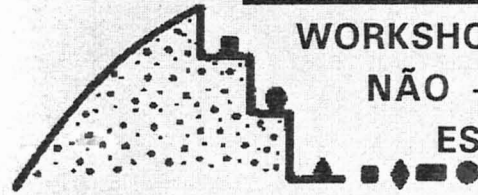


879042



**WORKSHOP: RECURSOS MINERAIS
NÃO - METÁLICOS PARA O
ESTADO DE SÃO PAULO**

São Paulo, 25 e 26 maio 1994

Resumos Expandidos

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA



NÚCLEO SÃO PAULO



553.098161
W926r
1994



O Serviço Geológico do Brasil



syms = 0879042

GEOLOGIA E ASPECTOS TECNOLÓGICOS DAS ARGILAS ESMECTÍTICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Claudio Riccomini ⁽¹⁾

Armando Márcio Coimbra ⁽¹⁾

Max Brandt Neto ⁽²⁾

Lucy Gomes Sant'Anna ⁽³⁾

1 INTRODUÇÃO

As principais ocorrências de argilas esmectíticas no Estado de São Paulo estão presentes nos sedimentos paleozóicos e mesozóicos da Bacia do Paraná, na sua cobertura suprabasáltica de idade cretácea superior, correspondente à Bacia Bauru, e nas bacias tectônicas terciárias do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, sendo estas últimas, no momento, as únicas de reconhecida importância econômica. Ocorrem também associadas a processos hidrotermais, de idades variadas.

Este trabalho procura integrar os dados mineralógicos, químicos e sedimentológicos disponíveis sobre as argilas esmectíticas do Estado de São Paulo, à luz das novas concepções estratigráficas e tectônicas para a região, bem como abordar os eventuais condicionantes geológicos do uso industrial desses materiais.

Naturalmente, certa ênfase é dada aos depósitos de interesse econômico, sobre os quais vêm sendo concentrados os estudos.

2 ASPECTOS MINERALÓGICOS DAS ARGILAS ESMECTÍTICAS

Embora para a cristalização de argilominerais do grupo da esmectita sejam necessárias condições específicas, como a baixa ação lixiviante das soluções percolantes com alta concentração de cátions, estas estão presentes em diferentes ambientes geológicos, quais sejam perfis de solos, corpos aquosos de caráter básico, porções

(1) DPE - IGUSP/ Pesquisador Bolsista do CNPq; (2) IBILCE - UNESP/ São José do Rio Preto;

(3) Pós-Graduação DMP - IGUSP/Bolsista da FAPESP

distais de alteração hidrotermal e em depressões próximas a ambientes vulcânicos, com acumulação de cinzas, tufos ou vidro, posteriormente alterados por águas de origens diversas (hidrotermais, intempéricas ou bacinais).

Dentre as espécies do grupo da esmectita, a montmorillonita é a mais abundante e a de maior aproveitamento industrial, devido ao seu caráter dioctaédrico e aos cátions interlamelares que absorve.

São conhecidos dois tipos principais de argilas montmorilloníticas de emprego tecnológico, sendo eles a bentonita (sódica) e a *terra-fuller* (cálcica), utilizadas, principalmente, na indústria petrolífera, siderúrgica, alimentícia, farmacêutica, cerâmica, construção civil, etc., desempenhando as funções de aglomerantes, decorantes, impermeabilizantes, espessantes, estabilizantes, dessecantes ou retenedores de umidade.

3 GEOLOGIA DAS OCORRÊNCIAS

Ocorrências de origem hidrotermal

As ocorrências de argilas esmectíticas de origem hidrotermal, consideradas até o momento meras curiosidades geológicas, são reconhecidas em fraturas nas rochas graníticas de idade proterozóica de Perus, Município de São Paulo, onde ocorre a espécie saponita (D. Atencio, informação verbal), nos Granitóides Alcalinos de Mandira, de idade eopaleozóica, da região de Cananéia (Riccomini & Crósta 1988) e ao longo de falhas cenozóicas da borda norte da Bacia de Taubaté, na região de Caçapava. Na Bacia do Paraná, merecem referência as esmectitas associadas com palygorskitas, constituintes essenciais dos denominados "basaltos leves" (Formação Serra Geral, Cretáceo Inferior), de baixa densidade, presentes nas regiões das usinas hidrelétricas de Água Vermelha (Goulart & Frazão 1977) e Porto Primavera, aqui interpretadas como de origem intempérica (Abreu *et al.* 1993), sendo mais provável, entretanto, a hipótese alternativa de origem hidrotermal, bem como as nontronitas presentes nos contatos entre rochas intrusivas desta mesma formação e os arenitos das formações Pirambóia e Botucatu (Coimbra & Riccomini 1994).

