Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Moldes de Cristais de Gipsita como Pseudofósseis no Arenito Botucatu, RS

Luiz Fernando de Ros, Margot Guerra Sommer, Luiz José Tomazelli

Pesquisas em Geociências, 25 (2): 21-27, set./dez., 1998.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21161>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - set./dez., 1998.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Moldes de Cristais de Gipsita como Pseudofósseis no Arenito Botucatu, RS

LUIZ FERNANDO DE ROS; MARGOT GUERRA SOMMER & LUIZ JOSÉ TOMAZELLI

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação
em Geociências, Caixa Postal 15.001 - CEP. 91509-900, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 07/98. Aceito para publicação em 09/98)

Abstract - Sedimentary features in eolian sandstones with plane-parallel lamination of the Botucatu Formation, situated in a quarry in Novo Hamburgo (RS), southern Brazil, were previously interpreted as possible plant imprints. They show very variable shapes, comprising: a) small, isolated, lenticular or lamellar molds with oblique borders; b) aggregated molds, comprising divergent or intercepting, rarely radiated geometry; c) large, lenticular or lamellar molds with small molds transversally to their margins; d) rounded or oval-shaped molds, some with small molds along their margins.

The shapes and distribution of these imprints indicate their origin from the dissolution isolated and aggregated gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) crystals, an evaporitic mineral common in desertic environments. The gypsum was precipitated as large crystals ("selenitic gypsum") within eolian sheet sands shortly after their deposition. Gypsum dissolution was promoted by the later percolation of meteoric groundwaters throughout the sandstones, leaving molds delineated by iron and manganese oxides. Therefore, the studied imprints represent pseudofossils, without any relationship with plants.

Key words: pseudofossils, gypsum molds, eolian sandstones

INTRODUÇÃO

A descoberta de feições sedimentares identificadas preliminarmente como possíveis impressões de fósseis vegetais (Pellizaro, 1997) na pedreira de propriedade de E. J. Haubrich e D. A. Moehlecke, situada na localidade de São João do Deserto, no município de Novo Hamburgo, RS (Fig. 1) levou à solicitação, por parte do Ministério Público, da interdição da área até a realização de estudos complementares.

Com a finalidade de caracterizar estas feições foi encaminhada pelo chefe do 1º Distrito do DNPM solicitação para que a UFRGS se pronunciasse quanto a seu interesse em desenvolver pesquisa no referido material. Paralelamente, a Diretoria do Meio Ambiente (DMA) da Prefeitura de Novo Hamburgo encaminhou a UFRGS solicitação urgente de informações sobre as ocorrências em questão, uma vez que a interdição estava inviabilizando a manutenção das famílias que dependem financeiramente da exploração da referida pedreira.

Essa situação provocou a solicitação, pela Procuradoria da República do Rio Grande do Sul, de um laudo de vistoria e parecer técnico com relação à ocorrência ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 12ª Coordenação Regional), o qual, por não possuir técnicos nesta especialidade, delegou aos professores do Instituto de Geociências, autores deste estudo, a execução da perícia.

O presente trabalho foi estruturado com base no parecer daí decorrente, tendo em vista ocorrências

semelhantes registradas em áreas próximas (Nowatzki *et al.*, 1996) e em outras pedreiras que exploram os arenitos eólicos, o que pode vir a gerar novas discussões e consultas. Seus objetivos são os de divulgar os resultados das análises efetuadas e esclarecer a natureza dessas ocorrências.

DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA

Na referida pedreira são explorados arenitos eólicos de cor castanho-rosada da Formação Botucatu, que são cortados em blocos e em lajes para utilização em construção e calçamento (Estampa 1, Foto A). Os arenitos apresentam laminações de espessura milimétrica (1 a 5 mm), definidas pela alternância de lâminas de areia predominantemente grossa e fina, em distribuição bimodal (Estampa 1, Foto B).

As laminações, contidas em estratos planos e paralelos, de grande extensão lateral e com mergulho de baixo ângulo caracterizam o ambiente deposicional das areias como associado a um lençol eólico (*sand sheet*) ou à parte inferior do flanco de uma grande duna eólica. A natureza dos estratos é essencialmente do tipo transladante cavalgante ("climbing translational strata"), como definido por Hunter (1977), tendo sido formados pela migração e cavalgamento de marcas onduladas eólicas.

