

ANÁLISE DE ESTRUTURAS SEDIMENTARES EM DEPÓSITOS DE PREENCHIMENTO DE CANAL NO SUL DO SEGUNDO PLANALTO DO PARANÁ COM VISTAS À INTERPRETAÇÃO PALEOIDROLÓGICA

CAMARGO, G¹

¹Universidade Estadual do Centro-Oeste–UNICENTRO - gicamargo@unicentro.br

OLIVEIRA, M.A.T. de²

²Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC – marcacioly@hotmail.com

CAMARGO FILHO, M³

³Universidade Estadual do Centro-Oeste–UNICENTRO - mauricio@unicentro.br

RESUMO

A área de estudo deste trabalho situa-se ao sul do rio Iguaçu, no município de Lapa (PR), abrangendo o sul do Segundo Planalto Paranaense. Trata-se de encosta que apresenta em seu setor mais baixo, em seção de corte de estrada, depósitos de preenchimento de canal com estruturas sedimentares bem preservadas. Portanto o objeto de estudo é representado pelos depósitos aluviais em paleocanal. O objetivo do trabalho se concentrou na caracterização desses depósitos e qual o seu significado paleoidrológico. Para isso, buscou-se reconhecer, através da distribuição e caracterização dos depósitos de baixa encosta, dos materiais e estruturas sedimentares preservadas na seção que expõe esses depósitos, os processos erosivos e deposicionais que proporcionaram a acumulação dos sedimentos ou atuaram sobre eles. As três estruturas de corte e preenchimento de médio porte representam ação de fluxo de água concentrado que escavou os depósitos de encosta, uma antiga voçoroca que esteve ativa por pelo menos duas vezes na história evolutiva da encosta. Os depósitos de preenchimento de canal que ocorrem nas duas seções estratigráficas são caracterizados por seis tipos de estruturas sedimentares. A partir da base têm-se estruturas plano-paralelas, estratos inclinados, lâminas cruzadas festonadas, estrutura de marca ondulada e lâminas cruzadas festonadas. Destaca-se a deposição de estratos cruzados inclinados e acanalados formando a parte superior dos depósitos de preenchimento de canal que indicam mudança nas condições hidrológicas da encosta. Os depósitos de preenchimento de canal revelam através de suas diferentes estruturas uma tendência predominante de correntes de baixa velocidade com regime de fluxo superior para gerar estrato plano-paralelos, ou redução da velocidade do fluxo associado à mudança na forma do leito para formar gradação ou correntes de velocidade moderada e regime de fluxo inferior associados à laminação cruzada festonada e redução de velocidade de corrente para deposição de carga de fundo através de deslizamento nos estratos cruzados planares. Assim os fluxos que os sedimentos do canal eram fluxos lentos a moderados, com diferentes formas de leito.

Palavras-chave: paleocanal, estruturas sedimentares, paleoidrologia.

INTRODUÇÃO

Estudos de detalhe foram desenvolvidos em média e baixa encosta no município Lapa (PR) objetivando reconhecer o significado paleoidrológico das estruturas de sedimentação em depósitos de preenchimento de canal datados do Pleistoceno Superior. Assume-se que as estruturas sedimentares, de erosão e de deposição são formadas como resultado de interações entre gravidade, características físicas e químicas do sedimento e do fluido, podendo fornecer informações importantes sobre as condições hidráulicas do ambiente de deposição (REINECK e SINGH, 1980).

