

HALOISITA NO EMBASAMENTO CRISTALINO ALTERADO DE SALVADOR (BA)

SHIGUEMI FUJIMORI*

ABSTRACT The granulitic deeply weathered rocks of Salvador present original fractures filled by endellite (halloysite $4H_2O$) and halloysite $2H_2O$, with 20-25% of the former mineral. However kaolinite is the predominant clay mineral of the weathered granulites. The fractures and shear zones that continue down to the unweathered granulites are not filled by any material so that weathering under favorable climatic conditions around Salvador is the responsible for the origin of the halloysite.

INTRODUÇÃO Os argilominerais do grupo da caulinita abrangem os minerais caulinita, dickita, nacrita, haloisita, principalmente. A haloisita se apresenta nas formas haloisita $4H_2O$ e haloisita $2H_2O$, sendo que o primeiro mineral é chamado também de endelita ou haloisita hidratada, e a outra, de meta-haloisita. A caulinita e a haloisita observadas no microscópio eletrônico apresentam-se em placas hexagonais e em formas tubulares, respectivamente.

A maneira como ocorrem a caulinita e a haloisita é muito variável. As rochas quartzo-feldspáticas, profundamente intemperizadas, dos arredores de Salvador, apresentam tanto a haloisita como a caulinita, com predominância desta última.

GEOLOGIA GERAL A Cidade Alta do Salvador localiza-se sobre rochas do embasamento cristalino, constituído de granulitos e metabasitos do Pré-Cambriano, cortados por diques e veios de pegmatitos, aplitos e diabásios (Fujimori, 1968). Constituem a borda oriental da bacia sedimentar do Recôncavo e separadas desta pela falha de Salvador, de direção NNE. As rochas do embasamento cristalino estão muito fraturadas e cisalhadas em várias direções, destacando-se, na região, as seguintes orientações: $N10^\circ$ a $20^\circ E$, $N60W$, $N80W$, $N60E$, todas com mergulho próximo da vertical.

Essas rochas cristalinas estão cobertas por sedimentos terciários, denominados genericamente de Barreiras, cuja superfície de contato ondulada em torno de Salvador está, em média, 60-65 m sobre o nível do mar. Nas proximidades do mar, esses sedimentos de cobertura foram totalmente erodidos.

Os sedimentos Barreiras são constituídos de conglomerados e areias argilosas de cor esbranquiçada a rosada, e também de níveis argilosos de cores variegadas. Os conglomerados são de pequena expressão e estão na base do Barreiras, principalmente nas depressões topográficas do embasamento cristalino (Fig. 1). São, portanto, níveis muito locais e de pequena espessura, da ordem de 15 a 20 cm, e constituídos de seixos totalmente alterados de rochas quartzo-feldspáticas subjacentes.

O tamanho predominante desses seixos é da ordem de 5 a 10 cm. Esses seixos aparecem também dispersos nos níveis arenosos conglomeráticos superiores.

Os níveis arenosos do Barreiras são de areia média a grossa, argilosos, seleção granulométrica baixa, subangulares e subarredondados, tendo seus grãos uma textura superficial geralmente fosca. Apresentam, na parte inferior, próximo às rochas do embasamento, níveis conglomeráticos com seixos de quartzo leitoso e fragmentos decimétricos de gra-

*Instituto de Geociências da UFBA (Salvador, BA)