Bacia do Paraná

Em subsuperfície, as esmectitas ocorrem em praticamente todas as unidades neopaleozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo (Ramos & Formoso 1975).

Na região de Franca, localidades de Serra da Faquinha, Restinga e Pedregulho, as argilas esmectíticas foram estudadas por Del Monte *et al.* (1988), Cabral Jr. *et al.* (1992) e Tanno *et al.* (1992). São argilas de duas origens distintas, uma delas residual, associada à alteração de basaltos da Formação Serra Geral, sendo composta por nontronitas, e a outra sedimentar, com contribuição vulcânica (cineritos). Neste último ambiente, correspondente à Unidade Franca (Cabral JR. *et al.* 1992), intercalada nos basaltos, estas argilas apresentam-se como finas placas com bordos arqueados de origem detrítica e com aspecto esponjoso, semelhante a "favos de mel", indicando, neste caso, sua origem autigênica (Tanno *et al.* 1992). Apresentam cor rosa clara a creme, tendo sido caracterizadas por Zandonadi (1972) como nontronitas, da série nontronita-beidellita, com base na difração de raios X, ATD, MEV e análises químicas.

Bacia Bauru

As ocorrências de argilas esmectíticas com maior expressão correspondem aos depósitos de lagoas alcalinas, efêmeras, enfeixados na Formação Adamantina (Grupo Bauru). No Vale do Rio do Peixe, entre Marília e Echaporã, estas argilas foram caracterizadas por Paiva Netto & Nascimento (1957), que constataram a presença de argilominerais do grupo das hormitas (palygorskita) e quantidades subordinadas de montmorillonita.

No Grupo Caiuá, as argilas esmectíticas estão presentes em todos os depósitos, geralmente como cimento, em freqüente associação com carbonatos (calcretes nodulares ou cimento nos arenitos) e palygorskita. Baseados em dados de microscopia eletrônica de varredura (MEV), Fernandes *et al.* (no prelo) verificaram o caráter essencialmente autigênico dessas argilas.

Rift Continental do Sudeste do Brasil

Os depósitos continentais de idade paleogênica das formações Resende e Tremembé, presentes nas bacias de Taubaté e São Paulo (Riccomini 1989, Brandt Neto *et al.* 1991), são as principais unidades portadoras de argilominerais do grupo da esmectita no Estado de São Paulo. A composição química, rica em Fe, Mg e Ca e deficiente em Na, permitiu a Paiva Netto & Nascimento (1956) classificarem estas esmectitas como nontronitas.

Nas décadas de 60 e 70, foram intensificados os estudos de caracterização mineralógica e tecnológica de amostras de argilas da Formação Tremembé (Souza Santos 1963, Souza Santos & Santini 1965, Zandonadi *et al.* 1970, Zandonadi 1972, 1974, Cavazoni 1974, entre outros). Estas pesquisas, de modo geral, revelaram mineralogia composta por argilominerais interestratificados, illita-montmorillonita, e esmectíticos da espécie montmorillonita, estando presentes também a caulinita, mica e illita.

Com base em dados de MEV, Riccomini (1989) e Brandt Neto *et al.* (1991) verificaram que as esmectitas (associadas a mica, caulinita, clorita, quartzo, dolomita, pirita e gipsita) das formações Resende e Tremembé são de dois tipos genéticos: placas delgadas de esmectita com bordas arqueadas, de origem detrítica, e esmectita associada a camadas de calcarete, as quais são de origem autigênica e ocorrem como flocos com arranjos semelhantes a "pés-de-alface". A autigênese estaria ligada à liberação da sílica pelo ataque superficial de grãos de quartzo por águas carbonatadas, reagindo com a esmectita detrítica e formando arranjo neoforado, com posterior precipitação de calcita cristalina intersticial.

Do ponto de vista geológico, fica prejudicada a classificação destas argilas esmectíticas como bentonitas, uma vez que sua composição é nontronítica e não montmorillonítica e sua gênese desvinculada da alteração de cinzas vulcânicas, mas sim relacionada a processos estritamente sedimentares (Riccomini 1989), embora Souza Santos (1975, 1989) coloque que a classificação destas argilas esmectíticas como bentoníticas poderia ser efetuada independentemente da definição geológica original de Ross & Shannon (1926 *apud* Kirsh 1972), desde que o desempenho tecnológico do material seja coerente com aquele das bentonitas verdadeiras.

4 ASPECTOS TECNOLÓGICOS DAS ARGILAS ESMECTÍTICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO E SEUS USOS INDUSTRIAIS

Os ensaios de caracterização tecnológica das argilas esmectíticas do Estado de São Paulo foram até o momento concentrados na Formação Tremembé da Bacia de Taubaté, existindo dados ainda preliminares sobre a Unidade Franca. Tais ensaios normalmente referem-se à determinação da viscosidade e rendimento para fluidos tixotrópicos, resistência mecânica (tensão de ruptura e resistência à compressão) e permeabilidade para agentes aglomerantes, ensaios de descoramento por diversos métodos para uso como agentes descorantes de óleos vegetais e minerais, entre outros.

