

Sobre Microestilólitos da Formação Irati (Permiano) dos Arredores de Assistência, Município de Rio Claro, Estado de São Paulo *

SETEMBRINO PETRI e KENITIRO SUGUIO

Cadeira de Estratigrafia e Sedimentologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras,
Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

(Com 4 figuras no texto)

INTRODUÇÃO

Os estilólitos constituem uma estrutura epigenética, segundo a teoria atualmente mais aceita, da pressão-dissolução (STOCKDALE, 1922, 1943), como se pode verificar pelo exame da literatura concernente ao problema. Mas, embora estudadas por tantos autores, principalmente sob os seus aspectos genéticos, desde o primeiro quartel do século passado, tendo sido até hoje propostas cerca de dez teorias diferentes sobre o mecanismo de formação, na maioria de interesse apenas histórico, ainda existem algumas controvérsias, mormente no que diz respeito à época de sua formação, isto é, se são formadas antes ou depois da consolidação das rochas.

DUNNINGTON (1954) parecia haver colocado um ponto final no problema, quando, estudando 750.000 estilólitos (na maioria microestilólitos), distribuídos por cerca de 300.000 seções delgadas de calcários de diferentes idades do Oriente Médio, concluiu que todos os casos examinados poderiam ser explicados pela teoria de STOCKDALE (1922), da dissolução por pressão após o endurecimento das rochas.

Este problema da época de formação dos estilólitos foi, contudo, ressuscitado pela polê-

mica entre MANTEN de um lado e SCHOT e PARK de outro. MANTEN (1966) discutiu os estilólitos dos calcários silurianos da Ilha de Gotland, Suécia, concluindo que só a teoria de STOCKDALE explicaria o fenômeno. SCHOT e PARK (1968), contudo, aceitaram a possibilidade de uma origem pré-consolidação, em vista da ausência de espaços abertos ("vugs"), brechação, microfalhas, etc. MANTEN (1968) não aceitou tal argumentação como origem pré-consolidação visto que pressões e dissoluções só afetariam a imediata vizinhança das cintas estilolíticas. A quantidade de material removido pode ser considerável localmente, mas as alturas das cristas e depressões são variáveis e, no seu conjunto, a quantidade de material eliminado pode ter sido bem menor. A existência de fósseis de corais atravessados por cintas estilolíticas mostrando deslocamento das paredes dos coralites e a presença de entroclas de crinóides dissolvidas no nível das cintas estilolíticas, constituem fortes argumentos a favor do aparecimento da estrutura após a consolidação da rocha.

OCORRÊNCIA E TIPOS

Nos calcários da Formação Irati, dos arredores da localidade de Assistência, Município de Rio Claro, SP (Fig. 1), expostos em pedreiras, foi verificada a presença de estiló-

* Recebido em 8 de fevereiro de 1970; creditado por RUBENS DA SILVA SANTOS.

litos que, se não se constituem em feições espetaculares quanto ao tamanho ou freqüência, exibem certas relações genéticas, que mereceram um estudo mais detido.

Esses calcários, graças ao aproveitamento econômico como corretivo de acidez de solos e como material de construção (marmorina para revestimento) apresentam-se bem expostos, em pedreiras, razão porque têm sido bastante estudados por vários autores.

A presença de microestilólitos, se bem que verificada por alguns pesquisadores que trabalharam na área, não tem sido referida na literatura geológica sobre a região.

Durante os nossos trabalhos de campo foram visitadas principalmente as pedreiras indicadas pela sigla IGG-P/5 (Fig. 1), que é

um conjunto de "frentes de exploração" pertencente a diversos proprietários, algumas em atividade e outras paralizadas.

Entre as pedreiras do conjunto supra citado, foram examinadas, em maior detalhe, as seguintes ocorrências:

PEDREIRA DO MANPRIM

Aqui foi verificada a presença dessas estruturas, sempre em tamanhos bastante reduzidos, mas ainda perceptíveis à vista desarmada, em freqüência relativamente pequena. Quando examinadas em seção delgada, notam-se concentrações de grãos de materiais insolúveis, principalmente de quartzo, ao longo das cintas estilólíticas. A quantidade total