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho situa-se ao sul do rio Iguaçu, no município de Lapa (PR), no sul do Segundo Planalto Paranaense. Trata-se de encosta que apresenta em seu setor mais baixo, em seção de corte de estrada, nítidos níveis estratificados, intercalados com horizontes organo-minerais e estrutura de corte e preenchimento com estruturas sedimentares internas bem preservadas. O sul do Segundo Planalto paranaense é representado basicamente por sedimentos paleozóicos Permo-carboníferos pertencentes ao Grupo Itararé do Super-Grupo Tubarão (BIGARELLA et alli, 1965; SCHNEIDER et alli, 1974; PETRI e FÚLFARO, 1983). A morfologia do terreno é marcada por interflúvios muito amplos com vertentes convexas, que se desdobram em patamares e degraus estruturais sustentados, principalmente pelos arenitos do Grupo Itararé (PALKA, 1966), essa homogeneidade na configuração da paisagem é rompida por mesetas estruturais conservadas nos arenitos mais resistentes à erosão. A morfologia do terreno exhibe sistemas paralelos de diques pós-triássico de rochas intrusivas básicas, com orientação NW-SE, que ocorrem associadas aos fraturamentos e falhamentos relacionados aos fenômenos de distensão ocorridos no Jurássico-Cretáceo e gerados a partir de movimentos epirogenéticos decorrentes do grande dobramento de fundo, relacionado ao arqueamento de Ponta Grossa (COLANERI et alli, 1977; PETRI e FÚLFARO, 1983).

METODOLOGIA

Levantamento de seções estratigráficas

Em corte de estrada foram levantadas seções estratigráficas e descrição de estruturas sedimentares. O levantamento sistemático de paredes expostas foi efetuado através de técnica descrita por Moura (1990). O trabalho é iniciado com o estabelecimento de nível horizontal definido com auxílio clinômetro de bússola Brunton e materializado na parede com linha de *nylon* e haste de metal. Este nível serviu de referência para o desenho da seção exposta, registrando-se todas as unidades sedimentares, pedológicas, de horizontes organo-minerais soterrados e estruturas de corte e preenchimento. Seguiram-se procedimentos apontados por Boggs Junior (1992) para levantamento de seções estratigráficas em campo: a) determinação de mudanças laterais e verticais de litofácies; b) medição de espessura e comprimento de unidades distintas; c) descrição das propriedades texturais e estruturas sedimentares; d) medição de orientação de direção de estruturas sedimentares; e) identificação dos componentes minerais.

Descrição macroscópica de estruturas sedimentares em campo

Para descrição das estruturas sedimentares foram adotados os procedimentos propostos por Conybeare e Crook (1982), que consideram: 1) a estrutura como uma unidade; 2) as feições internas da estrutura; 3) a estrutura em relação ao material circundante e; 4) a estrutura em sua relação com as estruturas associadas.

Acrescentam-se no trabalho de descrição o registro fotográfico e a coleta de materiais para análises posteriores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As estruturas de corte e preenchimento nas Seções Colher e Formigueiro apresentam sucessão de estruturas sedimentares bem preservadas que serão descritas a seguir. Seus aspectos mais relevantes serão apresentados juntamente com síntese de suas propriedades morfológicas e granulométricas. No canal da Seção Colher as estruturas sedimentares estão mais bem preservadas do que aquelas identificadas no canal da Seção Formigueiro, as quais foram perturbadas por crescimento de raízes. No canal da Seção Colher foram individualizadas seqüências de estratos depositados nesse canal. Os depósitos de canal foram divididos na Seção Colher em base e topo. A base do canal é preenchida por seqüência de estratos plano-paralelos, estratos inclinados, estratificação cruzada festonada e estratificação de marcas onduladas, todas com dimensões centimétricas. Já o topo apresenta dois tipos diferentes de estruturas de dimensões decimétricas, que são seqüências de estratos cruzados planares e de estratos cruzados acanalados. A figura 1 apresenta as diferentes seqüências que formam o depósito de canal. A Seção Formigueiro é formada por dois canais contíguos (figura 2) denominados Canal Maior e Canal Menor. Eles estão preenchidos por depósitos que colocam a mostra estruturas plano-paralela, cruzada festonada, cruzada planar, acanalada e de lâminas cruzada inclinadas.