Para as argilas da Unidade Franca, Zandonadi (1972) destacou a possibilidade de emprego como fluido tixotrópico e agentes aglomerante ou descorante. No entanto, Tanno *et al.* (1992) salientam que ambos os tipos esmectíticos da região de Franca, devido ao seu baixo rendimento, não podem ser empregados em seu estado natural e moído abaixo de 200 mesh.

Os estudos realizados sobre as esmectitas da Formação Tremembé permitiram classificar estes materiais como *terras-fuller*, com poder descorante natural (Souza Santos 1963), porém de baixo rendimento (Souza Santos 1989), sendo que Zandonadi (1972) coloca a improbabilidade de outros usos para estes materiais, além do emprego como agentes descorantes de óleos vegetais.

A resposta para o baixo rendimento das argilas esmectíticas do Vale do Rio Paraíba do Sul, em diversos empregos tecnológicos, está na sua origem principalmente detrítica e conseqüentemente sua maior cristalinidade. Esta estrutura cristalina mais estável e melhor desenvolvida, mantida por ligações químicas mais fortes e com menor déficit de cargas elétricas, permitiu que a esmectita fosse removida das áreas-fonte e transportada até a bacia sedimentar. Se estes argilominerais apresentassem originalmente baixa cristalinidade, os processos sedimentares teriam causado sua destruição.

Nota-se que as esmectitas da Formação Tremembé são as mais exploradas e as que apresentam melhor desempenho tecnológico, ao contrário daquelas pertencentes à Formação Resende. Isto é devido, além de sua maior pureza, à abundância em esmectita detrítica nos lamitos da Formação Resende, os quais ocorrem, certamente,

mais próximos da área-fonte. Na Formação Tremembé tem-se a neoformação de argilominerais esmectíticos e alteração das esmectitas detríticas pelas águas alcalinas do lago, que causaram modificações nas estruturas cristalinas menos desenvolvidas, com cargas elétricas não balanceadas, apresentando então maior inchamento e capacidade para trocas catiônicas.

Nota-se também que são empregadas para fins industriais argilas de níveis alterados da Formação Tremembé, descritos na literatura como argilas vermelhas do Vale do Paraíba. A exemplo da Formação Resende, os processos intempéricos mudam significativamente a mineralogia do sedimento, de modo que a mistura de amostras frescas, com esmectita, e alteradas, com proporções e cristalinidades variadas deste mineral, originam produtos tecnológicos de difícil controle de produção e qualidade.

Atualmente, as argilas esmectíticas da Formação Tremembé, exploradas na região de Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba, destinam-se à indústria química, especificamente no descoramento/recuperação de óleos industriais, como aglomerante em moldes de fundição, agente higroscópico (antiaglomerante) em fertilizantes, clarificantes de óleos e gorduras na fabricação de sabonetes, impermeabilizantes na produção de tintas e vernizes. Também estão sendo empregadas na indústria da madeira para fabricação de chapas isolantes e na indústria alimentícia para clareamento de óleos comestíveis. O material apresenta como especificações 4% de retenção na peneira de 140 mesh, pH igual a 4,0 e umidade máxima de 10% (Ruiz & Neves 1990). Estas argilas são normalmente misturadas a produtos importados de melhor rendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.E.S.; TOLEDO-GROKE, M.C.; MARQUES, J.D. 1993. Estudo do "basalto leve" de Porto Primavera. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA USP/CNPq, 1, São Paulo, 1993. *Programa e Resumos*. São Paulo, Universidade de São Paulo, p.PB-09.
- BRANDT NETO, M.; RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M.; MATOS, S.L.F. 1991. Argilominerais da Bacia de Taubaté. *Bol. IG-USP, Publicação Especial*, 9:111-115.

- CABRAL Jr., M.; MOTTA, J.F.M.; TANNO, L.C.; HELLMMEISTER Jr., Z.; COIMBRA, A.M. 1992. Revisão estratigráfica do nordeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2, Rio Claro. *Resumos Expandidos*. Rio Claro, UNESP, p.134-136.

- CAVAZONI, J.C.Z. 1974. Estudo da capacidade de troca de cátions totais em argilas montmorilloníticas por meio de traçadores radioativos. *Cerâmica*, 20(80):333-398.

- COIMBRA, A.M. & RICCOMINI, C. 1994. *Geologia das ocorrências minerais não-metálicas de origem sedimentar do Estado de São Paulo*. (neste evento).

- DEL MONTE, E.; SILVA, R.B.; SAAD, A.R. 1988. Ocorrências de argilas bentoníticas e aluminosas da região de Franca, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém. *Anais*. Belém, SBG, v.1, p.227-241.

- FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M.; GESICKI, A.L.D.; BRANDT NETO, M. Argilominerais e evolução diagenética do Grupo Caiuá. *Rev. Bras. Geoc.* (no prelo).

- GOULART, E.P. & FRAZÃO, E.B. 1977. Nota sobre ocorrência de palygorskita em basalto da região da Usina de Água Vermelha, São Paulo e Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1, São Paulo. *Atas*. São Paulo, SBG/SP, p.404-423.

- KIRSH, H. 1972. *Mineralogia aplicada*. São Paulo, Polígono/EDUSP, 291p.

- PAIVA NETTO, J.E. & NASCIMENTO, A.C. 1956. Argilas bentoníticas no terciário do Vale do Paraíba. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 5(1):5-15.

- PAIVA NETTO, J.E. & NASCIMENTO, A.C. 1957. Minerais de argila do Arenito Bauru (Cretáceo) do Estado de São Paulo. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 6(2):21-35.

- RAMOS, A.N. & FORMOSO, M.L.L. 1975. Argilominerais das rochas sedimentares da Bacia do Paraná. *Ciência, Técnica, Petróleo; Seção Exploração de Petróleo*, 9:46p

RICCOMINI, C. 1989. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo, 256p. (Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).

RICCOMINI, C. & CRÓSTA, A.P. (1988) Análise preliminar de lineamentos em imagens de sensores remotos aplicada à prospecção mineral na área dos Granitóides Mandira, SP. *Bol. IG-USP, Série Científica*, 19:23-37.

RUIZ, M.S. & NEVES, M.R., coord. 1990. *Mercado produtor mineral do Estado de São Paulo: levantamento e análise*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A, 188p. (Publicação IPT nº 1822).

SOUZA SANTOS, P. 1963. Análise térmica diferencial de argilas descorantes. *Bol. Téc. PETROBRÁS*, 6(2): 117-174.

SOUZA SANTOS, P. 1975. *Tecnologia de argilas*. São Paulo, Edgard Blücher, v.1, 340p.

SOUZA SANTOS, P. 1989. *Ciência e tecnologia de argilas*. São Paulo, Edgard Blücher, v.1, 408p.

SOUZA SANTOS, P. & SANTINI, P. 1965. Ocorrências de argilas montmoriloníticas no Brasil. *Cerâmica*, 21(44):36-64.

TANNO, L.C.; CABRAL Jr., M.; MOTTA, J.F.M.; HELLMMEISTER Jr., Z. 1992. Tipologia dos depósitos de argilas esmectíticas da região de Franca, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo. *Resumos Expandidos*. São Paulo, SBG/SP, v.2, p.13.

ZANDONADI, A.R. 1972. *Estudo tecnológico de argilas nontroníticas brasileiras*. São Paulo, 137p. (Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo).

ZANDONADI, A.R. 1974. Estudos recentes de argilas montmoriloníticas realizados no Instituto de Pesquisas tecnológicas de São Paulo. *Cerâmica*, 20(77):77-95.

ZANDONADI, A.R.; SOUZA SANTOS, P.; LOURENÇO, O.B. 1970. Ensaios preliminares de laboratório de argilas montmoriloníticas visando a utilização industrial. *Cerâmica*, 16(64):263-303.

GEOLOGIA E CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DAS AREIAS INDUSTRIAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO - RESUMO

Noedir Nava ⁽¹⁾

1 INTRODUÇÃO

Areia é um bem mineral de grande consumo no mundo todo devido a:

- É abundante, implicando na maior possibilidade de ocorrer próximo aos centros consumidores, com menores custos de frete.
- Normalmente já se apresenta na forma granular podendo dispensar o uso de explosivos na lavra, e operações de britagem e moagem no beneficiamento.
- É de baixo custo em relação a outros insumos minerais.
- Possui características químicas e físicas indispensáveis a determinadas aplicações, que são insubstituíveis por outras matérias primas minerais de forma econômica.
- Tem aplicações bastante diversificadas, algumas bastante nobres.

2 DEFINIÇÃO

Apesar do termo areia ter basicamente uma conotação granulométrica, de modo amplo e popular, principalmente na indústria consumidora, apresenta significado textural, granulométrico e mineralógico definido, representando "uma massa mineral inconsolidada de alto teor em sílica, constituída de grãos de tamanhos definidos e compostos predominantemente de quartzo, os quais tem forma e textura superficial que podem variar amplamente".

Sob a denominação de areia industrial, isto é, areia beneficiada para uso como insumo mineral pelas indústrias, além das areias de quartzo, inclui-se também outros materiais minerais granulares normalmente usados em aplicações especiais, é o caso

(1) MINERAÇÃO JUNDU S/A