

APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE FLEMMING À CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURAS QUATERNÁRIAS EM CABECEIRAS DE VALE: CAMPO ALEGRE (SC).

Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira¹; Gisele Leite de Lima²; Gláucia M^a dos Santos Silva Ferreira³; Rafael Bendo Paulino⁴; William de Oliveira Sant'Ana⁵.

¹Dr. em Geomorfologia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, CFH, e-mail: maroliv@cfh.ufsc.br;

²Mestranda em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: glima@yahoo.com.br;

³Graduanda em Geografia, Bolsista IC/PIBIC/CNPq, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: glauclia2506@bol.com.br;

⁴Graduando em Geografia, Bolsista IC/CNPq, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: theo@grad.ufsc.br;

⁵Graduando em Geografia, Bolsista IC/CNPq, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: williamsana@yahoo.com.br

RESUMO

O diagrama de Flemming, é um diagrama triangular que foi adaptado com o objetivo de permitir a classificação de sedimentos lamosos, caracterizados por misturas mais ou menos densas de fluidos e sólidos, através de critério hidrodinâmico. A classificação hidrodinâmica visa associar o depósito sedimentar à energia do agente de transporte. Sua aplicação para o estudo de sedimentos quaternários em cabeceiras de vale visa facilitar interpretações paleo-hidrológicas. Fluxos mais ou menos densos de lama têm comportamento reológico similar ao de correntes de turbidez, caracterizadas por turbulência fluidal, sob energia e concentração decrescentes. Devido às características específicas das cabeceiras de vale estudadas, parte significativa dos depósitos analisados possui características de mecanismos nos quais predominam turbulência viscosa e turbulência fluidal, gerando depósitos com organização incipiente e sucessões granodecrescentes, características de “correntes de turbidez”. Paleossolos ocorrem intercalados a estes depósitos. Devido a semelhança reológica apontada, decidiu-se testar a aplicação do diagrama triangular de Flemming para depósitos em cabeceiras de vale. Os resultados obtidos permitiram distinguir depósitos com organização incipiente dos que possuem melhor organização textural. Igualmente, foi possível distinguir sedimentos e paleo-horizontes pedológicos. Observa-se que o diagrama de Flemming pode ser aplicado à classificação de coberturas quaternárias em cabeceiras de vale.

ABSTRACT

The ternary diagram of Flemming is a revised textural classification of gravel-free muddy sediments containing hydrodynamic subdivisions in order to allow the association between sediments and the energy of transport. Its application to the study of quaternary sediments in valley heads was envisaged in order to improve paleohydrologic interpretation. Muddy flows, which viscosity may be variable, have rheologic behavior similar to that of turbidity currents, in which prevail fluidal turbulence, under decreasing energy and solid concentration. Due to the specific characteristics of the study valley heads, most of the analyzed sediments is created by processes in which prevail viscous and fluidal turbulence, leading to either roughly organized or normal grading deposits, similar to those of turbidity currents. In the study valley head areas, paleosoils are frequently intercalated with sediments. As the latter had been considered similar to muddy flows, this work deals with the application of the diagram of Flemming to quaternary deposits in valley heads. As a result, it is possible to distinguish roughly organized deposits from well-organized ones. As well, it is possible to distinguish sediments from paleosoils. The application of the diagram of Flemming to the analysis of quaternary deposits in valley heads seems promising.

Palavras-Chave: diagrama de flemming - Cabeceira de Vale – quaternário.

1. INTRODUÇÃO

Na década de 90 as áreas de cabeceira de vale surgiram como áreas de interesse acadêmico nas quais haveria elevada probabilidade de encontrar-se registro de mudanças hidrológicas pretéritas (DIETRICH & DUNNE, 1993). De fato, além de serem áreas cuja hidrologia é caracterizada pela convergência de fluxos superficiais e subsuperficiais, as cabeceiras de vale são o resultado geomorfológico da atuação de processos de erosão e de sedimentação ao longo do tempo, sendo, de acordo com características locais, áreas nas quais o registro sedimentar quaternário tem forte probabilidade de estar relativamente bem preservado

(OLIVEIRA, 1999). Desde 1996, estas áreas têm sido objeto de pesquisas desenvolvidas pela equipe nos estados de Santa Catarina e Paraná.

