

Paulo Cesar Boggiani*

Armando Márcio Coimbra**

Thomas Rich Fairchild**

* Curso de Pós-Graduação (USP)

** INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS (USP)

ABSTRACT

Sepiolite found as a fracture filling in dolomite of the Permian Irati Formation at Perolândia (Goiás) in the Permian Irati Formation at Perolândia (Goiás) on the northern border of the Paraná basin is here described. This fibrous clay mineral is interpreted as having formed epigenetically through the reaction of silica-rich solutions with Mg^{2+} derived from the dolomite.

INTRODUÇÃO

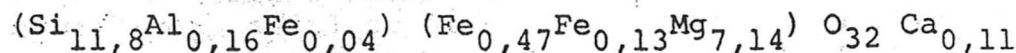
Durante trabalho de campo na borda setentrional da bacia sedimentar do Paraná encontrou-se um mineral branco, sedoso, de hábito fibroso preenchendo fratura de 1 cm de espessura em dolomito da Formação Irati. Inicialmente pensava-se tratar de palygorskita (attapulguíta), devido a grande semelhança entre estes argilominerais, mas através da difratometria de raios-X foi possível identificá-lo como sepiolita.

Embora esta ocorrência não apresente interesse econômico, a sua descoberta contribui ao conhecimento das condições pós-deposicionais da Formação Irati.

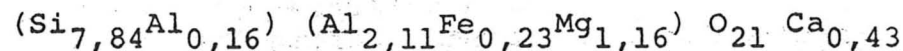
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SEPIOLITA

A sepiolita, assim como a palygorskita (attapulguíta), distingue-se das demais argilas geralmente pelo hábito fibroso. Estruturalmente, ocorre sob duas formas: α sepiolita (parasepiolita) - fibrosa, com fibras mais longas que as de palygorskita; e β sepiolita - placas finas, com 1 μm de diâmetro, de perfil irregular, (Davis et al., 1950). A estrutura é similar à da palygorskita, havendo na sepiolita maior substituição de Al^{3+} pelo Mg^{2+} na camada octaédrica. Estes dois minerais são representados pelas seguintes fórmulas estruturais:

sepiolita (Caillère, 1936)



palygorskita (Caillère, 1934)



Ocorre gradação no quimismo entre estes dois minerais. Segundo Teodorovich (1961) existem α palygorskita onde o teor de Mg^{2+} é maior que o de Al^{3+} e β palygorskita que possui teores iguais de Al^{3+} e Mg^{2+} , havendo, entretanto, variedades denominadas pilolitas que se aproximam da composição da sepiolita. Caillère & Hénin (1972) identificam sepiolitas aluminosas, níquelíferas e férricas (xilotila) e Fahey

et al. (1960) sepiolitas sódicas (loughlinita).

Considerando-se somente forma e composição química, é difícil a diferenciação entre sepiolita e palygorskita. A identificação é feita por difratometria de raios-X, que registra o pico de $12,1\text{\AA}$ (110) para a sepiolita e o de $10,4\text{\AA}$ (110) para a palygorskita.

GÊNESE DE SEPIOLITA

A sepiolita possui gênese variada, podendo se originar singeneticamente em ambientes evaporíticos, por processos pedogenéticos em clima semi-árido (associado a calcário tipo caliche), pelo intemperismo de rochas máficas e ultramáficas e pela precipitação a partir de soluções hidrotermais.

Segundo Wollast et al. (1968), soluções com Mg^{2+} e SiO_2 , derivadas do intemperismo, acumulam-se em lagoas e aumentam a salinidade e o pH das águas quando a evaporação excede a precipitação pluvial. Se a sílica não é retirada do ambiente através de processos bioquímicos (por exemplo, pela ação de diatomáceas), a sepiolita poderá precipitar diretamente, o que já foi constatado experimentalmente. Por outro lado, se a sílica for removida, poderá haver precipitação de magnésio em outra fase mineralógica como, por exemplo, hidromagnesita ou brucita. Porém em águas intersticiais alcalinas enriquecidas em Mg^{2+} e pobres em sílica, de sedimentos lacustres, pode haver dissolução de diatomáceas ou de outros materiais silicosos, com a origem de sepiolita como mineral diagenético (Fleischer, 1972).