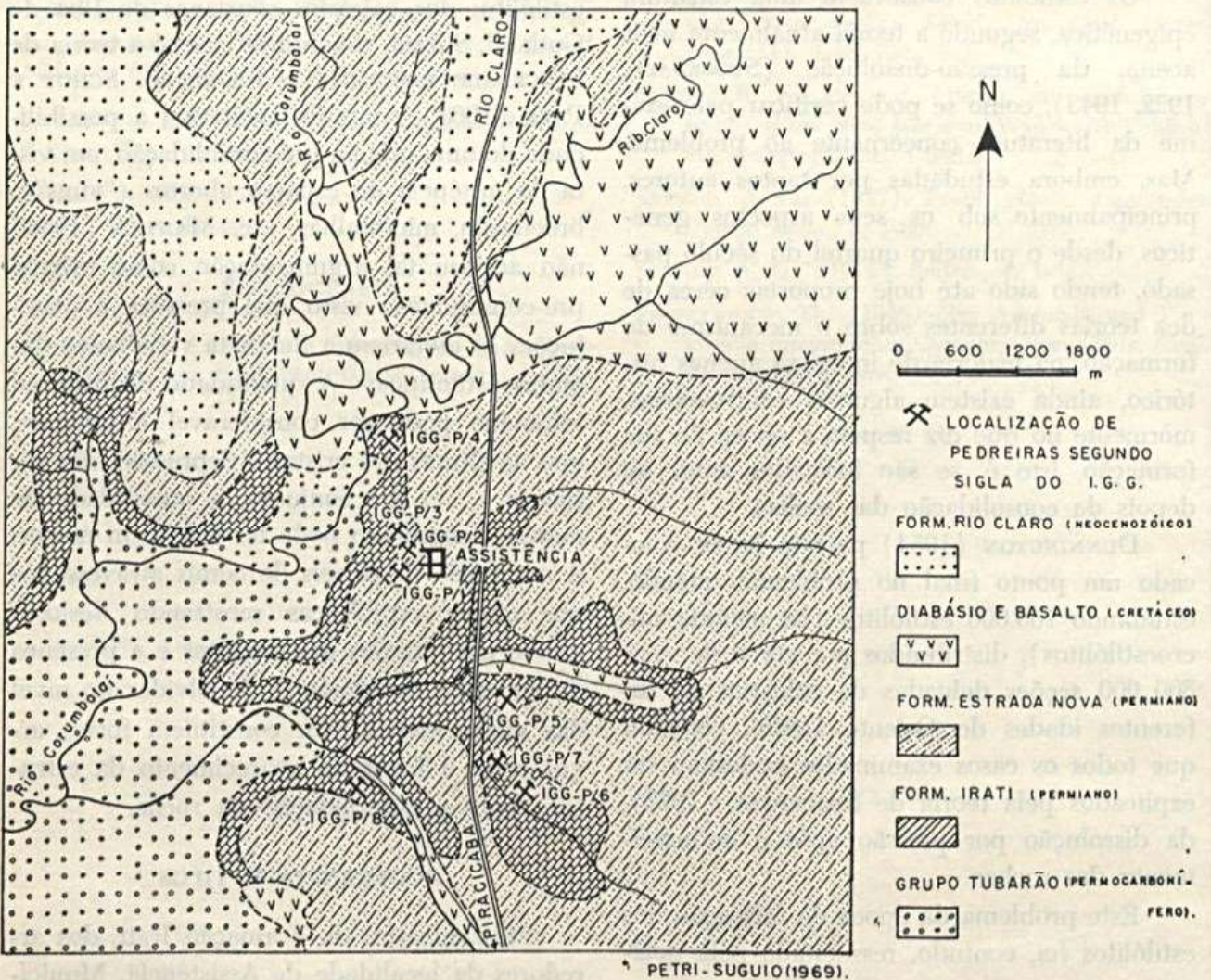


Fig. 1 - Mapa geológico da região de Assistência com a localização das pedreiras de calcário na Formação Irati (Município de Rio Claro, SP). (Extraído do Mapa do Convênio I.G.G. S.V.T. - Trabalhos executados - 1968).

de materiais insolúveis foi de 7,05% em peso em uma amostra estudada

PEDREIRA DO PARTEZANI N.º 1 (Ao lado da pedreira do Manprim)

O calcário desta pedreira é bastante impuro, com muito material pirobetuminoso, ao lado tendo dispersos raros grãos de quartzo. Solubilizado o material carbonático (calcário e dolomito) com HCl, foi verificada a presença de 16% de resíduo insolúvel, em uma amostra desta pedreira.