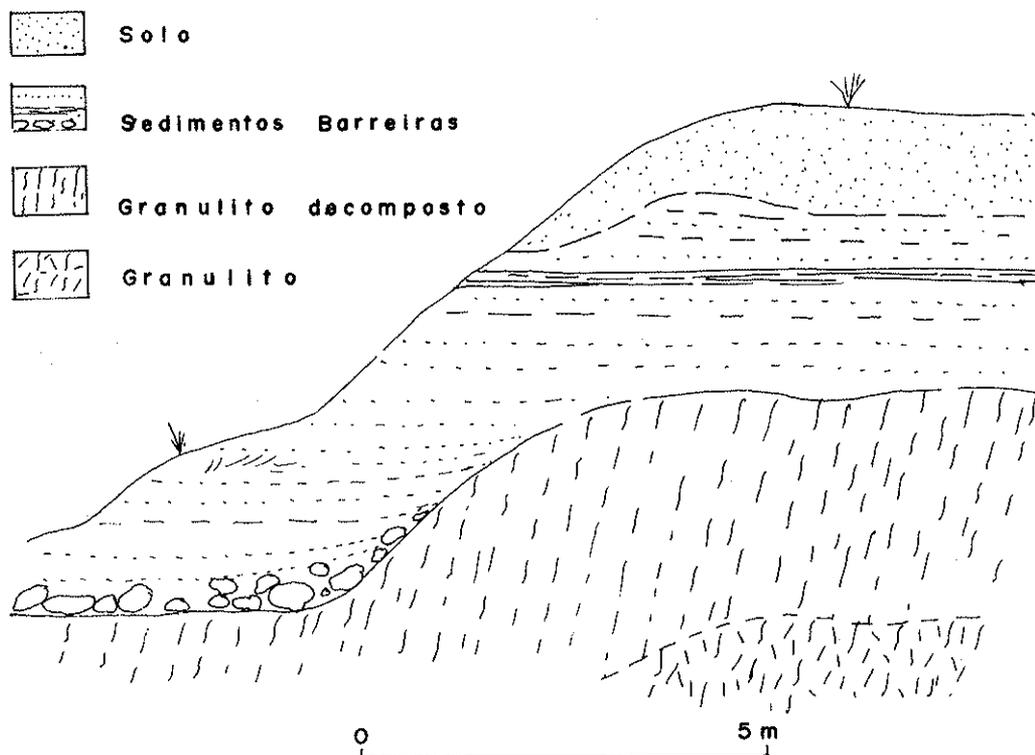


Figura 1 — Sedimentos barreiras sobre granulitos

nulitos completamente decompostos. Essa decomposição dos fragmentos produz um agregado muito branco de argila e quartzo.

Níveis argilosos com laminação de espessura muito variável, mas raramente atingindo 1,5 a 2,0 m, estão intercalados nos sedimentos arenosos do Grupo Barreiras. Os níveis delgados centimétricos estão muitas vezes interrompidos em pequenos fragmentos na forma de *clay gall*. Uma das camadas de argila muito proeminente, cuja espessura atinge 1,5 m, tem uma continuidade lateral persistente e aparece aproximadamente a 100 m acima do nível do mar.

À medida que se aproxima da superfície, os sedimentos Barreiras tornam-se mais amarelados e acastanhados e os níveis argilosos tornam-se de cor muito variada, com coloração amarelada, arroxeadada, acastanhada, esbranquiçada, etc. Concentrações de material ferruginoso, de cor castanha muito escura e de espessura pequena de cerca de 5 cm e que seguem aproximadamente a estratificação, são notadas a até 2-3 m de profundidade sob a superfície atual, no máximo. A menores profundidades, esses níveis estão desagregados em fragmentos arredondados com aspecto de pequenas concreções, que se distribuem segundo um nível aproximadamente paralelo à topografia atual do terreno. Essa desagregação poderá ter sido causada pelos diversos ciclos de crescimento e penetração das raízes das vegetações.

Entre os sedimentos Barreiras da cobertura e as rochas granulíticas subjacentes, aparece uma faixa de alteração destas, com os feldspatos totalmente transformados em argila tingida de óxidos de ferro e imprimindo cores variadas, amareladas, arroxeadas, acastanhadas. Entretanto a estrutura e a textura originais das rochas granulíticas estão ainda

perfeitamente preservadas. A passagem dessas rochas alteradas para as rochas subjacentes frescas se faz de maneira quase brusca.

Quando as rochas granulíticas se expõem diretamente, sua parte alterada apresenta-se diferenciada em zonas, com as seguintes características: zona A, solo superficial cinzento, argiloso e homogêneo, e com espessura até 0,30 m; zona B, argila arenosa de cores avermelhada e amarelada, e coloração uniforme, homogênea, com estrutura e textura originais da rocha completamente desaparecidas; zona C, rocha completamente alterada e de coloração variável entre esbranquiçada, amarelada e arroxeadada, argilosa e arenosa, e com estrutura e textura originais da rocha preservadas; zona D, rocha granulítica fresca.

A profundidade dessa alteração pode atingir até algumas dezenas de metros, sendo uma conseqüência das condições climáticas reinantes nessa região, onde a média anual de precipitação é de 1 800 mm (Andrea, 1962) com períodos secos e úmidos relativamente bem diferenciados.