Vários são os processos através dos quais pode-se explicar a gênese de cabeceiras de vale (DIETRICH & DUNNE, 1993). O efeito destes processos de erosão e de transporte ao longo do tempo é o de modificar superfícies geomorfológicas lato sensu, gerando feições e estruturas que podem permanecer preservadas no registro estratigráfico. Devido à posição e à função ocupadas por cabeceiras de vale no interior de bacias hidrográficas, qualquer registro quaternário nelas preservado é

testemunho de alterações ambientais associadas à adaptação da rede hidrográfica ao longo do tempo, fornecendo evidências passíveis de interpretação paleohidroológica (OLIVEIRA et. al., 2001).

No entanto, como estes setores das bacias hidrográficas estão muito próximos das fontes de escoamento e de sedimentos para a bacia hidrográfica, realizando com frequência a articulação entre processos de encosta e processos fluviais, em geral, o grau de diferenciação dos sedimentos preservados é relativamente fraco, implicando corpos sedimentares mal selecionados, com estratificação incipiente e poucas diferenças granulométricas. Nestes casos, têm-se recorrido ao uso de critérios alostratigráficos para a definição de unidades sedimentares.

Devido às características geológicas e climáticas das áreas estudadas por nossa equipe, o registro quaternário preservado em cabeceiras de vale tem revelado quantidade ímpar de estruturas sedimentares e de paleossolos quaternários, fato que nos levou a sucessivas tentativas de diferenciação dos sedimentos através da aplicação de sistemas de classificação granulométrica.

Com efeito, estes sistemas de classificação (diagramas ternários etc.) são eficientes quando o agente de transporte tem competência para realizar seleção granulométrica, como no caso de fluxos de baixa viscosidade, para os quais pode-se mesmo prever a relação entre tamanho do grão e velocidade do fluxo. Nestes casos, a interpretação paleohidroológica é facilitada pelas características do sedimento estudado. No caso de sedimentos relativamente mal selecionados, ou cujas características texturais sejam ainda muito próximas das do manto de intemperismo, deve-se recorrer a sistemas de classificação concebidos para o estudo de fluxos de maior viscosidade, nos quais o trabalho de seleção granulométrica não é eficiente.

Após tentativas relativamente bem sucedidas de aplicação do sistema de classificação de Passega (1964) aos sedimentos estudados, foi iniciado em 2001 o estudo da aplicação do diagrama ternário de Flemming (2000) ao estudo de seqüências coluviais (LIMA, 2001). Este diagrama foi concebido para a classificação hidrodinâmica de sedimentos gerados por fluxos cujas características reológicas são muito próximas das dos fluxos mais frequentes em ambientes de articulação entre encosta e calhas fluviais, caracterizados por fluxos lamosos cuja reologia pode abarcar ampla variação de viscosidade, desde a mais alta a mais baixa.

O presente trabalho apresenta os resultados da aplicação do diagrama de Flemming à classificação hidrodinâmica de sedimentos quaternários em cabeceiras de vale no município de Campo Alegre, extremo norte de Santa Catarina.

2. APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE FLEMMING À CLASSIFICAÇÃO DE SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS GERADOS EM AMBIENTES DE CABECEIRAS DE VALE.

Neste artigo serão abordados resultados de análises granulométricas realizadas para amostras coletadas em corte de estrada, trincheira e sondagens no município de Campo Alegre, área pertencente ao Planalto de São Bento

do Sul que é caracterizada por relevo de colinas, com altitudes em torno de 850 a 950 m, sob clima mesotérmico úmido com verões frescos (SEPLAN, 1991).

Foram realizados levantamentos através dos quais seções estratigráficas foram elaboradas. Nestas seções os diferentes volumes foram descritos em função de sua cor, textura, forma e ocorrência de alterorelíquias, permitindo a individualização de volumes em campo.

Para a determinação da distribuição granulométrica das partículas, foram utilizadas as técnicas de peneiramento para a fração grossa (> 0.062 mm), e pipetagem para a fração fina (< 0.062 mm), conforme Suguio (1973). Após a determinação desta distribuição, estes dados foram lançados no Diagrama Triangular para a Classificação de Sedimentos proposta por Flemming (2000) (Figura 1).

