; Elsevier; Amsterdam; 1982. [ [Links](#) ]
- [3] V. Eisenlohr, "Caulim do rio Jari"- *Cerâmica* **26**(118); **25** (1980). [ [Links](#) ]
- [4] A. Halward, C. Sanchez, A. P. Oliveira, "Comparação entre algumas propriedades físico-químicas do caulim Amazon 88 e outros caulins" *Rev. Bras. Tec.* **8** (1977) 83. [ [Links](#) ]
- [5] M. J. Almeida, "Caulim CADAM no revestimento" *O Papel* (Fev. 1987) 57. [ [Links](#) ]
- [6] N. E. Moeri, W. T. Hennies, F. J. Coura "Geological model and computer control for planning and operating the Jari kaolin mine, Morro do Felipe, Brazil" 13th World Mining Congress, Stockholm, 1987. [ [Links](#) ]
- [7] G. Paiva "Províncias pegmatíticas do Brasil" *Boletim nº 78 do DNPM-MME*, Rio de Janeiro, RJ, 1946. [ [Links](#) ]
- [8] P. Souza Santos, H. Souza Santos, "Presença de haloisita - 4H<sub>2</sub>O em caulins primários brasileiros", *Cerâmica* **14**, 68 (1968) 53. [ [Links](#) ]
- [9] P. Souza Santos, H. Souza Santos, "Estudos sobre a composição mineralógica de caulins primários e secundários brasileiros" *Cerâmica* **15**, 57-58 (1969) 21. [ [Links](#) ]

- [10] T. W. Campos, H. Souza Santos "Estudos de caulins brasileiros por microscopia eletrônica de transmissão", *Cerâmica* **32**, 203 (1986) 355. [ [Links](#) ]
- [11] P. K. Kiyohara, P. Souza Santos, "Estudos por microscopia eletrônica de varredura sobre a forma de ocorrência de haloisita em caulins brasileiros" *Cerâmica* **33**, 215 (1987) 246. [ [Links](#) ]
- [12] P. Souza Santos, *Ciência e Tecnologia de Argilas*, 2ª Ed., S. Paulo, Edgard Blücher, 1992. [ [Links](#) ]
- [13] P. Souza Santos, "The use of clay particle morphology studies to characterize industrial clay deposits; examples from Brazil", *Clay Minerals* **28** (1993) 539. [ [Links](#) ]
- [14] G. W. Brindley, P. Souza Santos, H. Souza Santos, "Mineralogical studies of kaolinite-halloysite clays. I - Identification problems", *Amer. Miner.* **48**, (1963) 897. [ [Links](#) ]
- [15] P. Souza Santos, G. W. Brindley, H. Souza Santos, "Mineralogical studies of kaolinite-halloysite clays. II - Some Brazilian kaolins", *Amer. Miner.* **49**, (1964) 1543. [ [Links](#) ]
- [16] S. C. Almeida, W. D. Johnston Jr., O. H. Leonardos, E. P. Scorza "The beryl/tantalite/ cassiterite bearing pegmatites of Paraíba and Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil" *Economic Geology* **39**, 3 (1944) 206. [ [Links](#) ]
- [17] P. R. Roy, O. Dottin, H. L. Madon, "Estudo dos pegmatitos do Rio Grande do Norte e da Paraíba", *Série Geológica* nº 1, Divisão de Geologia, DRN-SUDENE, Recife, Brasil, 1964. [ [Links](#) ]
- [18] E. H. R. D. Silva, "Caulim no Nordeste", Divisão de Geologia, DRN-SUDENE, Recife, Brasil, 1973. [ [Links](#) ]
- [19] P. Souza Santos, H. Souza Santos e H. C. Ferreira, "Microscopia eletrônica de caulins dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte", *Ciência e Cultura* **26**, 6 (1974) 581. [ [Links](#) ]
- [20] A. R. Ribeiro Filho, "A industrialização do caulim no Nordeste do Brasil", *Geologia e Metalurgia* **40**, (1976) 356. [ [Links](#) ]
- [21] A. Amaraante, L. M. Neves, J. Pierro, "Caulim Horii de Mogi das Cruzes, SP, como padrão", *Cerâmica* **27**, 138 (1981) 219. [ [Links](#) ]
- [22] I. R. Wilson, P. Souza Santos, "Propriedades para Cerâmica Branca do Caulim de Mogi das Cruzes", *Cerâmica* **28**, 147 (1982) 109. [ [Links](#) ]
- [23] I. R. Wilson, P. Souza Santos, "Properties of the china clay from Varinhas, Mogi das Cruzes, SP, Brazil", *Proc. Int. Clay Conf., Bologna, Italy*, **1**, (1982) 11. [ [Links](#) ]
- [24] F. B. Angeleri, P. Souza Santos, H. Souza Santos, "Característicos físico-químicos e cerâmicos de caulins e argilas usados na Indústria Cerâmica de S. Paulo. VII - Caulins creme-amarelados de Parelheiros, Estado de S. Paulo", *Cerâmica* **9**, 36 (1963) 19;. [ [Links](#) ] M. L. L. Formoso, "Aspectos geológicos dos caulins e argilas do Rio Grande do Sul", *Cerâmica* **12**, (1966) 132. [ [Links](#) ]
- [25] H. Souza Santos, "Microscopia eletrônica de caulins e argilas brasileiros na Indústria Cerâmica", *Cerâmica* **12**, 47/48 (1966) 173. [ [Links](#) ]
- [26] I. R. Wilson, "Constituição, avaliação e propriedades cerâmicas de caulins de alta qualidade", *Cerâmica* **41**, 270 (1995) 81. [ [Links](#) ]

(\* ) *Apresentado em parte, como poster sob o título "Geological Environment of Brazilian Kaolins" ao 37º Congresso de Cerâmica, em Curitiba, PR, Maio de 1993. Ver resumo em Cerâmica 39(261), 33(1993). Parte foi apresentada na "10th International Clay Conference", Adelaide, Austrália, Julho de 1993. Ver em "Abstracts". pg. 0-42: AIPEA.*

(\*\*) *Este depósito é descrito no Resumo intitulado "The Geology of Kaolin of the Capim River", de autoria do Dr. Carlos Alberto S. Alves, da Pará Pigments S.A., Brasil; foi apresentado no "1995 Spring Meeting-Industrial Applications of Clays", organizado pelo Clay Minerals Group da Mineralogical Society of U.K. (Secretary-General: Dr. Ian R. Wilson).*



All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution License](#)

**CCTM-IPEN**  
**C.P. 11049**  
**05422-970 S. Paulo, SP, Brasil**  
**Tel. (55 11) 3133-9203**

 e-Mail  
[ceramica@ipen.br](mailto:ceramica@ipen.br)