OCORRÊNCIA DA HALOISITA As rochas granulíticas frescas, que constituem a zona D da classificação anterior, constituem afloramentos da região de praia, particularmente em Ondina, Salvador (Fig. 2). As fraturas e as zonas de cisalhamento nessas rochas não apresentam material de preenchimento. Entretanto as fraturas atingindo a zona C da rocha granulítica completamente alterada (Fig. 3) apresentam-se preenchidas por um material branco e ligeiramente amarelado de haloisita.

As fraturas com esse mineral possuem espessura geralmente pequena, em torno de 0,5 a 5,0 cm, tornando-se geralmente menores e menos proeminentes na parte inferior da zona C, onde as estruturas originais dos granulitos estão bem preservadas. O mineral é amarelado, de aspecto ceroso, porcelânico e com fratura conchoidal. Mostra frequentemente estrias em superfícies brilhantes paralelas às paredes, indicando deslocamentos por processos de acomodação. Os preenchimentos apresentam-se orientados, sendo as

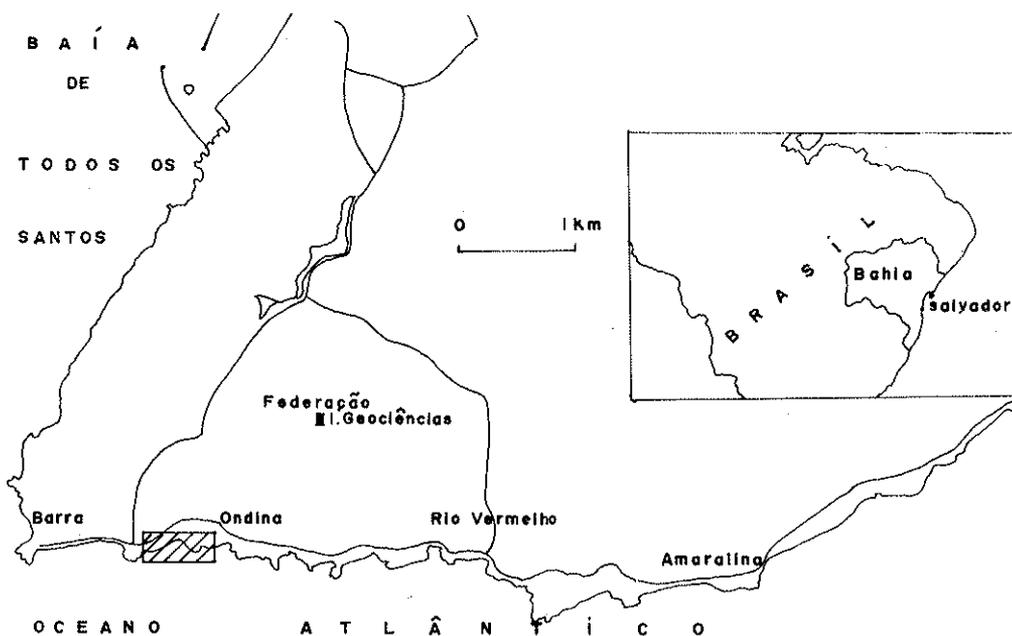


Figura 2 - Localização da ocorrência de haloisita (Salvador, BA)

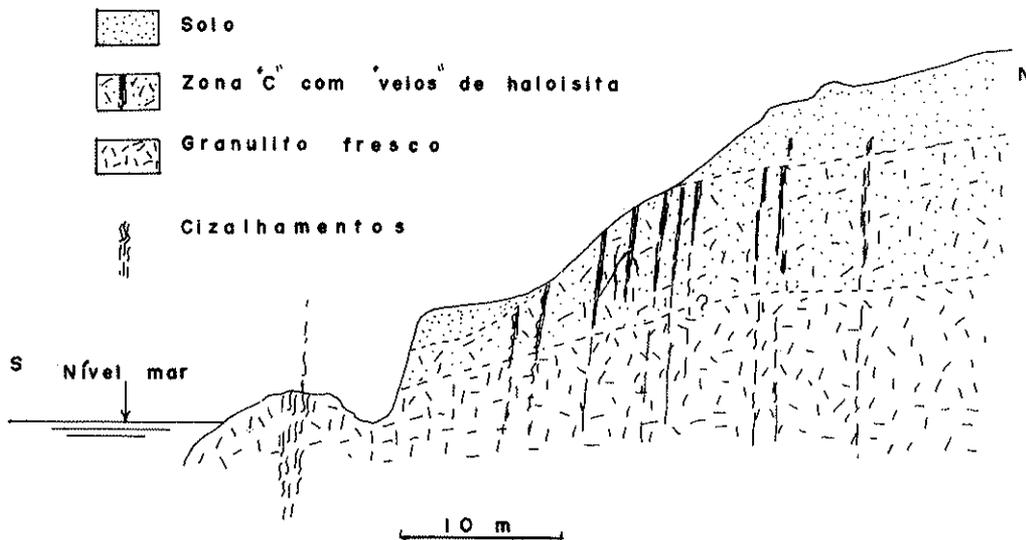


Figura 3 – Praia da Ondina (Salvador, BA)