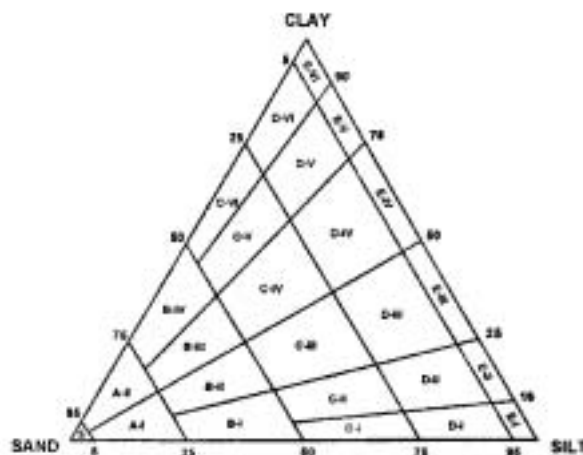


Figura 1 - Diagrama ternário de Flemming. Segundo Flemming (2000, p.1132).

O diagrama trabalha com duas componentes: areia e lama (silte e argila). A partir da relação entre o conteúdo destas duas, surgem seis tipos de sedimentos: 1) areia (S): < 5% lama; 2) areia levemente lamosa (A): 5 – 25% lama; 3) areia lamosa (B): 25 – 50% lama; 4) lama arenosa (C): 50 – 75 % lama; 5) lama levemente arenosa (D): 75 – 95% lama e 6) lama (E): > 95% lama. Este diagrama apresenta 25 classes de sedimentos (Figura 1). De acordo com Flemming (2000), a identificação de regimes hidrodinâmicos distintos seria possível através do agrupamento das amostras ao longo de bandas alongadas que tenderiam a oscilar radialmente, a partir do vértice da classe “areia”.

A seguir são apresentados resultados obtidos para as diferentes seções estudadas, representando ambientes de sedimentação particulares no interior de cabeceiras de vale.

2.1 - Análise dos materiais da seção pedo-estratigráfica Cerro do Touro.

A seção pedo-estratigráfica Cerro do Touro foi levantada em corte de estrada e é constituída por seqüência de colúvios lenticulares intercalados por paleohorizontes organo-minerais (Figura 2). Trata-se de ambiente típico de encosta, adjacente a cabeceiras de vale.

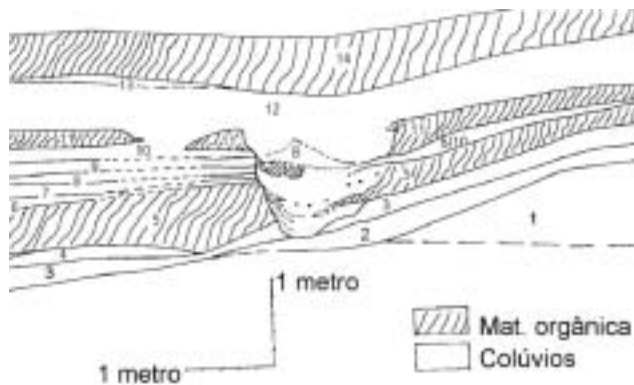


Figura 2 - Esboço de seção estratigráfica na localidade de Cerro do Touro. Os números referem às unidades identificadas. A idade ^{14}C do paleossolo "5" é de 19.130 ± 110 A.P. O paleossolo "11" foi datado de 15.260 ± 80 A.P.

Os resultados granulométricos para esta seção são apresentados na Figura 3.

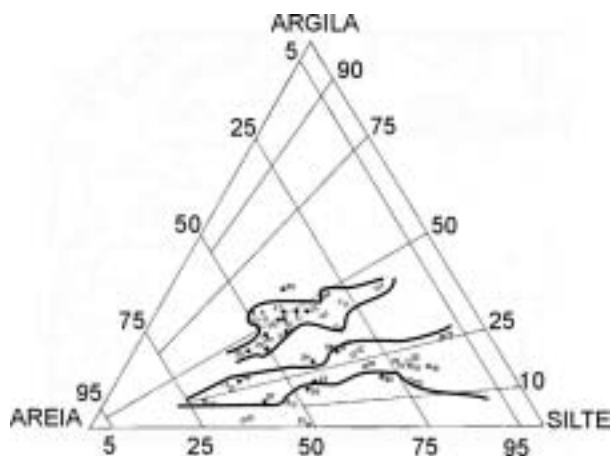


Figura 3 - Distribuição das amostras do Cerro do Touro. Notar distribuição das amostras ao longo de dois domínios distintos.