Estratificação e laminação plano-paralela: A laminação plano-paralela constitui a primeira das estruturas sedimentares que ocorrem na base do Canal Colher. Elas são formadas por lâminas de arenito e folhelho nos tamanhos grânulo e areia muito grossa. Trata-se de apenas um conjunto de lâminas plano-paralelas na base do canal. Na base do canal da Seção Formigueiro ocorre uma sucessão de estratos paralelos de textura arenosa e conglomerática configurando estratificação plano-paralela. São quatro seqüências de estratos plano-paralelos. Na base do canal, material argiloso alterna-se com material arenoso. Os sedimentos que constituem estas lâminas são mal selecionados e possuem

poucos grânulos inclusos. A seqüência sobrejacente apresenta estratos espessos (formados por areia grossa e grânulos) e lâminas (constituídas por areia fina bem selecionada e bem lavada). Acima, a seqüência apresenta laminações e estratos mais espessos que na base. A última seqüência apresenta igualmente camadas mais espessas e clastos na fração seixo inclusos nos estratos.

Estratificação gradacional: No canal da Seção Colher a estratificação gradacional foi pouco reconhecida macroscopicamente nos depósitos de canais. Apesar de o material sedimentar ser representado principalmente por areia, grânulos e seixos, o arranjo dos fragmentos não ocorre de forma gradacional. Somente na porção central do canal (seqüência 4), três estratos apresentam essa forma de estrutura, sendo duas normais e uma inversa.

