

CLASSIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS SEDIMENTARES

Armando Márcio Coimbra* Ana Maria Góes**+ Sérgio Luís Fabris de Matos**

* DPE/IGc/USP ** Pós-Graduação/IGc/USP + DGI/CG/UFGA

ABSTRACT

This paper presents a proposal for classifying sedimentary structures that incorporates modern concepts of facies and diagenetic evolution. It adopts as criteria time of formation, genetic processes and direction of sedimentation dynamic or resedimentation.

HISTÓRICO DAS PROPOSTAS CLASSIFICATÓRIAS

No final do século XIX, são pioneiros os trabalhos de Sorby, Grabau e Andrée, porém as estruturas só são organizadas, de maneira sistemática, a partir de Twenhofel (1932), seguindo-se as classificações de Shrock (1948), Pettijohn (1949) e Krumbein & Sloss (1951).

As classificações propostas por Pettijohn (1949) e de Krumbein & Sloss (1951) representam o arcabouço para as propostas posteriores, com destaque para: Pettijohn & Potter (1964), Nagtgaal (1965), Conybeare & Crook (1968), Ricci-Luchi (1970 apud Zarauza et al. 1977), Pettijohn et al. (1987), Selley (1976, 1988), Tucker (1982) e Boggs (1987).

A proposta de Pettijohn (1949), modificada nas edições de 1957 e 1975, utiliza como critério classificatório a natureza do processo gerador, reconhecendo dois grupos: inorgânicas e orgânicas. Inclui ainda a natureza do acamamento, a posição relativa na camada e aspectos geométricos das estruturas.

Krumbein & Sloss (1951 e 1963) definem estruturas singenéticas ou primárias como as formadas contemporaneamente à deposição e epigenéticas ou secundárias como pós-deposicionais.

Autores posteriores como Gluber (1961), Reineck & Singh (1980), Collinson & Thompson (1982) e Allen (1989) contribuem para a compreensão dos aspectos genéticos das estruturas, embora sem apresentarem, contudo, novas propostas classificatórias.

CLASSIFICAÇÕES UTILIZADAS NO BRASIL

No Brasil, Mabesoone (1968 e 1983); Suguio (1973); Petri & Fúlfaro (1976); Netto (1980) utilizam das propostas de Pettijohn (1949, 1957 e 1975) e Krumbein & Sloss (1951 e 1963).

Netto (1980) introduz um novo grupo para os tipos de contato, além de incluir a ciclicidade e a ritmicidade nos tipos de acamamento.

Caetano-Chang *et al.* (1992) organizam os seguintes conjuntos de estruturas por similaridade genética: fluxo unidirecional (tracionais e gravitacionais), fluxo oscilatório e penecontemporâneas que incorporam as deformacionais.

Denota-se que as propostas classificatórias existentes são mais completas para as estruturas primárias físicas, levando a segundo plano as demais, por serem as singenéticas importantes para reconstruções paleogeográficas.

A PROPOSTA CLASSIFICATÓRIA

Os parâmetros adotados na presente classificação (figura 1) são: o momento de formação, processos geradores e possibilidade de identificação da direção/sentido de transporte sedimentar.

Quanto ao momento de formação, as estruturas são **singenéticas** ou **diagenéticas**. As primeiras revelam a história deposicional, enquanto que as demais ligam-se à evolução diagenética dos sedimentos. As **singenéticas** são divididas em **sindeposicionais**, diretamente ligadas à deposição e **penecontemporâneas**, resultantes de modificações nos sedimentos recém-depositados através de processos ainda atuantes no ambiente deposicional. As estruturas **diagenéticas** podem ser: **eodiagenéticas**, formadas quando os sedimentos ainda não estão totalmente litificados, e **mesodiagenéticas**, ligadas a processos de transformação em sedimentos litificados.

As estruturas sedimentares podem recuperar dados de direção e sentido (propriedades do vetor resultante de forças) de seu fluxo gerador. Desta forma, classificam-se quanto a possibilidade de indicar ou não a direção (**direcionais** e **não direcionais**) e sentido (**azimutais** e **não azimutais**, com significado de rumo ou sentido do fluxo) da atuação de processos geradores. As estruturas **direcionais** (trativas, oscilatórias e deformacionais) possibilitam reconstruções paleogeográficas, a partir de inferências de paleocorrentes e paleodeclives.