As amostras de camadas colúvias são claramente individualizadas no setor central da Figura 3, ao longo do eixo de aproximadamente 50% de argila. Já as amostras de horizontes organo-minerais, formadas por paleossolos, se distribuem ao longo do setor inferior do diagrama, entre 10 e 26% de argila. A Figura 3 ilustra resultados de nossa primeira aplicação do diagrama de Flemming a cabeceiras de vale (LIMA, 2001) e indica, excluídas as exceções que confirmariam a regra, que colúvios e horizontes pedogenéticos se distribuem em domínios diferentes do diagrama.

A maioria das camadas colúvias foi classificada como composta de sedimentos do tipo lama arenosa (30 a 75% lama), variando entre a classe lama silto-arenosa (C-III) a lama argilo-arenosa (C-IV). Em algumas camadas surgem outros tipos de sedimentos como lama levemente arenosa (75 a 95% de lama, classe D-III), na camada 3 e areia lamosa (25 a 50% lama), classe areia siltosa (B-II), na camada 9. A camada colúvia 4 é formada por sedimentos

do tipo areia lamosa (25 a 50% lama), classe areia muito siltosa (B-I).

Nos paleossolos os tipos também variaram de areia lamosa (25 a 50% lama) a lama levemente arenosa (75 a 95% lama), embora o número de classes se apresente maior. No horizonte de 19ka (unidade 5) predomina material do tipo lama levemente arenosa (75 a 95% lama), classe lama muito siltosa levemente arenosa (D-II). No horizonte de 15ka (unidade 11) as amostras analisadas variam de areia lamosa (25 a 50% lama), classe areia siltosa (B-II) a lama arenosa (50 a 75% lama), classe lama silto-arenosa (C-III) a lama argilosa (C-IV).

2.2 - Análise dos materiais de seção pedo-estratigráfica de cabeceira de vale, em mina de caulim.

Trata-se de seção levantada no interior de mina de extração de caulim (Figura 4). A seção é característica de cabeceira de vale na qual se desenvolveu turfeira, datada do final do Pleistoceno (a idade ^{14}C do topo da turfeira é de 49.300 ± 6.970 A.P.). A turfeira foi recoberta por várias camadas de colúvio lenticular, bem estratificado, invisíveis na fotografia, indicando vários pulsos de erosão, transporte e sedimentação. Intercalado a esta seqüência colúvia fina ocorre paleossolo, visível no setor esquerdo da fotografia, cuja idade ^{14}C ainda não foi determinada.



Figura 4 - Foto de mina de caulim na qual foi levantada seção estratigráfica. Notar seta que aponta para mancha escura no piso da mina, indicando o topo de turfeira Pleistocênica, cujas amostras são analisadas na figura 5.

As amostras analisadas neste trabalho são oriundas da turfeira da base da seqüência, para a qual foi realizado estudo de detalhe. A distribuição das amostras no diagrama de Flemming é ilustrada pela Figura 5.

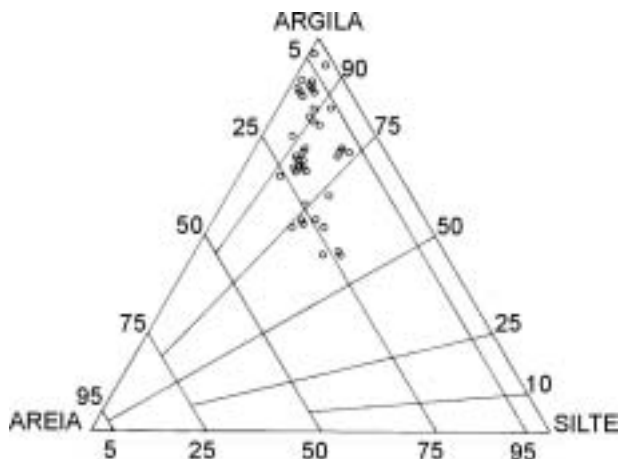


Figura 5 - Distribuição das amostras da turfeira de seção pedo-estratigráfica levantada em mina de argila.