As feições anteriormente identificadas como impressões de restos vegetais ocorrem paralelamente às superfícies de laminação, particularmente ao longo de laminações de areia grossa. Essas impressões apresentam formas muito variáveis, compreendendo:

Figura 1 - Mapa de localização da ocorrência analisada, mostrando a faixa de afloramento da Formação Botucatu e os limites das principais unidades geológicas do Rio Grande do Sul.

I) moldes isolados, de formas lenticulares ou lamelares com faces oblíquas, com comprimento variando de cerca de 1 cm a mais de um m (Estampa 1, Foto C);

II) agregados de moldes como os descritos em I) com dimensões aproximadamente similares, compreendendo comumente arranjos divergentes ou entrecruzados de três ou mais moldes alongados (Estampa 1, Fotos C e D), mais raramente com geometria radiada (Estampa 1, Foto D);

III) grandes (10 cm a 1,5 m de comprimento) moldes lenticulares ou lamelares com diversos moldes lamelares menores ao longo das suas margens (Estampa 2, Foto A);

IV) formas arredondadas de contorno aproximadamente circular ou oval com diâmetro comumente entre 15 cm e 1,2 m, comumente com pequenos moldes lamelares ao longo das margens como os descritos em III) (Estampa 2, Foto B).

A espessura das impressões varia, em geral, proporcionalmente com seu comprimento, as maiores com espessura de até 4 cm, as menores da ordem de 2-5 mm. Algumas impressões apresentam margens irregulares, com aspecto corroído (Estampa 2, Foto C). As impressões são comumente salientadas pelo recobrimento dos grãos da areia circundante por óxidos de ferro (cor vermelho acastanhado). Poucas impressões apresentam-se delineadas ou preenchidas por finas crostas de óxidos de manganês pretos (Estampa 2, Foto D), identificados por sua reação de efervescência em água oxigenada.

Além das impressões descritas, e de raras estruturas verticais preenchidas por argilas e óxidos, não

ocorrem nos arenitos quaisquer perturbações ou deformações das laminações deposicionais, tais como bioturbações, marcas de raízes, intercalações argilas ou truncamentos.

INTERPRETAÇÃO: ORIGEM DAS IMPRESSÕES

As interpretações efetuadas anteriormente atribuem estas feições a moldes de vegetais que teriam crescido no ambiente eólico de deposição das areias (Pellizaro, 1997), com base na sua duvidosa caracterização como impressões de folhas, caules e frutificações, de acordo com ocorrência similar anteriormente descrita por Nowatzki *et al.* (1996).

Os estudos aqui realizados discordam frontalmente daquelas interpretações, com base em diversas linhas de evidência, dentre as quais as mais importantes são:

1) As formas descritas não apresentam características típicas que as qualifiquem como *fósseis*. Entende-se como fóssil qualquer espécime que demonstre evidência física de vida pretérita. Constitui-se em requisito essencial para a fossilização a inclusão em uma matriz protetora, usualmente sedimentar. Normalmente esse processo ocorre em um ambiente sedimentar subaquático (fluvial, lacustre, estuarino), sendo muito rara sua ocorrência em ambiente eólico.

A identificação de um fóssil é estabelecida através da analogia com formas modernas, associada à informações fornecidas pelos eventos sedimentares que acompanharam seu processo de soterramento. As feições encontradas na pedra Moehlecke poderiam ser comparadas a *fósseis* gerados pelo processo de *preservação autigênica* caracterizado por Schopf (1975). Este processo envolve o recobrimento de restos orgânicos, normalmente por sedimentos finos (argila e silte), preservando-se a configuração superficial do organismo após sua decomposição, na forma de *impressões e moldes*.

As interpretações anteriormente efetuadas (Pellizaro, 1997) basearam-se na vaga semelhança de algumas das impressões ocorrentes na pedra Moehlecke com estruturas vegetais. Não existe porém qualquer tipo de evidência morfológica superficial que possa ser relacionada a *fósseis* vegetais, sejam eles caules, frutificações, folhas ou raízes. Por outro lado, a geometria da maioria das formas (faces retas, grande espessura dos moldes, arranjos extremamente variados) não indica qualquer afinidade com órgãos vegetais.