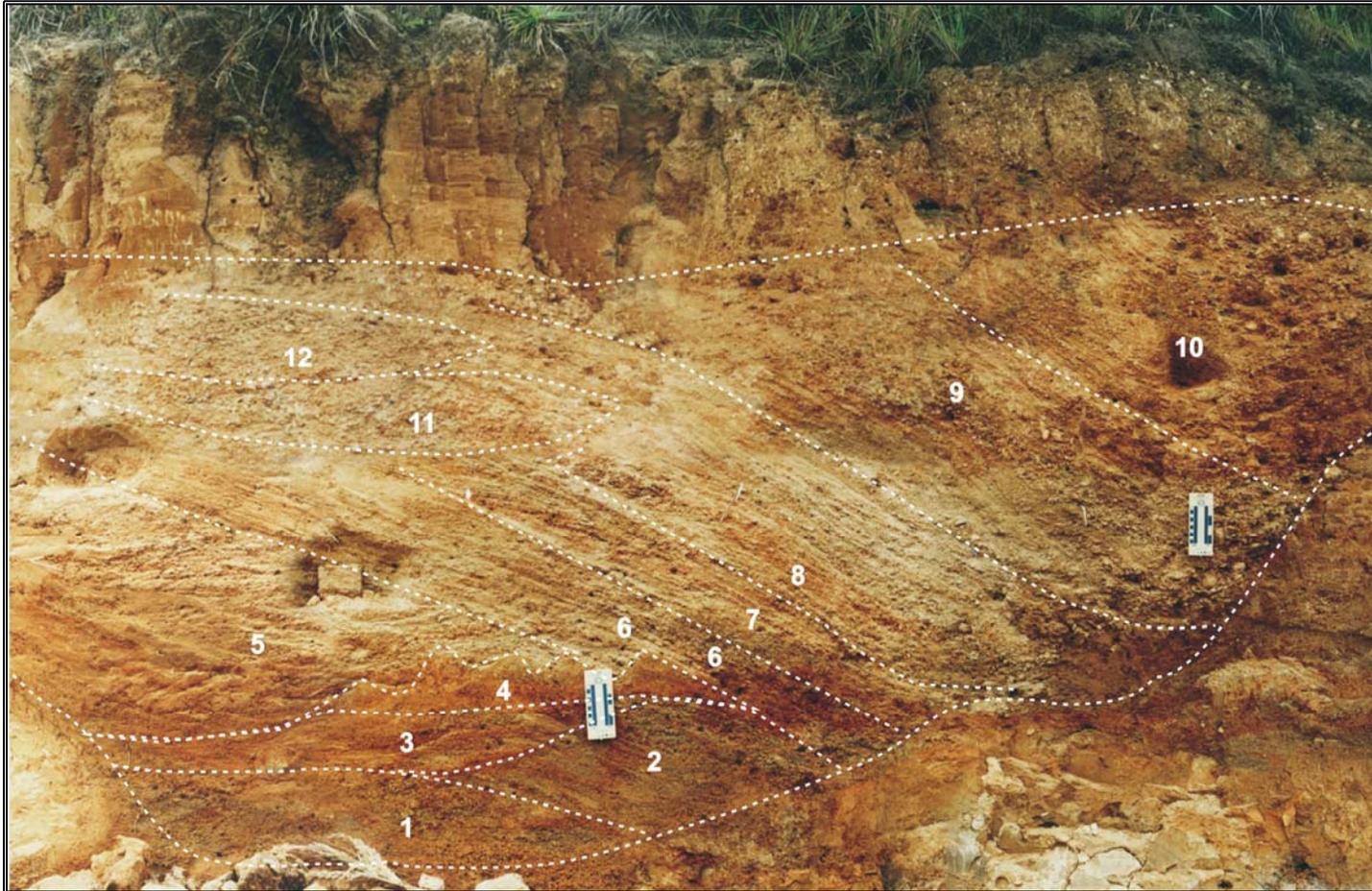


FIGURA 1 - Sucessão de estruturas e seqüências sedimentares de depósitos de preenchimento de canal da Seção Colher. A seqüência 1 é de lâminas plano-paralelas. A seqüência 2 é formada por lâminas inclinadas. A seqüência 3 é constituída por laminação cruzada festonada. A seqüência 4 é formada por estrutura de marca ondulada. A seqüência 5 é formada por laminação cruzada festonada de dimensão ligeiramente inferior a da seqüência 3. As seqüências 6, 7, 8, 9 e 10 são composta por lâminas e estratos cruzados planares. Estruturas 11 e 12 são maciças. Escala de 10 cm.

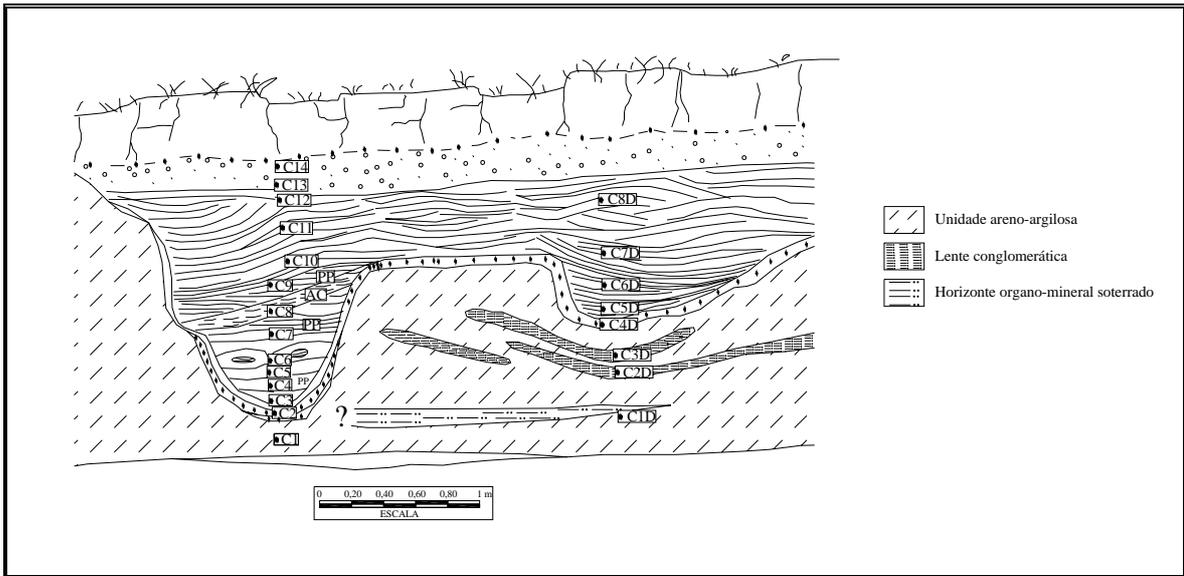


FIGURA 2 – Representação da Seção Formigueiro com as estruturas sedimentares dos depósitos de preenchimento de canal (C4, C5, C6, C7 e C9 - estrutura plano-paralela; C8 – estrutura festonada; C10 e C11 – estrutura cruzada planar; C5D; C6D; e C7D – estrutura de lâminas cruzadas inclinadas). C8D e C12 – laminação curvada descontinua não paralela muito perturbada.