Em adição, classificam-se as estruturas quanto à natureza do principal processo: físico, químico ou biogênico. Assim, temos: a) **físicas-sindeposicionais**: originadas em regime de fluxo superior tracional, oscilatório e de corrente de turbidez; fluxos de detrito e/ou lama; regime de fluxo inferior trativos; suspensão; b) **físicas-penecontemporâneas**: ligadas à atuação de processos trativos e oscilatórios que atuam na superfície dos estratos recém-depositados, provocando marcas erosivas e deformacionais; c) **físicas-eodiagenéticas**: presentes em sedimentos não totalmente litificados, refletem modificações ligadas à plasticidade destes e/ou aos processos de fluidificação, lutocinese e halocinese; d) **físico-químicas (penecontemporâneas e diagenéticas)**: refletem deformações no sedimento depositado por variações volumétricas ligadas a precipitação/dissolução de componentes da rocha ou convoluções (sobrecarga e escorregamento); e) **químicas-sindeposicionais**: originadas da precipitação de sais segundo sua solubilidade; f) **químicas penecontemporâneas e diagenéticas**: ligadas a processos de dissolução e precipitação, resultando em concreções, estólitos e cone em cone; g) as **biogênicas-sindeposicionais**: originadas da atividade de organismos que edificam construções; h) as **biogênicas-penecontemporâneas** originam-se de atividades destrutivas, que alteram a organização interna das camadas ou por impressões superficiais (figurativas, fito/zoobioturbação).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as valiosas sugestões dadas Cláudio Riccomini, Luiz Alberto Fernandes e Thomas Rich Fairchild.

IV - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J.R.L. - 1984 - *Sedimentary structures*. Oxford, Elsevier, 1256p.
- BOGGS JR., S. - 1987 - *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Columbus (Ohio), Merrill Pub. Company, 784p.
- CAETANO-CHANG, M.R.; GERRA, W.J.; PERINOTTO, A.J.; PETRI, S.; AMARAL, S.E. - 1992 - Atlas de estruturas sedimentares. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo, SBG. Boletim de resumos expandidos. v.2, p. 419.
- COLLINSON, J.D. & THOMPSON, D.B. - 1982 - *Sedimentary structure*. London, George Allen & Unwin, 194p.
- CONYBEARE, C.E.B. & CROOK, K.A.W. - 1968 - *Manual of Sedimentary Structures*. Sidney, DND-BMRGG (Bulletin no 102), 327 p.
- GUBLER, Y. - 1966 - *Essai de nomenclature et caractérisation des principales structures sédimentaires*. Paris, Editions Technip, 291p.
- KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. - 1951 - *Stratigraphy and Sedimentation*. San Francisco, W. H. Freeman, 497p.
- KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. - 1963 - *Stratigraphy and Sedimentation*. 2ed. San Francisco, W. H. Freeman, 660p.
- MABESOONE, J.M. - 1968 - *Sedimentologia*. Recife, Editora Universitaria/ UFPE, 474p.
- MABESOONE, J.M. - 1984 - *Sedimentologia*. 2ed. Recife, Editora Universitaria -UFPE, 475p.
- NAGTEGAAL, P.J.C. - 1965 - An approximation to the genetic classification of non-organic sedimentary structures. *Geologie en Mijnbouw*, 44(10):347-352.
- NETTO, A.S.T. - 1980 - *Manual de Sedimentologia*. Salvador, PETROBRÁS, SEPES, DIVEN. Setor de Ensino, 194p.
- PETRI, S. & FULFARO, V.J. - 1976 - *Estratigrafia*. São Paulo, IG/USP, 405p.
- PETTIJOHN, F.J. - 1949 - *Sedimentary rocks*. New York, Harper Publ., New York, 526p.
- PETTIJOHN, F.J. - 1957 - *Sedimentary rocks*. 2ed. New York, Harper & Row Publ., 718p.
- PETTIJOHN, F.J. - 1975 - *Sedimentary rocks*. 3ed. New York, Harper & Row Publ., 628p.
- PETTIJOHN, F.J.; POTTER, P.E.; - 1964 - *Atlas and glossary of primary sedimentary structures*. New York, Springer-Verlag, 370p.
- PETTIJOHN, F.J.; POTTER, P.E.; SIEVER, R. - 1973 - *Sand and sandstones*. New York, Springer-Verlag, 618p.
- PETTIJOHN, F.J.; POTTER, P.E.; SIEVER, R. - 1987 - *Sand and sandstones*. 2ed. New York, Springer-Verlag, 553p.