Parry & Reeves (1960) descrevem a formação de sepiolita a partir de montmorilonita em sedimentos lacustres do Texas (EUA), quando a salinidade das lagoas torna-se extremamente alta em regiões de clima semi-árido. No deserto de Kalahari (África do Sul), sepiolita se forma hoje em dia por processos de capilaridade ligados à gênese de caliche. Em águas ascendentes com Mg^{2+} e SiO_2 em solução pode haver formação de sepiolita (Kautz & Porada, 1976). Processo pedogenético semelhante foi estudado por Yaalon & Wieder (1976) em solos de Israel.

É comum a ocorrência de sepiolita associada a margas e dolomitos de ambientes evaporíticos, mas nem sempre fica claro se a sepiolita é singenética ou produto de reações pós-deposicionais, (Hathaway & Sachs, 1965). O que se sabe é que a formação de sepiolita associada a rochas dolomíticas ocorre em razão do baixo teor de Al^{3+} , já que a presença deste elemento favorece a precipitação de palygorskita.

Hathaway & Sachs (1965) identificaram sepiolita em amostras dragadas da Cadeia Meso-Atlântica. Apesar da presença de serpentina, potencialmente geradora de sepiolita por alteração, considera-se produto da reação de Mg^{2+} (em solução) com SiO_2 liberado durante a alteração de cinzas vulcânicas. Posteriormente, Bonatti & Joensuu (1968) também identificaram palygorskita e sepiolita em amostras da Cadeia Meso-Atlântica. Não observaram sílica vulcânica, mas a abundância de esmectita sugeriu-lhes que a sílica esteve originalmente presente nos sedimentos, e a palygorskita derivado da esmectita.

Em depósito constituído exclusivamente de sepiolita e outros silicatos de Mg^{2+} em região de falha transformante do Oceano Índico, Bonatti et al. (1983) não observaram indícios de origem direta a partir da água do mar nem da reação desta água com a crosta basáltica. Neste caso, é provável que a interação de rochas ultramáficas com a água do mar circulante na crosta, particularmente em zonas de falhas, resulte em soluções ricas em Mg^{2+} e SiO_2 que, sob baixas temperaturas ($< 100^\circ\text{C}$) permitiriam a precipitação de sepiolita.

Sepiolita pode se formar também como produto de alteração de minerais máficos. Análises químicas de águas de intemperismo químico em rochas ultramáficas têm demonstrado saturação em sílica e magnésio, propiciando a precipitação de sepiolita (Wollast et al., 1968).

tem-se observado também palygorskita produzida por alteração hidrotermal de granulito (Caillière, 1951) e de sienito (Stephen, 1954). E alguns autores (Aurola, 1956; Lindqvist & Laitakari, 1981) identificaram sepiolitas precipitadas diretamente de soluções hidrotermais.

OCORRÊNCIAS DE ARGILOMINERAIS FIBROSOS NO BRASIL

Desde que Pichler (1952) descreveu ocorrências de "atta pulguita" (palygorskita) de Santos, SP, presente em "amígdalas de diabásio" as ocorrências de argilominerais fibrosos assinaladas podem ser agrupadas da seguinte forma (Coimbra, 1983):

a) associada a calcários tipo caliche, formados sob condições de clima semi-árido (Formação Caatinga e Grupo Bauru) (Paiva & Nascimento, 1957; Suguio, 1973; Souza Santos, 1975; Suguio & Barcelos, 1978, Suguio et al. 1980);

b) associada a seqüência evaporítica (Formação Motuca) (Lima & Leite, 1978; Sá et al. 1980);

c) preenchendo grandes cavidades em basalto vesicular da Formação Serra Geral, com origem provavelmente hidrotermal, devido à associação com zeólita, calcedônia, esmectita, calcita e nontronita (montmorilonita ferriífera) e ausência de indícios de intemperismo (Goulart & Frazão, 1977).

Nestas ocorrências o mineral fibroso encontrado foi sempre identificado como palygorskita. Suspeitas de sepiolita são citadas por Suguio & Barcelos (1978) para o Grupo Bauru, onde ocorreria associada com palygorskita. Em trabalho posterior, Brandt Neto (1984), identificou unicamente palygorskita como argilomineral fibroso nos sedimentos do Grupo Bauru no Estado de São Paulo.

Souza Santos & Souza Santos (1984) citam ocorrências de sepiolita em veios de rochas ultrabásicas (São Gabriel, GO), em serpentinitos níquelíferos (São José de Tocantins, GO) e associadas a magnetita (Brumado, BA). Estes autores utilizam o termo "grupo de hormitas" para designar os argilominerais fibrosos.

DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA

O mineral estudado no presente trabalho foi encontrado em fratura de 1 cm de espessura em camada de dolomito (Figura 4) intercalada com folhelhos e silexitos da Formação Irati da pedreira da SUCAL (Figura 3), situada na localidade de Perolândia, próxima a Mineiros, GO. Possui hábito fibroso, cor branca com tonalidades amarelas e brilho sedoso. As fibras são facilmente desfeitas manualmente e apresentam flexibilidade e espessuras em torno de 0,1 μ m (vide Figura 6).

Inicialmente, acreditou-se tratar-se de palygorskita ou sepiolita devido ao hábito fibroso (Figura 5), o que foi também evidenciado em microscopia eletrônica de varredura (Figura 6). Através de difratometria de raios-X foi possível identificar como sepiolita pelo pico de 12,1Å (Figura 2). Os resultados da análise química deste material são semelhantes às de sepiolitas de outras ocorrências (Tabela I) e corroboram esta identificação.

ORIGEM DA SEPIOLITA NA FORMAÇÃO IRATI

A ocorrência de sepiolita na Formação Irati apenas em fraturas de rochas dolomíticas evidencia a sua origem epigenética, posterior à consolidação e fraturamento da rocha. Acredita-se que tal processo não é relacionado ao intemperismo atual, visto que esse mineral transforma-se facilmente em montmorillonita sob condições tropicais. Esta hipótese é apoiada pelo fato da sepiolita ter sido encontrada somente em corte fresco da pedreira.

A presença de íons Mg^{2+} em soluções pós-deposicionais nesta formação é considerada por Ramos et al. (1975) como a causa da transformação de clorita detrítica em corrensita (clorita magnesiana). O magnésio teria sido liberado dos níveis carbonáticos por dissolução da dolomita e/ou pela dedolomitização; na presença de soluções enriquecidas em sílica, parcialmente responsáveis pela silicificação da Formação Irati, ocorreria a precipitação de silicato de magnésio fibroso (sepiolita) em fraturas. Mecanismo de formação semelhante foi proposto por Urbani (1975), na Venezuela, para a gênese de palygorskita em fraturas de dolomitos, diferindo apenas nas proporções de Al^{3+} e Mg^{2+} disponíveis nas soluções percolantes para a formação de palygorskita ou de sepiolita.

Amaral (1971) observou hidromagnesita na Formação Irati, mas devido a ocorrência em calcários recristalizados, em contato com corpos básicos intrusivos, considera-se que tenha originado por metamorfismo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof.Dr. Raphael Hypólito pelas análises químicas, ao Prof.Dr. José M.V.Coutinho pela revisão e análise crítica do texto, ao Prof.Dr. Max Brandt Neto que realizou a microscopia eletrônica de varredura e à FAPESP-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processos nº 83/1697-8 e 83/1698-4).

BIBLIOGRAFIA

- Amaral, S.E. do - 1971 - Geologia e Petrologia da Formação Irati (Permiano) no Estado de São Paulo. Bol. Inst. Astron., São Paulo, 2: 3-82.
- Aurola, E. - 1956 - The fibrous sepiolite deposit of Stansvik. Bull. Comm. Géol. Finland 172: 13-38.
- Bonatti, E. & Soensuu, O. - 1968 - Palygorskite from Atlantic deep sea sediments. Am. Mineral. 53: 975-983.
- Bonatti, E.; Craig Simmons, E.; Breger, D.; Homlyn, P.R. and Lawrence, J. - 1983 - Ultramafic rock/seawater interaction in the oceanic crust: Mg-silicate (sepiolite) deposit from the Indian Ocean floor. Earth and Planetary Science Letters, 62: 229-238.
- Brandt Neto, M. - 1984 - O Grupo Bauru na região Centro Norte do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, IGUSP. 1: 106 p.
- Caillère, S. - 1934 - Analysis of palygorskite from Taodeni. Acad. Sci. Paris, 198: 1795-1798.
- Caillère, S. - 1936 - Thermal studies. Bull. Soc. Franc. Miner. 59: 353-374.
- Caillère, S. - 1951 - Sur la présence d'une palygorskite à Tatraout (Maroc): Acad. Sci., Paris, 233 (13): 697-698.
- Caillère, S. & Hénin, S. - 1972 - Sepiolite. In: G. Brown (Ed.) the X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Seg. edição, Mineralogical Soc., London, p. 325-342.
- Coimbra, A.M. - 1983 - Estudo sedimentológico e geoquímico do Permiano-Triássico da Bacia do Maranhão. Tese de Doutorado apresentada ao IGUSP. 1: 150.
- Davis, D.W.; Rochow, T.G.; Rowe, F.G.; Fuller, M.L.; Kerr, P.F. e Hamil

ton, P.K. - 1950 - Electron micrographs of clay minerals. Prelim. Rep. nº 6 of Reference Clay Minerals, A.P.I. Research Project 49. American Petroleum Institute, N.Y.