direções predominantes N10E, N40° a 60°W, N80W. Tais orientações coincidem com as das fraturas das rochas subjacentes frescas. Frequentemente os preenchimentos se ramificam interligando várias fraturas com haloisita.

Na zona B, onde a rocha alterada se torna muito homogênea, com as feições estruturais originais completamente desaparecidas, os preenchimentos de haloisita também desaparecem, restando alguns blocos de cor esbranquiçada dispersos nessa massa uniforme.

NATUREZA DOS ARGILOMINERAIS O material de preenchimento das fraturas na zona C foi analisado pelos métodos clássicos de difratometria de raios X, análise térmica diferencial e microscopia eletrônica.

Observado ao microscópio eletrônico, esse material apresenta aspecto tubular (Foto 1), indicando uma haloisita pura com muito pouco material de natureza incerta, que forma manchas irregulares na eletromicrografia. A difratometria de raios X apresentou picos de 10 Å e 7,1 Å, para amostras secadas naturalmente. Essa mesma amostra seca, a temperaturas entre 50 e 70 °C, não apresenta o pico de 10 Å, permanecendo o de 7,1 Å. Na amostra tratada com glicerol, o pico de 10 Å é deslocado aproximadamente para 11 Å (Fig. 4). A análise térmica diferencial da amostra apresenta picos endotérmicos a 120-150 °C e a 570 °C, e um pico exotérmico a 960 °C, aproximadamente (Fig. 5). O pico endotérmico a 570 °C é ligeiramente assimétrico. Tratada com glicol e analisada termicamente, a amostra apresenta picos endotérmicos a 500 °C e a 570 °C, indicando uma proporção de 20 a 25% de endelita e o restante de haloisita 2H₂O (Sand e Bates, 1953).

A haloisita na zona C é isenta de grãos grossos de quartzo, mas passa lateralmente para material argiloso de cor esbranquiçada, e muitas vezes tingido de óxidos de ferro e com grãos anedrais de quartzo. Esse material é resultante da decomposição da rocha encaixante granulítica. Ele é constituído de caulinita, provavelmente desordenada (Fig. 4, H1-12 a R).

Alguns veios de pegmatito de pequena espessura, constituído de quartzo e feldspatos potássicos, estão totalmente decompostos na zona C, e as argilas resultantes são haloisita.

Foto 1 - Haloisita - Ondina (Salvador, BA). Microscópio eletrônico Phillips, modelo M-100, do IGUFBA