Os fragmentos que constituem as estruturas com gradação normal são grânulos e seixo de até 1 a 2 cm. Na gradação inversa os clastos são areia, grânulos e seixos de até 7 cm, predominando areia grossa; a organização dos materiais é clasto-suportado.

Estratificação cruzada festonada: A estratificação cruzada festonada é bem visível no canal da Seção Colher, enquanto no canal da Seção Formigueiro ela se encontra bastante reduzida e perturbada por crescimento de raiz. Por este motivo serão descritas somente as estruturas presentes no canal da Seção Colher. Os sedimentos que predominam nesta estrutura são: areia fina, média e grossa, grânulos e raros seixos. É marcante, nesses estratos, a segregação de minerais e rochas que formam as lâminas, principalmente da base da seqüência (figura 1). No topo da seqüência os estratos são constituídos por clastos grossos (grânulos e seixos) de folhelho e siltito. Em cada lâmina essencialmente arenosa predomina quartzo; as areias são bem lavadas e muito bem selecionadas. No conjunto de seqüência de lâminas cruzadas festonadas, os sedimentos do topo (figura 1, seqüência 5) foram datados por Termoluminescência em 22.100 +/- 2.700 anos. A primeira seqüência de estratos, que apresenta estratificação cruzada festonada, ocorre na base do canal (figura 1, seqüência 3) com constituintes granulométricos na fração areia fina e média, formando principalmente lâminas, grânulos formando estratos de até 2 cm de espessura e seixos que formam estratos de 2 cm. Uma segunda seqüência de estratificação cruzada festonada ocorre nas bordas do canal. Nela os estratos são comparativamente menores que os da primeira seqüência na base. Os sedimentos envolvidos são areia e grânulos, acomodados

em lâminas de 1 a 2 mm de espessura. São mantidos nesta seqüência os mesmos tipos de minerais e rochas e a segregação deles nas lâminas.

Estratificação de marca ondulada: No canal da Seção Colher, essa forma de estratificação assenta-se acima da estratificação festonada (figura 1, seqüência 4). Os constituintes granulométricos variam desde argila até seixo. As lâminas são definidas macroscopicamente somente em amostra indeformada, porque em campo a forte semelhança entre a matriz argilosa e os constituintes grossos dá aspecto maciço ao depósito. Os teores de argila e silte deram grande coesão à estrutura, como pode ser observado em campo.

Estrutura de lâminas cruzadas inclinadas: No Canal Formigueiro elas são constituídos por uma seqüência de lâminas descontínuas, com espessura média de 30 cm em sua profundidade máxima, Os constituintes granulométricos dos estratos variam de areia média e grossa até seixos de até 1 cm de diâmetro. No Canal Colher, as lâminas cruzadas inclinadas ocorrem na base da seção (Seqüência 2) em seqüência de 38 cm. São lâminas de fragmentos de rocha e quartzo nos tamanhos areia muito grossa e grânulo, que se alternam. Os sedimentos que formam esta estrutura foram datados com idade de 26.830 +/- 2.600 anos.

Estratificação cruzada plana: No canal da Seção Colher, são registradas cinco seqüências de estratos cruzados planares. A primeira seqüência (figura 1, seqüência 6), com estratificação cruzada planar, está depositada sobre as lâminas de estratificação cruzada festonada em ângulo de repouso de 16°. Os constituintes granulométricos destas estruturas são representados predominantemente por areia média e grossa; excepcionalmente formam-se estratos com areia muito grossa. Não raro, ocorre alternância de estratos constituídos essencialmente por areia bem lavada e por fragmentos de rocha (predominantemente folhelho e siltito).

A síntese das características de diferentes categorias de estruturas sedimentares reconhecidas está descrita no quadro 1.