Neste volume as amostras variaram de lama arenosa (30 a 75% lama) a lama (>95% lama), passando por lama levemente arenosa (75-95% lama). No conjunto das amostras, observa-se a existência de dois níveis bem delimitados: um de topo, com material texturalmente mais fino e um basal, com material mais grosso.

O primeiro nível, que se estende do topo da turfeira até aproximadamente 60 centímetros de profundidade, é constituído por amostras cuja classificação varia de lama levemente arenosa muito argilosa (D-V) a lama levemente arenosa extremamente argilosa (D-VI). O segundo nível é separado do primeiro por mudança textural (duas amostras de argila, classe E-VI) e é composto por amostras que se estendem da área de transição até a base da turfeira, há 1,5 m do topo. Este conjunto é composto por materiais com maior percentual de areia. Neste nível, as classes variaram de lama argilo-arenosa (C-IV) a lama levemente arenosa extremamente argilosa (D-VI).

2.3 - Análise de amostras em toposequência sobre terraço aluvial.

As amostras analisadas foram obtidas por trado manual ao longo de toposequência realizada sobre pequeno terraço fluvial, próximo de cabeceira de vale (Figura 6).



Figura 6 - Vista de pequeno terraço fluvial a jusante da cabeceira do Cerro do Touro. A seta aponta para a cobertura aluvial na qual foram realizadas sondagens.

Trata-se de seqüência aluvial, com amostras cujos sedimentos tenderiam a ser mais característicos de fluxos de baixa viscosidade. Os resultados apresentados são preliminares e análises mais detalhadas ainda serão realizadas. As estruturas sedimentares de detalhe ainda são desconhecidas e as principais correlações estratigráficas ainda não foram estabelecidas. Para este trabalho foram selecionadas amostras de nível turfoso identificado ao longo de três pontos de sondagem distintos. Os resultados são apresentados na (Figura 7).

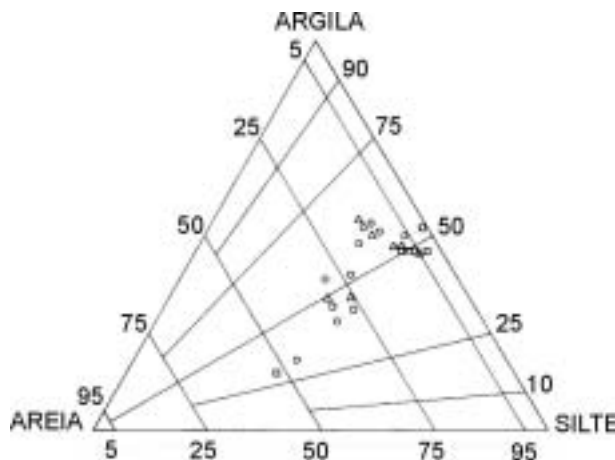


Figura 7 - Distribuição das amostras aluviais no diagrama de Flemming.

Os materiais variam de areia lamosa, classe B-II (areia siltosa), a lama, classes E-III e E-IV (respectivamente, silte argiloso e argila siltosa), passando por lama silto-arenosa (classe C-III), lama argilo-arenosa (classe C-IV), lama siltosa levemente arenosa (classe D-III) e lama argilosa levemente arenosa (classe D-IV).

Estes materiais são caracterizados por misturas de partículas nas quais predominam sedimentos finos. No detalhe, se analisadas de acordo com a estratigrafia, o que não é realizado neste trabalho, seriam observadas passagens texturais relativamente claras, de acordo com o furo de sondagem analisado. Apesar das variações texturais

observadas, nota-se a distribuição clara das amostras analisadas ao longo de banda bem delimitada, que se estende aproximadamente ao longo do eixo de 50% de argila, com concentração de amostras nas classes lama arenosa e lama levemente arenosa (mais de 70% das amostras).