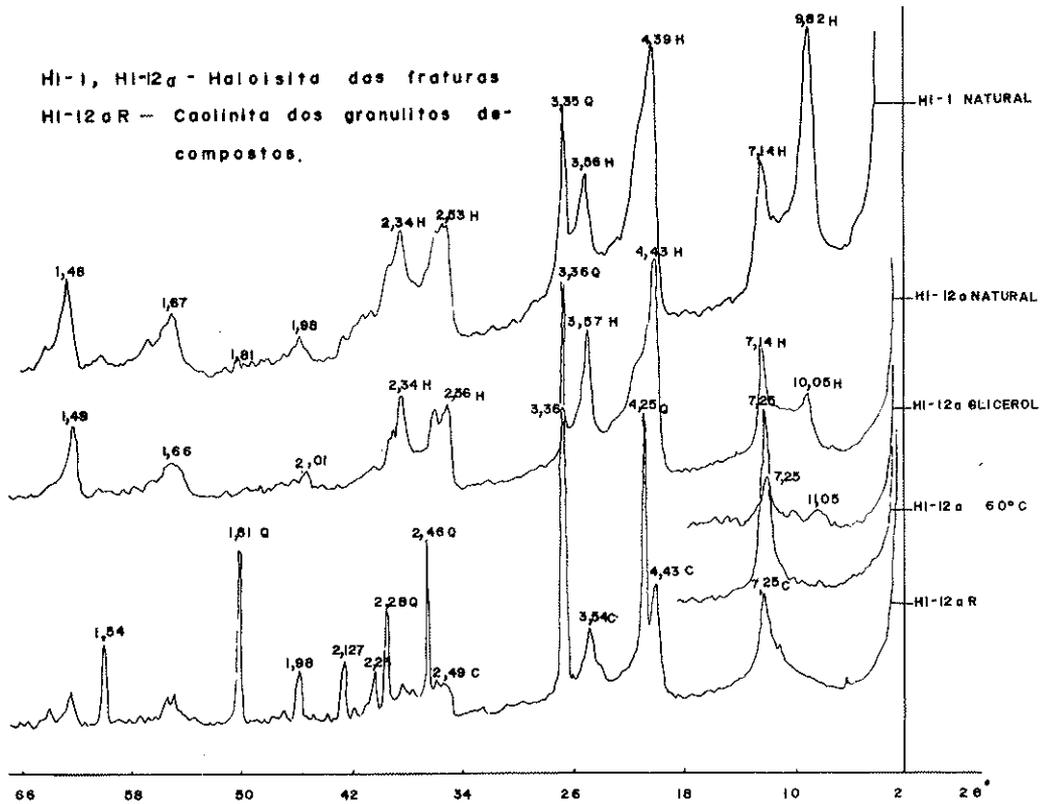
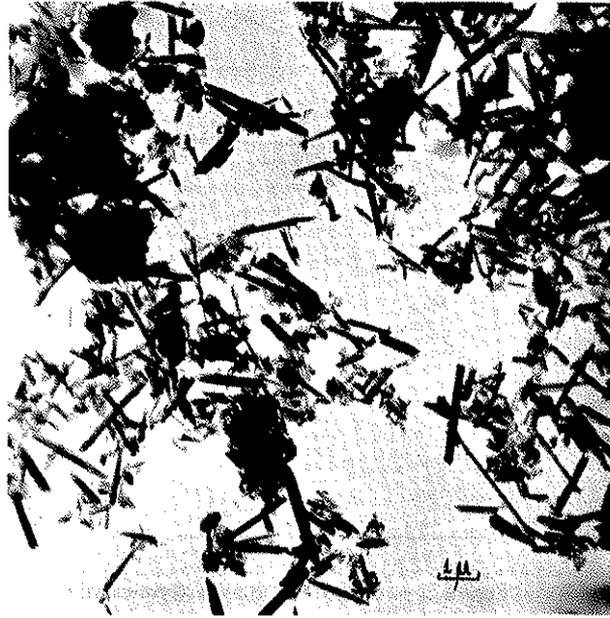


Figura 4 - Difratomogramas das argilas da Ondina (Salvador, BA)

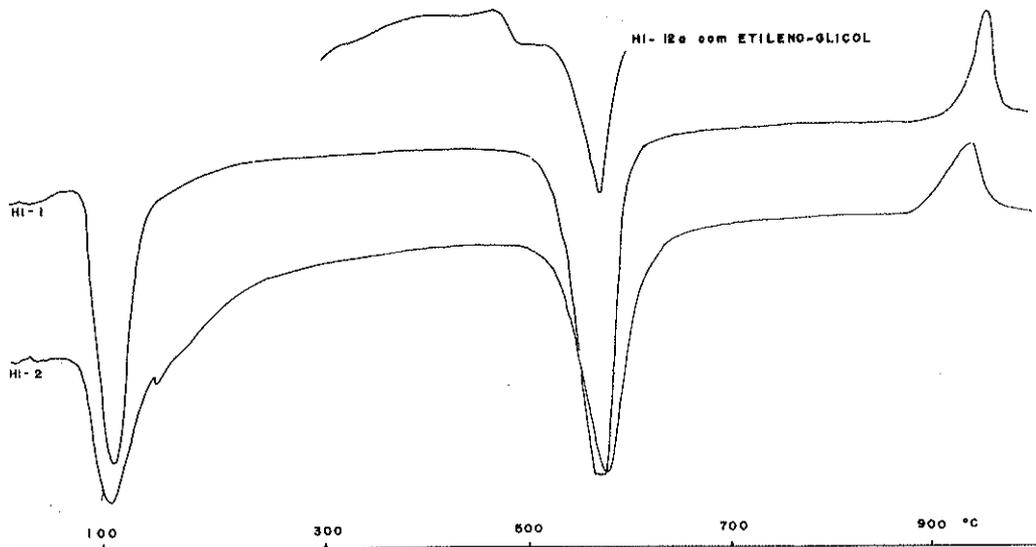


Figura 5 – Curvas de análise térmica diferencial de haloisita (Salvador, BA)

Os seixos de rochas quartzo-feldspáticas presentes na parte inferior dos sedimentos Barreiras, completamente alterados, e as argilas resultantes da decomposição de seus feldspatos são caulinita bem cristalizada.