Categoria de estruturas	Local de ocorrência	Espessura da seqüência	Espessura da lâmina ou estrato	textura	Componentes grossos	Nº da estrutura na figura	Frequência	Características adicionais
Estratificação plano-paralela	Base do canal Colher	15 cm	2mm a 1,8 cm	Lâminas arenosa e argilosas	Até 2 mm	1	XX	Sedimentos mal selecionados
	Base do canal Formigueiro		3cm e 3 mm	Areia grossa e grânulos + arenosos	Até 2mm	1	XX	Estratos arenosos constituídos por areia qtz bem lavada
	Base do canal Formigueiro		8 mm a 3 cm	Areia grossa e seixos +arenosa	Seixos até 1 cm diâmetro	1	XX	
	Base do canal Formigueiro		1 a 4 cm	Grânulos e seixos + grânulos	Seixos de até 6 mm		XX	
Estratificação gradacional	Canal Colher		- 1 cm	Grânulos e seixos	Até 1,2 cm	4	X	3 estratos – 2 com gradação normal e 1 inversa
Micro-estratificação cruzada e cruzada festonada	Base do canal Colher	18 cm	2 a 4 mm excepcionalmente 1 mm ou menos	Areia fina e média + grânulos	Poucos seixos de até 7 mm formam lâminas de 2 cm	3	XXX	Segregação mineral
	Borda do canal Colher	Até 90 cm	1 a 2 mm	Areia e grânulos		5	XXXX	Constituintes menores que na seqüência da base
	Meio Canal Formigueiro	10 cm	2 a 4 mm	Areia média e granulos	Poucos seixos até 6 mm	2	X	Estruturas bastante perturbada por crescimento de raiz
Estratificação de marca ondulada	Base do Canal Colher	5 a 8 cm	0,5 cm	Areia e grânulo	Poucos seixos de até 6 mm	4	X	Aspecto serrilhado
Estrutura de corte e preenchimento	Incisão menor da seção Formigueiro	30 cm	1 a 3 mm	De areia grossa a seixos	Até 1 cm		X	
Estratificação cruzada planar	Meio e topo do canal Colher Seqüência 1	23 cm	1 a 4mm	Areia média e grossa + areia muito grossa	grânulos	6	XXXX	Alternam-se lâminas de quartzo e lâminas de folhelho e arenito

Quadro 1 – Síntese das estruturas sedimentares de depósitos de preenchimento de canal das Seções Colher e Formigueiro - Continuação

Categoria de estruturas	Local de ocorrência	Espessura da seqüência	Espessura da lâmina ou estrato	textura	Componentes grossos	No da estrutura na figura	Frequência	Características adicionais
5 seqüências	2ª Seqüência	20 cm	2mm a 1,8 cm	Estratos mais delgados são de areia fina e média estratos com mais de 5 mm são de areia grossa e granulo	Seixos de até 2 cm	7	XXXX	Idem anterior
	3ª seqüência	32 cm	4mm a 1,8 cm	Arenosos e granuloso s	Seixos até 2 cm	8	XXXX	Ângulo de repouso de 27°
	4ª seqüência	60 cm	2 mm a 1,5 cm excepcional mente 6 cm	Areia fina e média + granulo e seixo	Seixos até 6 mm	9	XXXX	No meio da seqüência ocorrem camadas de 6 cm formadas por grânulos e seixos de 2 a 4 cm Ângulo de repouso de 23°
	5ª seqüência	23 cm	3 a 7 mm	Areia muito grossa + grânulos e seixos	1 cm	10	XXX	
Estratificação cruzada planar	Topo do canal maior da Seção Colher	30 cm	4 mm a 1 cm	Areia muito grossa a seixos	Seixos até 7 mm		XXXX	
Estratificação cruzada acanalada	Topo do canal Colher	50 cm	3 a 4 cm	Seixos	4 mm a 4 cm	11	XX	Compõem esses estratos quartzo, folhelho, e siltito, arenito

Quadro 1 – Síntese das estruturas sedimentares de depósitos de preenchimento de canal das Seções Colher e Formigueiro

Frequência: XXXX muito alta; XXX alta; XX média; X baixa

CONCLUSÕES

As três estruturas de corte e preenchimento de médio porte representam ação de fluxo de água concentrado que escavou os depósitos de encosta, uma antiga voçoroca que esteve ativa por pelo menos duas vezes na história evolutiva da encosta. Os depósitos de preenchimento de canal que ocorrem nas duas seções estratigráficas são caracterizados por seis tipos de estruturas sedimentares.