Fahey, J.J.; Ross, M. e Axelrod, J.M. - 1960 - Loughlinite, a new hydrous sodium magnesium silicate. Am. Mineralogical. 45: 270-281.

Fleischer, P. - 1972 - Sepiolite associated with miocene diatomite, Santa Cruz Basin, California. Amer. Miner. 57: 903-913.

Goulart, E.P. & Frazão, E.B. - 1977 - Nota sobre a ocorrência de palygorskita em basalto da região da Usina de Água Vermelha, São Paulo e Minas Gerais. Atas do I Simp. Reg. Geol. SBG/NSP, p. 404-423.

Hathaway, J.C. & Sachs, P.L. - 1965 - Sepiolite and clinoptilolite from the Mid Atlantic Ridge. The American Mineralogist. 50: 852-867.

Kautz, K. e Porada, H. - 1976 - Sepiolite formation in a pan of the Kalahari. South West Africa. Neues Jahrb. Mineral., Monatsh. 12: 545 - 559.

Lima, E.A.M. & Leite, J.F. - 1978 - Projeto de estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Relatório CPRM/DNPM, I e II.

Lindqvist, K. e Laitakari, I. - 1981 - Palygorskite from Padasjok, southern Finland. Bull. of Geological Society of Finland, 53(2): 91-95.

Paiva Neto, J.E. e Nascimento, C.A. - 1957 - Minerais de argila do arenito Bauru (Cretáceo) do Estado de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol. 6(2): 21-36.

Parry, W.T. e Reeves, C.C. - 1968 - Sepiolite from pluvial mound lake, Lynn and Terra Counties. Amer. Miner. 53: 784-993.

Pichler, E. - 1952 - Notas sobre uma ocorrência da atapulgita, em Santos, Ciência e Cultura. 4 (3/4): 100.

Ramos, A.N.; Luiz, M. e Laquintinie, F. - 1975 - Argilominerais das rochas sedimentares da Bacia do Paraná. Ciência Técnica Petróleo. Petrobrás. Seção Exploração de Petróleo (9): 47 p.

Sã, J.H.S.; Bemerguy, R.L.; Truckembrodt, W.; Kotschoubey, B.; Santos, M.D.; Macambira, J.B.; Gama Jr., T.; Maia, F.L.; e Coimbra, A.M. - 1980 - Projeto Carolina. Convênio DNPM/UFPa.

Souza Santos, P. - 1975 - Tecnologia das argilas. Ed. E. Blücher- Ed. USP, 2 Vol., São Paulo, 485 p.

Souza Santos, P. e Souza Santos, H. - 1984 - Ocorrência brasileiras de argilas contendo argilominerais do grupo das hormitas (palygorskita-atapulgota-sepiolita). Cerâmica 30(179): 319-336.

Stephen, I. - 1954 - An occurrence of palygorskite in the Shetland Isles. Mineral. Mag. 30: 471-480.

Suguio, K. - 1973 - Formação Bauru - Calcários e sedimentos detríticos associados. Tese de Livre Docência apresentada ao IGUSP. I: 236p.

Suguio, K. e Barcelos, J.H. - 1978 - Nota sobre a ocorrência de atapulgita em sedimentos do Grupo Bauru (Cretáceo Superior) da Bacia do Paraná. XXX Congr. Bras. Geol. Recife. 3: 1170-1182.