As estruturas estilolíticas aqui presentes são de dimensões microscópicas, sendo verificada a sua presença somente em seções delgadas. O exame mais detalhado mostra que há maior concentração de material pirobetuminoso e grãos de quartzo ao longo dos planos das cintas estilolíticas.

PEDREIRA DO PARTEZANI N.º 2 (Numeração segundo a seqüência das nossas observações durante os trabalhos de campo).

As estruturas estilolíticas são bem visíveis e muito freqüentes. Em um bloco de calcário foram contadas até 16 cintas estilolíticas em uma espessura de 1/2 m.

O calcário desta pedreira contém cerca de 9% de material insolúvel.

O calcário da Pedreira Partezani n.º 1 é bastante impuro, betuminoso e talvez esta seja a razão do desenvolvimento apenas incipiente, microscópico dessas estruturas. O apare-

cimento da estrutura estilolítica é dificultada em rochas carbonáticas impuras (PETTIJOHN, 1957, p. 215).

O espaçamento entre as cintas estilolíticas varia de fração de centímetro a vários centímetros. Este espaçamento não é regular, isto é, as cintas podem se aproximar ou afastar, ou mesmo se encontrar, havendo inclusive casos de cintas que se cruzam, denotando possivelmente diferentes fases de formação de estilólitos. Algumas cintas desaparecem lateralmente em pequenas distâncias.

A amplitude dos picos e depressões é irregular em distâncias pequenas. Suas alturas são comumente de 1 mm, sendo, por isso, mais propriamente chamados de microestilólitos (PETTIJOHN 1957, p. 214). Ainda, segundo este autor, em geral, os comprimentos das colunas estilolíticas, as espessuras dos resíduos de argila e a quantidade de material insolúvel na rocha, são diretamente proporcionais entre si, estando portanto tôdas elas ligadas à espessura do material eliminado por dissolução. Devido à dificuldade de relacionarmos todos êsses fatores, foi levada em conta apenas a altura dos picos, concluindo-se que no bloco descrito na pedreira Partezani n.º 2, com 16 cintas estilolíticas de cerca de 1 mm de altura média de pico, em 1/2 m de espessura, teria havido eliminação de material que corresponde à diminuição de espessura de cerca de 3%. Os eixos dos picos e depressões possuem disposições invariavelmente perpendiculares em relação ao plano de acamamen-

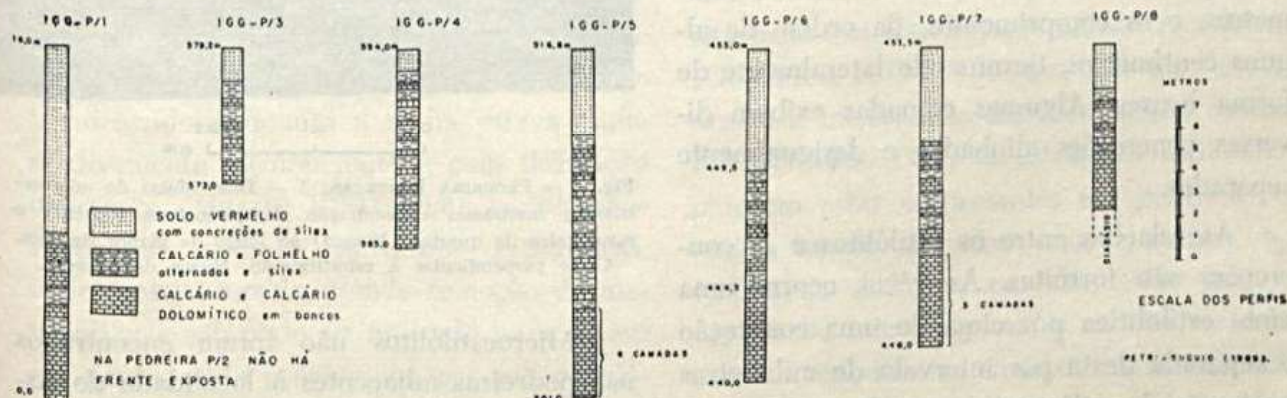


Fig. 2 - Perfis esquemáticos das pedreiras mostrando os bancos de calcário da Formação Irati dos arredores de Assistência. (Segundo Levantamentos do I.G.G. - 1968)

to. Na pedreira Partezani n.º 2, as camadas se dispõem localmente em estrutura dômica, provavelmente motivada por intrusão de diabásio. Os flancos do domo podem inclusive exibir mergulhos de até 20.º. Em camadas com a direção 30º (NE) e mergulho de 20º SE, foram verificadas cintas estilolíticas paralelas ao acamamento, isto é, com a mesma atitude das camadas, fato que denota a formação de estilólitos anterior ao arqueamento das camadas. Os flancos dos picos e depressões podem ser íngremes ou suaves.