Em depósitos de canais a estratificação plano-paralela é particularmente comum e está relacionada com correntes de baixa velocidade e a despeito disso, condições de regime de fluxo superior são prováveis, e o transporte deve ocorrer em velocidades menores que aquelas requeridas para iniciar saltação e ondulações (PICARD e HIGH JR, 1973). Para a maior parte dos depósitos de areias e siltes, a configuração horizontalmente estratificada sugere velocidades de fluxo maiores do que a das marcas onduladas e menores do que a das antiduna, bem como profundidades de correntes suficientemente grandes, impedindo o desenvolvimento de ondas em fase (SUGUIO e BIGARELLA, 1979).

O acamamento gradacional em depósitos de rios é resultado da redução da velocidade do fluxo que é acompanhada por mudanças na forma do leito que são indicativas de decréscimo progressivo na velocidade da corrente (CONYBEARE e CROOK, 1982). Os primeiros depósitos são de correntes vigorosas e são relativamente grossos, com a redução da velocidade da corrente diminui o tamanho da carga de fundo (*bed load*) que se torna progressivamente menor; durante o último estágio ocorre a lama escoando em depressões (PICARD e HIGH JR, 1973).

Na micro-estratificação cruzada festonada as seqüências de estratos ocorrem de forma côncava. Em seção transversal o estrato dentro da seqüência é côncavo para cima e ajustados à superfície erosiva abaixo (PICARD e HIGH JR, 1973). A formação dessas estruturas está relacionada às correntes de velocidade moderada em regime de fluxo inferior (HARMSAND e FAHNESTOCK, 1965 *apud* PICARD e HIGH JR, 1973). A estratificação festonada provavelmente registra velocidades de corrente altas suficientes para produzir dunas (PICARD e HIGH JR, 1973).

A estratificação cruzada tem várias origens, mas, em geral, resultam do transporte de sedimentos arenosos de carga de fundo (SUGUIO e BIGARELLA, 1979), ou da migração de marcas pequenas e grandes de ondulações ou preenchimento de canais (NOWATZKI *et al.*, 1984, SUGUIO, 1980, CONYBEARE e CROOK, 1982). De acordo com Allen (1966) os principais tipos de estratificações cruzadas são: estratificação cruzada acanalada e estratificação cruzada de camadas frontais. No primeiro caso cada seqüência em forma de canal de escavação por erosão é preenchida por sedimentos de lâminas recurvadas, que mergulham das bordas para o eixo do canal. Na estratificação cruzada acanalada, segundo SUGUIO e BIGARELLA (1979) e SELLEY (1988), cada seqüência de estratos em forma de canal representa estrutura de escavação por erosão preenchida por sedimentos com lâminas recurvadas, que mergulham das bordas para o centro do canal e de montante para jusante da paleocorrente. Neste caso as ondulações sinuosas ou

linguóides têm superfícies de sotavento curvadas, gerando laminações cruzadas que são formadas principalmente nas partes baixas acanaladas em forma onduladas adjacentes resultando assim no padrão de laminação cruzada acanalada (NICHOLS, 1999).

A estratificação cruzada de camadas frontais apresenta formas tabulares, tangenciais e côncavas. Tais formas são devidas aos diversos teores de material transportado como carga de fundo ou em suspensão. Em canais efêmeros, Picard e High Jr (1973) reconheceram estratos cruzados planares formados por areia grossa e cascalho em ângulos de repouso entre 30 e 40°. Nessas seqüências os grãos grossos tendem a concentrar-se próximo a base. Os estratos geralmente são retos, podendo às vezes tornar-se curvados próximo à base, mas estão sempre em ângulo de repouso (ALLEN, 1984). O ângulo de repouso corresponde ao valor limite de inclinação no qual um material inconsolidado e não coeso ainda se mantém em equilíbrio (SUGUIO, 1998).