- Suguio, K.; Barcelos, J.H. e Matsui, E. - 1980 - Significados paleoclimáticos e paleoambientais das rochas calcárias da Formação Catatinga (BA) e do Grupo Bauru (MG/SP). XXXI Congr. Bras. Geol., Cam bori, SC. 1: 607-617.
- Teodorovich, G.I. - 1961 - Authigenic minerals in sedimentary rocks. Translation from the Russian. New York, Consultants Bureau, 120 p.
- Urbani, F. - 1975 - Palygorskita en la cueva Las Ursulas (Mi 47). Notas preliminares. Bol. Soc. Venezolana de Espeleologia. 6(11):5-12.
- Weaver, G.E. e Pollard, L.D. - 1973 - The chemistry of clay minerals. Developments in Sedimentology 15 Elsevier, 213 p.
- Wollast, R. Mackenzie, F.I. e Bricker, O.P. - 1968 - Experimental precipitation and genesis of sepiolite at earth-surface conditions. Amer. Miner. 53: 1645-1662.
- Wollast, R., Garrets, R.M.; e Mackenzie, F.T. - 1980 - Calcite-Seawater reactions in ocean surface waters: Am. J. Sci., 280(9): 831-848.
- Yaalon, D.Y. e Wieder, M. - 1976 - Pedogenic palygorskite in some arid brown (calciorthid) soils of Israel. Clay Mineral 11(1): 73-80.

TABELA I - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEPIOLITAS EM PORCENTAGENS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	52,20	56,10	54,97	52,00	52,97	52,43	45,82	46,60	50,40	50,80	57,12
Al ₂ O ₃	0,60	0,42	0,26	0,40	0,86	7,05		0,65		0,66	0,39
TiO ₂							0,05	0,05		0,02	0,07
Fe ₂ O ₃	2,90	0,20	0,21	0,21	0,70	2,24	21,70	16,76	0,73	1,85	n.d.
FeO	0,70	0,05				2,40	0,20	1,50		1,51	0,48
Mn ₂ O ₃					3,14						
MnO							0,17	0,32			0,03
CaO	0,47	0,34					0,90	0,71			0,79
MgO	21,31	24,30	25,35	23,35	22,50	15,08	12,32	15,49	20,28	16,01	12,96
NiO									9,78		0,02
CuO					0,87						
Na ₂ O		1,13	0,09							8,16	0,11
NH ₃						0,58					
K ₂ O		0,11									0,05
NiO											0,02
P ₂ O ₅		0,12									0,03
TOTAL	99,75	99,00	100,25		99,74	99,71	100,05	100,50	99,79	99,51	99,98

(Tabela modificada de Weaver & Pollard, 1973)

1. Caillère (1936): sepiolita, Ampandrandava, Madagascar.
2. Hathaway & Sachs (1965): sepiolita, Cadeia Meso-Atlântica.
3. Maksimov & Radukie (1961): sepiolita, Goles, Serbia.
4. Abdul-Lafif & Weaver (1969): sepiolita, Ásia Menor, Turkey.
5. Nagy & Bradley (1955): sepiolita, Utah, E.U.A.
6. Rogers et al. (1956): sepiolita aluminosa, Tintinara, Austrália.
7. Caillère (1936): xilotila, Sterzing, Tirol.
8. Caillère (1936): xilotila, Schneeberg.
9. Caillère (1936): sepiolita niquelífera, Nova Caledônia.
10. Fahey et al. (1960): loughlinita, Wyoming, E.U.A.
11. Boggiani et al. (este trabalho): sepiolita da Formação Irati, Goiás, Brasil, analista: Raphael Hypólito.

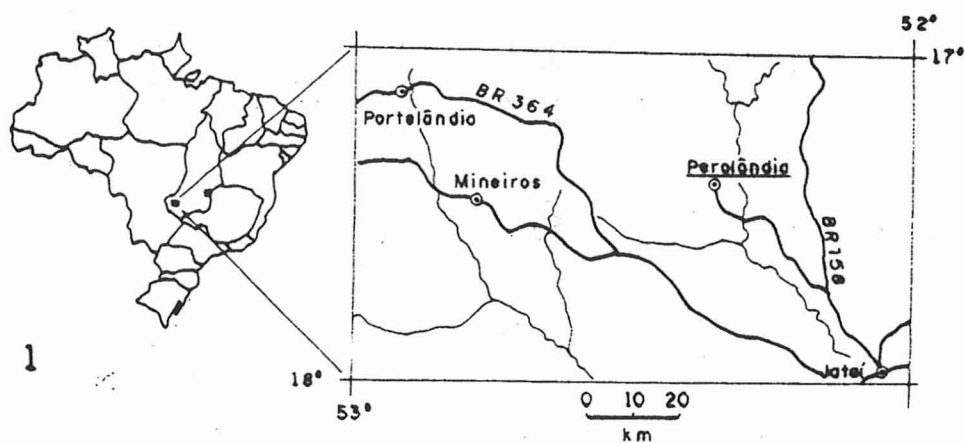


Figura 1 - Mapa de localização. A sepiolita foi encontrada em Perolândia, Goiás.