Pirotbetumes e partículas de quartzo se concentram nos planos das cintas estilolíticas. As partículas de quartzo são bem visíveis em seções delgadas. Constituem cerca de 1% em área, sobre as seções delgadas, apresestando-se em forma de grãos dispersos no calcário da pedreira Partezani n.º 2, mas, ao longo das cintas estilolíticas chegam a aparecer na proporção de 5 a 10% (Fig. 3). A porcentagem total, em peso, dos insolúveis é de 9%. No calcário da pedreira Partezani n.º 1, a frequência em área sobre seções delgadas, dos grãos de quartzo é muito menor que 1%, aqui também, se concentram ao longo das cintas estilolíticas, chegando a atingir cifras de 1 a 3% (Fig. 4). A porcentagem de insolúveis, em peso, principalmente de pirotbetume, é aqui de 16%.

Os calcários com microestilólitos, aqui descritos, contêm abundantes concreções de sílex, de tamanhos variados mas, geralmente, de forma grosseira lenticular, acompanhando planos de acamamento. As espessuras dessas concreções são variáveis, da ordem de milímetros, e os comprimentos, da ordem de alguns centímetros, terminando lateralmente de forma brusca. Algumas camadas exibem diversas concreções alinhadas e desigualmente separadas.

As relações entre os estilólitos e as concreções são fortúitas. Às vezes ocorre uma cinta estilolítica por cima de uma concreção e separada desta por intervalo de milímetros ou fração de milímetro e com disposição diferente da forma da concreção. Em outras pa-

lavras, o plano de separação entre as concreções e o corpo calcário não favoreceu o desenvolvimento do estilólito. Em certos casos uma cinta estilolítica encontra uma concreção, então a primeira estrutura desvia-se da segunda, procurando se desenvolver dentro da camada calcária.

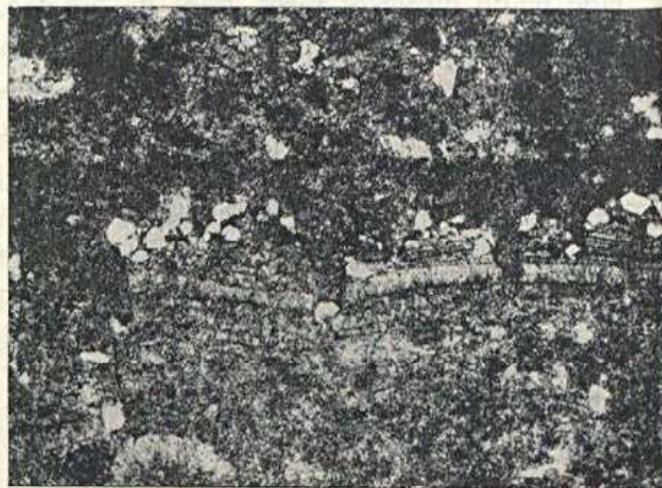


Fig. 3 — PEDREIRA PARTEZANI 2 — Cinta de microestilólito onde se nota intensa concentração de grãos de quartzo (branco). Corte perpendicular à estratificação. Níveis descruzados.

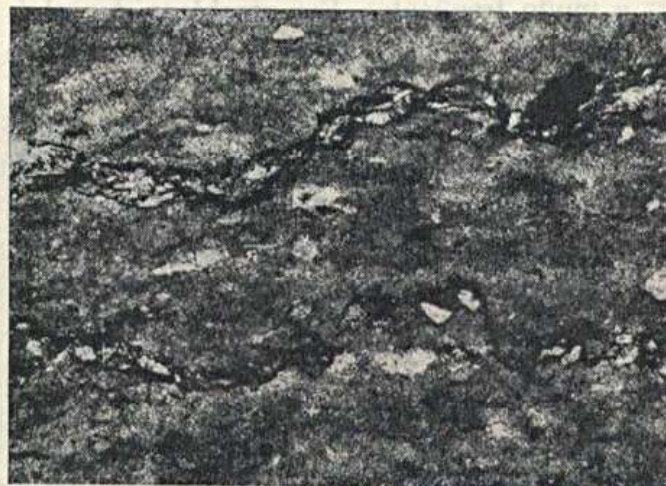


Fig. 4 — PEDREIRA PARTEZANI 1 — Duas cintas de microestilólitos mostrando concentração de pirotbetume (preto) e raros grãos de quartzo (branco) ao longo de planos sinuosos. Corte perpendicular à estratificação. Níveis descruzados.