Adicionalmente, a ocorrência preferencial das impressões, nos níveis com textura mais grossa cons-

Estampa 1

Foto A. Vista panorâmica de parte da pedreira, mostrando as superfícies de corte do arenito e algumas das impressões analisadas.

Foto B. Bloco com impressões de forma divergente no topo, ilustrando a laminação do arenito formada por estratos transladantes cavalgantes. A lapiseira mede 15 cm de comprimento.

Foto C. Impressões isoladas e agregadas, lenticulares e lamelares, algumas com faces menores oblíquas, em simetria monoclinica.

Foto D. Impressões lenticulares e lamelares isoladas e agregadas, divergentes e radiadas.

Estampa 2

Foto A. Grandes impressões lenticulares com impressões menores ao longo dos bordos. O martelo mede 37 cm de comprimento.

Foto B. Impressão arredondada com diversas impressões menores arranjadas radialmente ao longo das bordas.

Foto C. Impressões agregadas de formas lamelares com margens irregulares de aspecto corroído.

Foto D. Películas e crostas de óxidos pretos de manganês recobrendo impressões agregadas de formas lenticulares.

titui evidência contrária à alegada preservação dos órgãos vegetais, segundo critérios tafonômicos básicos (Schopf, 1975).

As películas escuras que recobrem por vezes a superfície de algumas destas feições (Estampa 2, Foto D) não representam fragmentos de matéria orgânica associados a um organismo vegetal, mas sim incrustações de óxido de manganês, secundárias à formação das estruturas originais.

2) O paleoambiente de pavimento eólico de baixo ângulo, definido pelas estruturas deposicionais (domínio de estratos transladantes cavalgantes gerados pela migração e cavalgamento de marcas onduladas eólicas), e a ausência de bioturbações, intercalações argilosas, superfícies de truncamento e feições sedimentares subaquosas identificam condições de grande aridez, totalmente adversas ao desenvolvimento de plantas e à preservação de seus restos. A presença de fósseis nestas condições ambientais se torna extremamente rara porque, além das condições inóspitas à vida, as características oxidantes do ambiente e a elevada porosidade e permeabilidade das areias são fatores adicionais que contribuem para a rápida e total destruição da matéria orgânica. Os raros fósseis vegetais encontrados nos sistemas eólicos se restringem, em geral, aos depósitos de interdunas úmidas. Não há nenhuma evidência de que a ocorrência em análise corresponda a depósitos formados em uma interduna úmida, pelo contrário, todas as evidências apontam para um ambiente de pavimento eólico sob grande aridez.

3) A distribuição, geometria e arranjos das impressões analisadas indicam tratar-se de moldes de cristais de gipsita ou gipso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), mineral evaporítico muito comum em ambientes desérticos (Deer *et al.*, 1992).

Em areias eólicas, a gipsita precipita-se normalmente na forma de grandes cristais lamelares ou lenticulares (“gipsita selenítica”), que crescem engolfando, substituindo e deslocando os grãos de areia. Esses grandes cristais são geralmente denominados de “cristais de areia” (Kulke, 1974; Watson, 1983; 1985). Comumente, esses cristais formam agregados divergentes, interpenetrados ou radiados, conhecidos por “rosas do deserto”, em algumas ocorrências concentrados ao longo de horizontes ou como crostas (Estampa 3, Fotos A e B; Kulke, 1974; Watson, 1985). Tais ocorrências são mais comumente descritas em depósitos de interduna (Ahlbrand e Fryberger, 1981) e/ou de pavimento eólico com estratificação de baixo ângulo (*sand sheet*; cf. Fryberger *et al.*,

1983), tal como na ocorrência analisada (Estampa 3, Foto C).

As formas descritas na literatura da gipsita selenítica e seus agregados em areias eólicas correspondem precisamente às das impressões analisadas. As faces oblíquas das impressões lamelares correspondem aos pinacóides basais na simetria monoclinica dos cristais de gipsita (Estampa 1, Foto C; Deer *et al.*, 1992). As formas divergentes de “rosas do deserto” lembram as das impressões combinadas mais complexas (Estampa 1, Fotos C e D). As impressões com formas arredondadas ou bordas corroídas (Estampa 2, Fotos B e C) devem corresponder a moldes de cristais de gipsita que sofreram dissolução parcial pouco após sua precipitação, ainda sob condições eodiagenéticas.