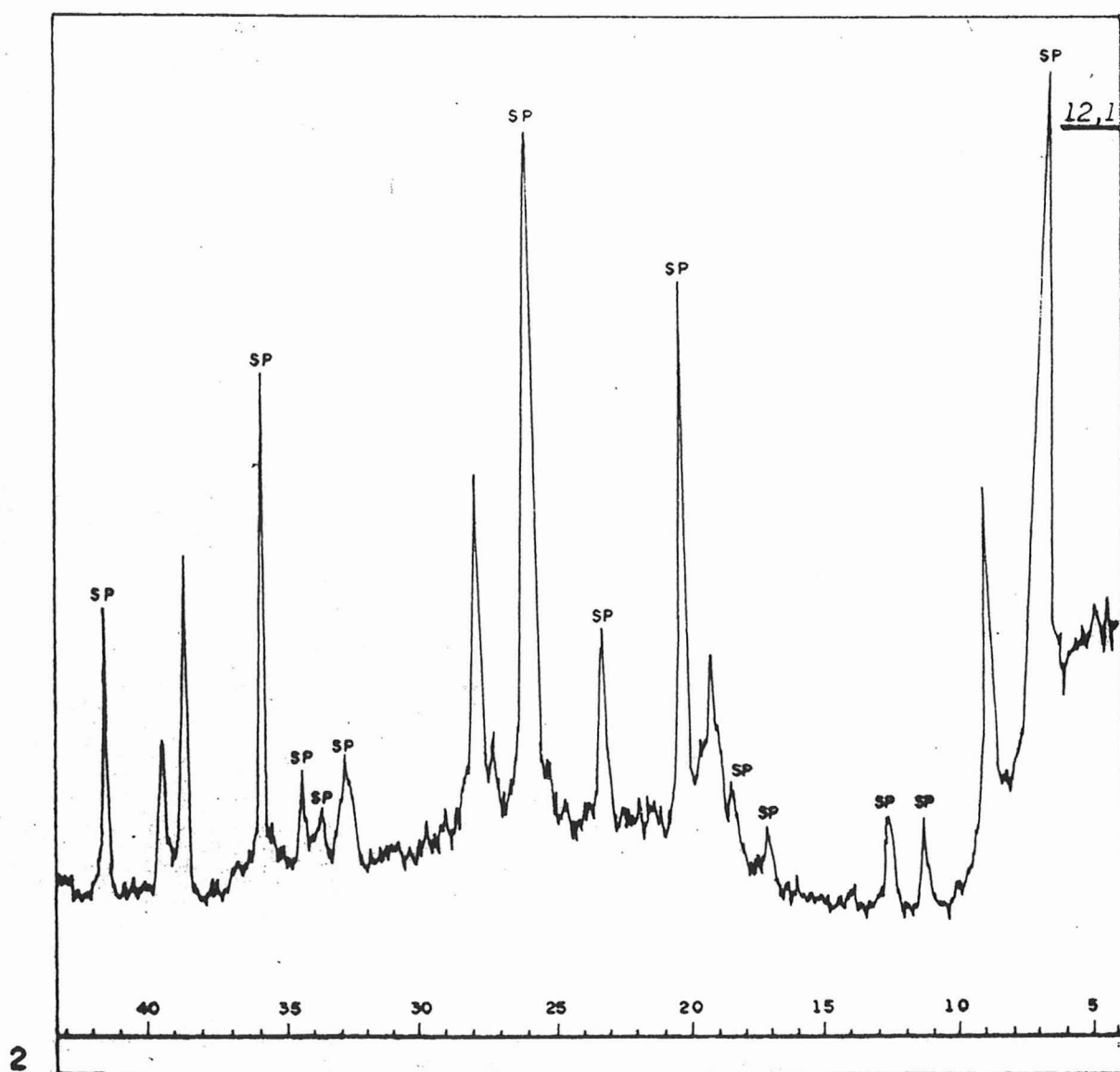


Figura 2 - Difratoograma de raios-X da amostra, com os picos correspondentes à sepiolita indicados por SP. Rad. CuK α , (escala inferior correspondente a 2θ).