Microestilólitos não foram encontrados nas pedreiras adjacentes à localidade de Assistência (IGG-P/1 a IGG-P/4, Fig. 1). Nestas pedreiras os calcários estão em contato com

diabásio, mostrando-se perturbados e metamorfizados pela intrusão.

Outros calcários da Formação Irati, fora da área estudada, como entre Piracicaba e Tietê, na pedreira do Maluf, também apresentam estilólitos do mesmo tipo.

ORIGEM

A origem dos estilólitos através de fenômenos de pressão e dissolução está bem estabelecida. A concentração de quartzo e pirobetume nos planos das cintas estilolíticas, aqui estudadas, comprovam que fenômenos de dissolução contribuíram para o aparecimento das estruturas. Discute-se, ainda, sobre o tempo de formação dos estilólitos, se antes da consolidação da rocha, se imediatamente após, ou ainda, se muito tempo após a consolidação. Que estilólitos podem se formar após a consolidação da rocha é provado pela observação de fósseis, oólitos, veios, etc., atravessados por estas estruturas (DUNNINGTON, 1954; PETTIJOHN, 1957).

A formação de cintas estilolíticas demandaria, por outro lado, a remoção, por dissolução, de considerável quantidade de material. A terminação das cintas estilolíticas deveria ser acompanhada, então, por feições normalmente associadas com os processos de remoção de rochas, por êste mecanismo, isto é, espaços vazios ou "vugs", brechação, fraturas de tensão devido à acomodação das camadas superpostas (SCHOT E PARK, 1968, p. 112). A falta de microfalhas nas terminações dos estilólitos parece indicar que há casos em que fenômenos de pressão-dissolução poderiam ter ocorrido enquanto a rocha estava ainda relativamente incompetente e com litificação incipiente (HEALD, 1959). Êste raciocínio é válido para grandes estruturas estilolíticas, onde tenha ocorrido grande remoção de material, mas não pode ser aplicado para o caso em pauta, onde ocorrem apenas microestilólitos. Já chamamos a atenção sobre a pequena porcentagem de material dissolvido, quan-

do tratamos da ocorrência da pedreira Partezani n.º 2.

TREFETHEN (1947, p. 57) observou que muitas concreções de sílex do calcário Burlington, Carbonífero de Missouri, Estados Unidos, são limitadas por estilólitos. Concluiu êste autor que a formação do sílex foi singenética à deposição do calcário. A sílica sofreria progressiva desidratação e litificação; a litificação da sílica seria, em geral, mais rápida do que a lama calcária, fraturando-se e sendo penetrada pelo calcário. As concreções são limitadas por margens estilolíticas, sugerindo origem relativamente precoce para os estilólitos, talvez anterior à completa solidificação da rocha.

Citamos as observações de TREFETHEN para mostrar que os estilólitos podem ter origens diversas. No nosso caso não observamos relação alguma entre os estilólitos e as concreções de sílex. Quando, por acaso, as cintas estilolíticas encontram uma concreção, elas se desviam, continuando pelo calcário mais solúvel e, portanto, mais propício ao desenvolvimento dessas estruturas. Acreditamos, portanto, que os estilólitos dos calcários da Formação Irati, apareceram muito tempo depois das concreções de sílex, quando estas já estavam completamente consolidadas no calcário. Outro argumento a favor deste ponto de vista é a ocorrência de cintas estilolíticas inclinadas na pedreira Partezani n.º 2, acompanhando a deformação do calcário. Por outro lado, a ausência de estilólitos nas pedreiras das adjacências de Assistência, IGG-P/1 a IGG-P/4, sugere que êles antecederam à intrusão de diabásio, sendo destruídos por esta. Pois, as estruturas estilolíticas parecem estar onipresentes em pedreiras da região, exceto naquelas mais próximas aos corpos de diabásio, em dimensões macroscópicas ou microscópicas, e não há razão, se não fôr atribuída ao diabásio, para que estejam completamente ausentes naquelas pedreiras das vizinhanças de Assistência.