Por outro lado, a disposição preferencial das impressões ao longo das laminações de areia mais grossa de um pavimento eólico de baixo ângulo corresponde exatamente à esperada para a precipitação de gipsita a partir de águas subterrâneas concentradas por evaporação em regiões mais deprimidas de um sistema de dunas migrantes através de um vasto ambiente árido, como o atribuído à Formação Botucatu.

Watson (1983) relata que os grandes “cristais de areia” de gipsita formam-se em áreas onde o nível freático encontra-se próximo à superfície e a evaporação mensal excede a precipitação pluviométrica anual (normalmente, de menos do que 200 mm por ano). Segundo essa evidência, os cristais e agregados cristalinos de gipsita devem ter sido precipitados nas areias eólicas quando as mesmas encontravam-se próximas à superfície, pouco após sua deposição, isto é, em condições eodiagenéticas, *sensu* Schmidt e McDonald (1979). Após o soterramento e transformação das areias eólicas nos atuais arenitos consolidados (mesodiagenênese, *sensu* Schmidt e McDonald, 1979), ocorreu o seu soerguimento, com conseqüente exposição, e percolação de águas meteóricas (telodiagenênese, *sensu* Schmidt e McDonald, 1979), que promoveram a dissolução de gipsita, deixando moldes com as formas características dos seus cristais e agregados cristalinos, que foram parcialmente preenchidos por óxidos de ferro ou mais raramente de manganês.

Moldes deixados pela dissolução de cristais de gipsita com características similares às das impressões analisadas são descritos, por exemplo, por Watson (1983) e Loope (1985) em arenitos eólicos semelhantes aos analisados, Loope (1988) em eolianitos carbonáticos (Estampa 3, Foto C), Summerson (1966) e Calvo *et al.* (1995) em rochas carbonáticas. Réplicas ou pseudomorfos de cristais de gipsita substituí-

Estampa 3

Fotos A e B. "Rosas do deserto" de cristais lamelares de gipsita em areias eólicas Recentes da Argélia (Kulke, 1974).

Foto C. Moldes de cristais de gipsita em eolianitos permianos de Utah, US (Loope, 1988). Observar a semelhança com as impressões analisadas.

dos por carbonatos com as mesmas formas características são descritos em folhelhos por Tucker (1976) e em arenitos por Watson (1985) e Loope (1988). Em algumas unidades, a dissolução de gipsita pode ser volumosa a ponto de ser considerada um processo importante de geração de porosidade em aquíferos e reservatórios de petróleo (Strong, 1993).

Moldes de cristais em arenitos eólicos de áreas próximas à localidade estudada e em tudo semelhan-

tes aos aqui descritos foram erroneamente interpretados por Nowatzki *et al.* (1996) como relacionados com restos vegetais. Por outro lado, moldes delineados por óxidos de ferro com contornos que igualmente sugerem origem da dissolução de cristais de gipsita são relativamente comuns no Arenito Botucatu. Nas ruas de Porto Alegre essas feições são comuns nas lajes de arenito utilizadas para calçamento. Espera-se que o presente trabalho esclareça a natureza dessas ocorrências de modo a evitar que novas interpretações equi-

vocadas desses moldes como fósseis vegetais voltem a gerar consultas e disputas legais em torno da proteção de suas ocorrências como pretensos sítios paleontológicos.

Conclui-se portanto que as características das impressões encontradas nos arenitos da pedreira em análise e em outras ocorrências similares indicam que elas não têm qualquer relação com fósseis de vegetais, mas sim com moldes deixados pela dissolução de cristais e agregados cristalinos de gipsita.

CONCLUSÕES

A forma e distribuição das impressões que ocorrem na pedreira de propriedade dos Srs. Ethmar J. Haubrich e Dailor A. Moehlecke, situada na localidade de São João do Deserto, Município de Novo Hamburgo (RS), indicam sua origem pela dissolução de cristais e agregados cristalinos de gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), mineral evaporítico comum em ambientes desérticos, como aquele no qual foram depositadas as areias eólicas nas quais a gipsita foi precipitada. Os moldes de cristais de gipsita foram produzidos quando águas subterrâneas meteóricas percolaram através dos arenitos, deixando nos mesmos suas impressões parcialmente delineadas por óxidos de ferro ou manganês.