A estratificação cruzada planar resulta do deslizamento de sedimentos através do topo para a face sotavento de uma barra. Neste setor há redução de velocidade de corrente resultando deposição por carga de fundo na ruptura de declive. Esta deposição aumenta à medida que o sedimento escorrega para frente da barra sobre seu próprio peso. Assim, cada estrato está em seu ângulo de repouso. Onde não há atividade de corrente na face sotavento, os ângulos são ligeiramente menores e os estratos são ligeiramente côncavos para cima. Os sedimentos grossos requerem correntes vigorosas para transporte, ao passo que correntes moderadas são capazes de transportar fragmentos menores (PICARD e HIGH JR, 1973).

Resumindo, os depósitos de preenchimento de canal revelam através de suas diferentes estruturas uma tendência predominante de correntes de baixa velocidade com regime de fluxo superior para gerar estrato plano-paralelos, ou redução da velocidade do fluxo associado à mudança na forma do leito para formar gradação ou correntes de velocidade moderada e regime de fluxo inferior associados à laminação cruzada festonada e redução de velocidade de corrente para deposição de carga de fundo através de deslizamento nos estratos cruzados planares. Assim os fluxos que os sedimentos do canal eram fluxos lentos a moderados, com diferentes formas de leito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J. R. L. On bed forms and palaeocurrents. **Sedimentology**, v. 6, p. 153-190, 1966.
- ALLEN, J. R. L. **Sedimentary Structures: their character and physical basis**. Elsevier, Development in sediment, n. 30, Amsterdam, v.1 e 2, 1984. 592p.

- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Significado paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16/17, , p. 7-16, jul. 1966
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; MARQUES FILHO, P. L. Considerações sobre a Formação Furnas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n.4 e 5, p. 53-70, 1961.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. Considerações a respeito da evolução de vertentes. **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16/17, p. 85-116, jul. 1965.
- BOGGS JR, San. **Petrology of sedimentary rocks**. New York: Macmillan Publishing Company, 1992. 707p.
- COLANERI, S; CARVALHO, M. A. da S.; BATOLLA JÚNIOR, F. **Projeto Leste do Paraná**. Relatório Geológico Final. Folha Palmeira - SC.22-X-C-II-4. São Paulo: DNPM/CPRM, 1977.
- CONYBEARE, C. E .B.;CROOK, K. A. W. **Manual of Sedimentary Structures** 2. ed. Bureau of Mineral Resources Geology and Geophysics. Bulletin 102, Camberra Watson Ferguson and Co., 1982. 327p.
- MOURA, J. R. S. **Transformações ambientais durante o Quaternário tardio no médio vale do rio Paraíba do Sul (SP-RJ)**. 1990. 267p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- NICHOLS, G. **Sedimentology e stratigraphy**. Londres: Blackwell Science, 1999. 355p.
- NOWATZK, C. H.; SANTOS, M. A. A. dos; LEÃO, H. Z.; SCHUSTER, V. L. L.; WACKER, M. L. Glossário de estruturas sedimentares. **Acta Geológica Leopoldensia**, n. 18 e 19, ano VIII, p. 7-432, 1984.
- PALKA, J. Nota explicativa da Folha Geológica de Porto Amazonas. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**. Curitiba, n. 22, 21p, 1966.
- PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1983.
- PICARD, M. D.; HIGH JUNIOR, L. R. **Sedimentary structures of ephemeral streams**. Developments in Sedimentology, n. 17, Amsterdam, 1973. 223p.
- REINECK, H. E.; SINGH, I. B. **Depositional Sedimentary Environments**. Berlim:Springer-Verlag, 1980. 543p.
- SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974, p. 41-65.
- SELLEY, R. C. **Applied sedimentology**. Londres: Academic Press Limited, 1988. 446p.
- SUGUIO, K. **Rochas Sedimentares**, São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 500p.
- SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e Áreas Afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1.222p.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. Curitiba: Ed. da UFPR-ADEA, 1979, 183p.