As rochas granulíticas decompostas da zona C coberta por sedimentos Barreiras não mostram fraturas preenchidas por haloisita. As argilas de decomposição, principalmente dos feldspatos, são caulinita.

ORIGEM DA HALOISITA A haloisita tem uma origem muito discutida. Ocorre associada freqüentemente com a caulinita, podendo resultar da alteração hidrotermal ou através de processo de intemperismo (Deer *et al.*, 1963) sob condições climáticas favoráveis.

Hunter e Hash (*in Sand*, 1956) sugeriram, pelos estudos feitos na Carolina do Norte, Estados Unidos da América, que a alternância de estações secas e úmidas, e com muita alteração, favorece a transformação da caulinita para haloisita. Entretanto Cady (*in Sand*, 1956), estudando também depósito situado na Carolina do Norte, concluiu que a haloisita é formada em regiões onde o intemperismo é lento e os movimentos da água e do ar são restritos. Sand (1956), investigando as argilas da Virgínia a Carolina do Norte, chegou à conclusão de que a argila do produto final de intemperismo de rochas feldspáticas é uma função da composição mineralógica e da textura da rocha inicial, grau de fraturamento, topografia, cobertura vegetal e clima. Segundo esse autor, numa rocha com feldspatos e muscovita, sob condições favoráveis à formação da haloisita, os feldspatos se alteram para haloisita hidratada, mas a mica se transforma em caulinita. Assim, rochas com muita muscovita dão argilas relativamente ricas em caulinita. Siefferman e Millot (1969) concluíram pela formação da caulinita num clima equatorial sempre úmido, e haloisita e meta-haloisita num clima equatorial e tropical quente com estações secas, e constituem uma etapa intermediária da transformação da rocha original para o produto final constituído de gibbsita. Moniz (1972) identificou haloisita em Poços de Caldas, cuja relação com a bauxita indica uma silicificação desta ao longo de fraturas, por meio de soluções de origem hidrotermal.

A ocorrência da haloisita de Salvador, preenchendo fraturas somente na zona de decomposição total das rochas granulíticas, indica claramente o intemperismo como maior responsável pela sua formação. Mas um simples intemperismo parece não ser suficiente para a formação da haloisita, tendo-se em vista a ocorrência da caulinita tanto nas rochas adjacentes às fraturas preenchidas por haloisita quanto nos seixos de granulito decompostos nos sedimentos Barreiras.

A caulinita das rochas adjacentes à haloisita apresenta, em muitos casos, estrutura desordenada, e a haloisita das fraturas indica uma origem transportada. Para sua formação, é necessário então muito fraturamento da rocha, o que favorece uma percolação intensa de água. Essa água carrega os elementos, na forma provavelmente coloidal, para as fraturas, cristalizando-se aí na forma de haloisita. O deslocamento evidenciado pelas estrias na haloisita das fraturas pode ter influído também na formação desse material.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREA, R. — 1962 — Chuvas na Bahia, DNOCS, MVOP
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. e ZUSSMANN, J. — 1963 — Rock-forming minerals, vol. 3. Longmans, Londres
- FUJIMORI, S. — 1968 — Granulitos e charnockitos de Salvador, Bahia, An. Acad. Bras. Ci., **40** (2): 181-202
- MONIZ, A. C. — 1972 — Elementos de Pedologia, Ed. Polígono, São Paulo
- SAND, L. B. — 1956 — On the genesis of residual kaolins, Amer. Miner., **41**: 28-40
- SAND, L. B. e BATES, T. F. — 1953 — Quantitative determination of endellite, halloysite, and kaolinite by differential thermal analysis, Amer. Miner., **38**: 271-278
- SIEFFERMAN, G. e MILLOT, G. — 1969 — Equatorial and tropical weathering of recent basalts from Cameroon: allophanes, halloysite, metahalloysite, kaolinite and gibbsite, Proceedings of the Inter. Clay Conference, Tóquio, Vol. 1