As impressões não possuem qualquer relação com fósseis vegetais, sendo portanto caracterizadas como pseudofósseis. É portanto desnecessário e inadequado qualquer procedimento legal para impedir a exploração econômica da referida pedreira ou de ocorrências similares tendo como justificativa a preservação de um pretenso sítio paleontológico.

Agradecimentos - Os autores agradecem o apoio do CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e a L.F.P. Lopes pelo trabalho fotográfico. LFDR agradece o auxílio da FAPERGS - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahlbrand, T. S. and Fryberger, S. G. 1981. Sedimentary features and significance of interdune deposits. In: Ethridge, F. G. & Flores, R. M. (eds.) **Recent and Ancient Nonmarine Depositional Environments: Models for Exploration**, SEPM Special Publication 31, p. 293-314.
- Calvo, J. P.; Jones, B. F.; Bustillo, M.; Fort, R.; Alonso-Zarza A. M.; & Kendall, C. 1995. Sedimentology and geochemistry of carbonates from lacustrine sequences in the Madrid Basin, central Spain. **Chemical Geology**, 123: 173-191.
- Deer, W. A.; Howie R. A.; & Zussman, J. 1992. **An Introduction to Rock-forming Minerals**. London, Longman, 696 p.
- Fryberger, S. G.; Al-Sari, A.M. & Clisham, T. J. 1983. Eolian dune, interdune, sand sheet, and siliciclastic sabkha sediments of an offshore prograding sand sea, Dharam Area, Saudi Arabia. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, 67: 280-312.
- Hunter, R. E. 1977. Basic types of stratification in small eolian dunes. **Sedimentology**, 24: 361-387.
- Kulke, H., 1974. Zur geologie und mineralogie der kalk- und gipskrusten Algeriens. **Geologische Rundschau**, 63: 970-998.
- Loope, D. B. 1985. Episodic deposition and preservation of eolian sands: a late Paleozoic example from southeastern Utah. **Geology**, 13:73-76.
- Loope, D. B. 1988. Rhizoliths in ancient eolianites. **Sedimentary Geology**, 56:301-314.
- Nowatzki, C. H., T. L. Dutra and C. Klein, 1996, Impressões de vegetais em depósitos de interdunas da Formação Sanga do Cabral (Permiano Superior - Triássico Inferior), RS. **Acta Geologica Leopoldensia**, XIX(43): 25-42.
- Pellizzaro, I. 1997. Pedreira guarda fósseis jurássicos, Porto Alegre, RS, **Zero Hora**, 13 de outubro, p.53.
- Schopf, J.M. 1975. Modes of fossil preservation. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 20: 23-53.
- Schmidt, V. & McDonald, D. A. 1979. The role of secondary porosity in the course of sandstone diagenesis. In: Scholle, P. A. & Schluger, P. R. (eds.) **Aspects of Diagenesis**. Tulsa, Oklahoma, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, p. 175-207. (SEPM Special Publication 29)
- Strong, G. E. 1993. Diagenesis of Triassic Sherwood Sandstone Group rocks, Preston, Lancashire, UK: a possible evaporitic cement precursor to secondary porosity? In: North, C. P. & Prosser, D. J. (ed.) **Characterization of Fluvial and Aeolian Reservoirs**, Blackwell, Oxford, Geological Society Special Publication, 73: 279-289.
- Summerson, C. H. 1966. Crystal molds in dolomite; their origin and environmental interpretation: **Journal of Sedimentary Petrology**, 36: 221-224.
- Tucker, M. E. 1976. Replaced evaporites from the late Precambrian of Finnmark, Arctic Norway. **Sedimentary Geology**, 16: 193-204.
- Watson, A. 1983. Gypsum crusts. In: Goudie, A. S. & Pye, K. (eds.) **Chemical Sediments and Geomorphology**. Academic Press, London, p. 133-161.
- Watson, A. 1985. Structure, chemistry and origins of gypsum crusts in southern Tunisia and the central Namib Desert. **Sedimentology**, 32: 855-875.