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

Os resultados apresentados sugerem que as diferentes amostras estudadas, coletadas em seções estratigráficas em cabeceiras de vale, ambientes de articulação entre encostas e calhas fluviais, podem ser caracterizadas texturalmente através da aplicação do diagrama de Flemming (2000). De fato, a observação das figuras 3, 5 e 7 sugere distribuições granulométricas relativamente bem individualizadas.

A Figura 3 ilustra a aplicabilidade do diagrama para individualização de colúvios e de paleo-horizontes pedogenéticos quaternários em ambiente típico de encosta. Com efeito, as amostras de colúvios e de paleossolos se distribuem ao longo de bandas claramente distintas. As amostras colúvias tendem a se agrupar em classes intermediárias, características de misturas mal selecionadas. Nota-se que os horizontes organo-minerais são mais siltosos e menos argilosos do que os colúvios.

A Figura 5 ilustra a distribuição de amostras oriundas de turfeira Pleistocênica, em ambiente alagado, em cabeceira de vale desenvolvida sobre alteritas argilosas. O ambiente analisado é típico de áreas situadas na transição entre encostas e calhas fluviais, nas quais a principal característica é a formação de zonas de saturação próximas da superfície (OLIVEIRA, 1999). Nota-se sobretudo o agrupamento das amostras ao longo das classes mais finas do diagrama, sugerindo ambiente de baixa energia, em geral necessário à acumulação de turfeiras.

A Figura 7 ilustra a distribuição de amostras oriundas de turfeira desenvolvida sobre sedimentos aluviais ainda não datados. Estes materiais foram provavelmente transportados e depositados sob influência de fluxos de baixa viscosidade, sob energia variável, característicos de calha fluvial. Deve-se considerar para estas amostras a influência provável do aporte de partículas finas relacionado ao desenvolvimento do solo turfoso.

4. CONCLUSÕES.

Estes resultados sugerem que a aplicação do diagrama triangular de Flemming (2000) a coberturas quaternárias situadas em cabeceiras de vale permite a distinção de ambientes de sedimentação caracterizados por regimes hidrodinâmicos variados. Por esta razão, o termo “fácies” é uma das palavras-chave do texto do autor. De fato, os resultados de nosso estudo indicam a aplicabilidade desta metodologia à análise faciológica dos ambientes estudados.

Trata-se de resultados promissores que, com o aprofundamento da pesquisa, devem propiciar a adaptação da metodologia à interpretação paleo-hidrológica de seqüências pedo-estratigráficas quaternárias em cabeceiras de vale.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFSC), pelo apoio a dissertações e pelo financiamento de

datações radiométricas. Ao CNPq, pelo apoio na modalidade de auxílio integrado à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIETRICH, W. E. & DUNNE, T. (1993). The channel head. In: BEVEN, K & KIRKBY, M. J. (eds.). Channel network hydrology. John Wiley e Sons Ltd, p. 175-219.
- FLEMMING, B. W. (2000). A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis ternary diagrams. In: Continental Shelf Research, n. 20, pp. 1125-1137.
- LIMA, G.L. (2002) Caracterização de solos colúvias em área de cabeceira de drenagem; Cerro do Touro, Campo Alegre-SC. Trabalho de Conclusão de Curso. UFSC, Florianópolis.
- OLIVEIRA, M. A. T. (1999). Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçoroca. In: GUERRA, Antônio José Teixeira. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, pp. 57-99.
- OLIVEIRA, M. A. T.; CAMARGO, G.; PAISANI, J.C & CAMARGO FILHO, M. (2001). Caracterização paleohidrológica de estruturas sedimentares quaternárias através de análises macroscópicas e microscópicas: do registro sedimentar local aos indícios de mudanças globais. In: Pesquisas em Geociências. Vol. 28, n. 2, p. 183-195. UFRGS. Porto Alegre.
- PASSEGA, R. (1964). Grain-size representation by CM patterns as a geological tool. In: Journal of Sedimentary Petrology, v. 34, n.4, pp. 830-847.
- SUGUIO, K. (1973). Introdução à sedimentologia. Edgar Blücher, São Paulo.