Uma sucessão cronológica de eventos poderia ser, portanto, esboçada, com base nas ocorrências das pedreiras estudadas: (1) Deposição do calcário. (2) Consolidação da rocha e formação das concreções de sílex. (3) Aparecimento das cintas estilolíticas. O cruzamento de cintas estilolíticas mostra que elas se desenvolveram em diversas fases. (4) Intrusão de diabásio, que obliterou completamente essas estruturas nos calcários mais próximos.

Outro fato que se nota nas pedreiras é a nítida associação dos níveis com cintas estilolíticas aos bancos calcários basais, mais maciços, que se fazem presentes em tôdas as pedreiras da área (Fig. 2). Parece que nas camadas calcárias cíclicas, superpostas aos bancos, os estratos de folhelhos pirobetubinosos aliviaram a pressão das rochas superpostas através da sua maior susceptibilidade ao esforço de compactação, dissipando-o na sua maior parte e transmitindo pressões pouco efetivas, talvez insuficientes ao desenvolvimento das citadas estruturas nos calcários intercalados. Enquanto isso, praticamente tôda a pressão das camadas superpostas era mais efetivamente transmitida no banco, facultando essa associação entre calcários em bancos e estruturas estilolíticas, observada durante os trabalhos de campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao ENG.^o PRÓSPERO C. PAOLIELLO e ao GEÓLOGO HERMÍNIO FRANCHIM pelo fornecimento de dados sobre a geologia da área de Assistência e das seções colunares das pedreiras, e ao PROF. DR. EVARISTO RIBEIRO FILHO pelo auxílio na obtenção de fotomicrografias.

RESUMO

Esta nota diz respeito à descrição e interpretação genética de estruturas microestilolíticas encontradas em calcários da Formação Irati (P), nos arredores de Assistência, Município de Rio Claro, Estado de São Paulo.

Através do confronto entre os vários fenômenos associados a esta ocorrência é sugerida uma suces-

são cronológica dos eventos, na qual está naturalmente enquadrada a fase em que se deu o desenvolvimento da estrutura em pautas.

SUMMARY

Microstylolites from limestones of the Permian Irati Formation are described in the present paper. They occur at several quarries around the locality of Assistência, Municipality of Rio Claro, State of São Paulo, Brazil. The limestones contain several levels of chert concretions not related to the stylolitic seams. The surfaces separating the concretions from the limestone bodies did not favor the development of stylolites. When a stylolitic seam met, by chance, a concretion, it deviated from the concretion into the limestone body.

The stylolites are not found near diabase, apparently they were obliterated by the intrusion.

The seams are generally perpendicular to the bedding even when the attitudes of the beds depart from the horizontal. Two stylolitic seams may cross each other.

These observations led to the establishment of a chronologic sequence of events viz: 1) deposition of the limestone; 2) consolidation of the rock and the formation of the cherts; 3) several phases of development of stylolitic seams, some of which intersect; 4) intrusion of Cretaceous diabase which post-dated all the above events.

BIBLIOGRAFIA

- DUNNINGTON, H. V., (1954), Stylolitic development post-dates rock induration, *Journal of Sed. Petrol.*, 24, n.º 1, p. 27-49.
- HEALD, M. T., (1955), Stylolites in sandstones, *Journal of Geology*, 63, p. 101-114.
- MANTEN, A. A., (1966), Note on the formation of stylolites, *Geologia en Mijnbouw* 45, n. 8 p. 269-274.
- MANTEN, A. A., (1968), Pre or post-induration formation of stylolite seams: A reply, *Geologie en Mijnbouw*, 47, n.º 2, p. 114-115.
- PETTIJOHN, F. J., (1957), *Sedimentary Rocks*, Harper and Brothers, New York, 718 p.
- SCHOT, E. H. AND PARK, W. C., (1968), Note on the formation of stylolites — Discussion on a paper by A. A. MANTEN, *Geologie en Mijnbouw*, 47, n.º 2, p. 112-113.
- STOCKDALE, PARIS B., (1922), Stylolites: their nature and origin, *Indiana Univ. Studies*, IX, p. 1-97.
- STOCKDALE, PARIS B., (1943), Stylolites: Primary or secondary?, *Journal of Sed. Petrol.*, 13, p. 3-12.
- TREFETHEN, J. M., (1947), Some features of the cherts in the vicinity of Columbia, Missouri, *Amer. J. Sci.*, 245, n.º 1, p. 56-58.