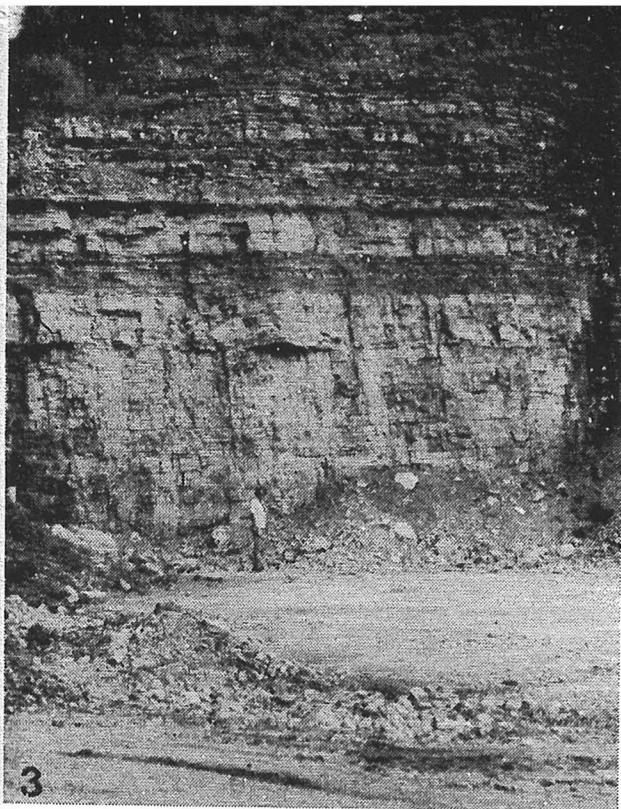


Figura 3 - Sequência da Formação Irati exposta na pedreira da SUCAL em Perolândia.

Figura 4 - Ponto de coleta da sepiolita (indicada pela posição da mão do autor A.M.C.) de uma fratura cortando uma lente de dolomito na parte superior da Formação Irati em Perolândia.

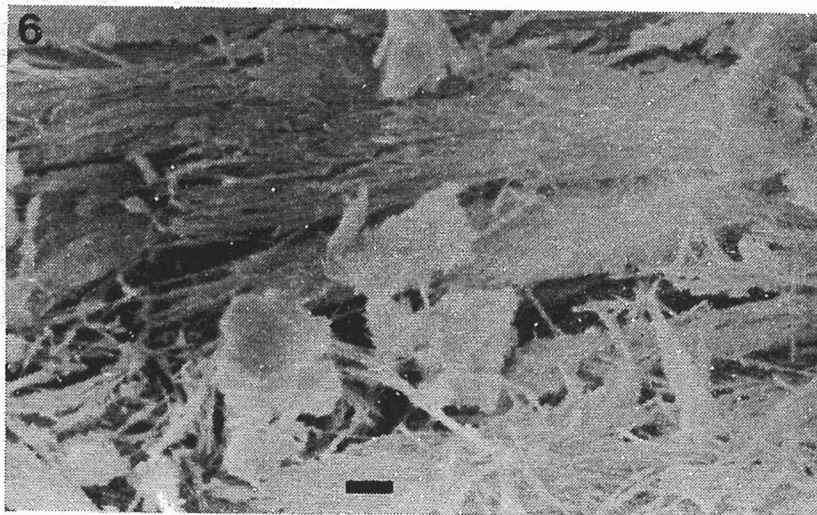
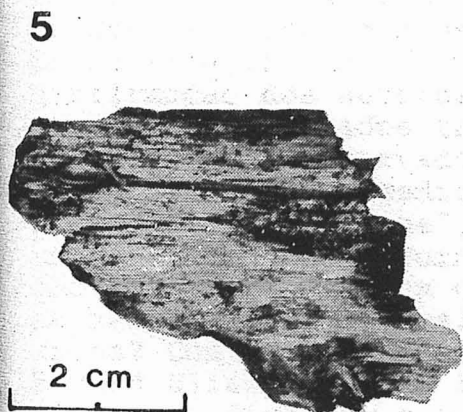


Figura 5 - Aspecto fibroso da amostra de mão da sepiolita.

Figura 6 - Fotomicrografia de microscopia eletrônica de varredura em que se nota, claramente, o hábito fibroso da sepiolita. Mineral em forma de placas não foi identificado. Escala = 1 μ m. Foto cortesia de Dr. Max Brandt Neto.