- REINECK, H.E. & SINGH, I.B. - 1980 - *Depositional sedimentary environments*. Berlin, Springer-Verlag, 549p.
- SHROCK, R.R. - 1948 - *Sequence in Layered Rocks*. New York, McGraw Hill, 507p.
- SELLEY, R.C. - 1976 - *An Introduction to Sedimentology*. London, Academic Press, 417p.
- SELLEY, R.C. - 1988 - *Applied Sedimentology*. London, Academic Press, 446p.
- SUGUIO, K. - 1973 - *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo, Ed.USP, 317p.
- TUCKER, M. - 1982 - *The Field Description of Sedimentary Rocks*. New York, John Wiley & Sons, 114p.
- TWENHOFEL, W.H. - 1932 - *Treatise on Sedimentation*. 2ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 926p.
- ZARAUZA, I.C.; SANUY, J.R.; TORRES, L.M.S; MINONDO, L.V. - 1977 - *Estratigrafia*. Madrid, Editorial Rueda, 718p.

| | | | | | |
|--------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|---|
| SINGENÉTICAS | SINDEPOSICIONAIS | NÃO DIRECIONAIS | | Físicas | estratificações: plano-paralela, gradativa, maciça (regime de fluxo superior: fluxos tracional e oscilatório; corrente de turbidez; fluxos de detritos e/ou lama; suspensão) |
| | | | | Químicas | estratificações por zoneamento de sais (originadas por variação de solubilidade), <i>ictiolitos</i> |
| | | | | Biogénicas | estromatólitos, esteiras microbianas (construtivas) |
| | | DIRECIONAIS | Azimutais (corrente) | Físicas | Trativas (tração ou tração e suspensão) estratificações cruzadas; marcas onduladas assimétricas, laminações cruzadas e <i>ripple drift cross lamination</i> (regime de fluxo inferior), <i>flaser</i> , <i>wavy</i> e <i>linsen</i> |
| | | | | | Trativas lineação de corrente (regime de fluxo superior) |
| | | | Não azimutais | | Oscilatórias marcas onduladas simétricas, estratificação cruzada tipo <i>hummocky</i> |
| | PENECONTEMPORÂNEAS | NÃO DIRECIONAIS | | Físicas | gretas de contração e sinerese; <i>curved flakes</i> ; pingos de chuva; clastos caídos e dobras supratênuas; estruturas de fluidificação (vulcão de areia e lama); estruturas de dissipação de dunas |
| | | | | Físico-Químicas | deformações por crescimento ou dissolução de sal (dobras enterolíticas, <i>lepee</i> , <i>bird-eyes</i>) <i>fulguritos</i> |
| | | | | Químicas | nódulos e concreções |
| | | | | Biogénicas | bioturbações: A) figurativas: icnofósseis; B) destrutivas: mosqueamento (acamamento maciço) |
| | | DIRECIONAIS | Azimutais (corrente ou paleodecive) | Físicas | Trativas e Fluxos gravitacionais marcas em crescente em pavimento estriado, marcas de sola, dobras convolutas e pequenas falhas por escorregamento em dunas, torrão de açúcar |
| | | | Não azimutais | | Trativas canais, marcas de escorrimeto, pavimento de clastos com topo aplainado, pavimento estriado, marcas de sola |
| DIAGENÉTICAS | EODIAGENÉTICAS | NÃO DIRECIONAIS | | Físicas | Deformacionais marcas de sobrecarga, estratificações convolutas por sobrecarga, <i>katicinese</i> , <i>flame</i> e <i>diápiros</i> , <i>pseudonódulos</i> , <i>sand-bells</i> , estruturas de fluidificação (<i>dish</i> , <i>pilares</i> , estratificações convolutas e maciças), <i>diques</i> clásticos |
| | | | | Físico-Químicas | estruturas deformacionais por dissolução de sais (dobras enterolíticas) e por <i>halocinese</i> |
| | | | | Químicas | concreções |
| | | DIRECIONAIS | Azimutais (paleodecive) | Físicas | Deformacionais (ductil-rúptil) estratificação convoluta por escorregamento |
| | MESODIAGENÉTICAS | NÃO DIRECIONAIS | | Físico-Químicas | <i>diápiros</i> por <i>halocinese</i> |
| | | | | Químicas | <i>estólitos</i> paralelos ao acamamento, cone em cone, concreções |

Figura 1 - Classificação de estruturas sedimentares (Coimbra, Góes & Matos 1993)