

---

## AÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA SERRA DE SANTANA (E. S. PAULO) \*

J. P. QUEIROZ NETO

e A. CHRISTOFOLETTI

(Professor, respectivamente, na  
FFCL da USP e na FFCL de Rio Claro;  
sócios cooperadores da SRSP da AGB)

### I. INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores do modelado do relevo é o escoamento superficial das águas pluviais, denominado processo de erosão pluvial elementar, por Ruellan [12] ou pluviação, por Guerra [7]. A erosão causada pelo escoamento superficial compreende algumas fases, iniciando-se pela desagregação do material, seguida do transporte e deposição. As chuvas são o principal agente atmosférico responsável pela erosão, agindo através da sua distribuição sazonal, intensidade e duração. Vegetação, solos e relevo são fatores que concorrem ora para agravar, ora para diminuir os efeitos da ação dos agentes atmosféricos.

Uma das conseqüências do escoamento superficial das águas pluviais é provocar uma redistribuição dos detritos ao longo das encostas, de grande significado para a geomorfologia e estudo dos solos. Os pedólogos, por exemplo, sempre se preocuparam em distinguir os solos autóctones dos alóctones definindo, ao longo das vertentes e em função da posição topográfica, os solos eluviais, coluviais e aluviais.

A ação desses fenômenos é deduzida, geralmente, da análise das formas do relevo, da definição e descrição dos perfis de solo e de alguns estudos experimentais, efetuados sobretudo por Serviços de Conservação dos Solos, visando estabelecer os efeitos do escoamento de um determinado volume d'água, durante um certo tempo, sobre uma encosta onde se conhece a declividade, o comprimento da rampa e o tipo de solo [1].

---

(\*) Recebido em fevereiro de 1968.

O objetivo dêste trabalho é reconstituir o mecanismo do escoamento superficial das águas pluviais, através da interpretação da granulometria dos solos da Serra de Santana e de observações de campo. Inicialmente serão esboçados os grandes traços do quadro onde se desenvolvem essas ações, com a descrição sucinta do relevo, solos, vegetação e análise sumária dos dados climáticos, principalmente pluviometria, fatores que controlam o escoamento superficial.

## 2. ASPECTOS GERAIS DA SERRA DE SANTANA

*Relêvo* — A Serra de Santana foi definida em trabalhos anteriores [3,9] como um platô sustentado por uma cuesta basáltica, recoberto por sedimentos arenosos que apresentam, com freqüência, cascalheiras basais e aos quais foi atribuída uma idade terciária ou posterior. A análise granulométrica desses sedimentos [5] indica grande homogeneidade em área, com pequena variação que, como veremos a seguir, coincide com a posição topográfica das amostras.

O tôpo do planalto apresenta-se com uma dominância de formas colinosas suaves. A parte cimeira das colinas é praticamente plana e as encostas são longas, de declives suaves, menores que 6%. A diferença de nível entre o tôpo das colinas e as baixadas é pequena, atingindo 50 m. no máximo. As baixadas são extensas, arenosas, com perfil transversal em “u” aberto, apresentando cursos d’água permanente somente no seu terço inferior ou então correspondendo à bacias de recepção de ribeirões e riachos, cujas nascentes acham-se nas bordas da escharpa de cuestras, sobre a laje basáltica.

A passagem das encostas para as baixadas é denunciada, muitas vezes, por mudança do tipo de vegetação.

*Vegetação* — A cobertura vegetal dominante sobre todo o platô é o cerrado, com uma densidade variável de arbustos.

No tôpo das colinas a vegetação arbustiva é geralmente mais abundante e a rasteira, formada por gramíneas em maior quantidade e algumas plantas de pequeno porte como o *Andira humilis* Mart. e o *Anacardium pumilum* St. Hil., nunca cobre totalmente a superfície do solo e nem constitui proteção eficiente contra o efeito do

impacto direto dos pingos de chuva e contra o escoamento superficial das águas pluviais.

Há uma variação gradual do tipo de cobertura vegetal do topo das colinas para as baixadas, onde aparecem os campos limpos.

Essa distribuição é imputável à posição do lençol freático, como fôra possível observar na área de Campo Alegre [4]: fora das baixadas, a grande profundidade do nível freático permite o desenvolvimento de arbustos de sistema radicular longo, ao passo que, nas baixadas, a sua posição mais próxima à superfície provoca a rarefação ou mesmo o desaparecimento das espécies de maior porte passando as rasteiras e gramíneas a dominar a paisagem.

A vegetação de cerrado apresenta um ritmo sazonal de desenvolvimento que assume importância no estudo do escoamento superficial. Devido a grande profundidade do lençol freático e a baixa capacidade de retenção de água na superfície, as gramíneas, cujo sistema radicular raramente ultrapassa 25-30 cm de profundidade, secam durante o inverno e só voltam a brotar no início da estação chuvosa, em setembro e outubro. Somente em algumas baixadas, onde o lençol freático é aflorante ou acha-se a profundidade muito pequena, há condições para a permanência das gramíneas o ano todo.

*Solos* — São latossolos vermelho-amarelo, profundos, bem drenados, arenosos a areno-barrentos, com estrutura fracamente desenvolvida e agregados que se esboroam facilmente na mão quando secos. São pobres em matéria orgânica, ácidos e extremamente pobres em bases trocáveis.

A permeabilidade desses solos é grande e até grande profundidade, mesmo em algumas baixadas, não apresentam nenhum impedimento ou diminuição sensível da drenagem, o que possibilita absorver grande quantidade das chuvas caídas.

Os solos se distribuem de maneira constante em função da topografia: nas colinas são vermelho-amarelos, mais argilosos, enquanto que, nas baixadas, apresentam tonalidade amarelada e textura mais arenosa; no centro de algumas baixadas, após o horizonte A o material é esbranquiçado, extremamente pobre em argila, ácido, podendo esse perfil ser classificado como regossolo.

Há assim, uma modificação da textura dos solos ao longo das encostas, com diminuição das frações silte e argila e aumento paralelo da areia.

*Regime pluviométrico* — A análise dos dados pluviométricos extraídos dos Boletins Pluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica [13], referentes a Analândia, Campo Alegre, Itirapina, Corumbataí, Grauna, Visconde do Rio Claro e Usina do Lobo, permitiram uma série de observações a respeito das chuvas regionais.

A pluviometria anual média, aproximadamente de 1.200 mm., reparte-se em 80 dias de chuva. Daquele total, 80 a 85% caem na estação chuvosa, de outubro a março, e 50 a 60% nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A estação seca, de maio a setembro, raramente apresenta chuvas mensais superiores a 60 mm.

O balanço hídrico de Thornthwaite, calculado segundo Camargo [2], indica excedentes de umidade no solo no período de dezembro a março. Os dados dos Boletins Pluviométricos [13] permitiram, ainda, verificar que há maior incidência de chuvas pesadas em dezembro e janeiro, principalmente neste, diminuindo a frequência em fevereiro e sendo mais ocasional nos outros meses do ano. Assim, chuvas pesadas são mais frequentes na época em que o solo já se encontra com elevado teor de umidade, concorrendo para aumentar mais ainda a possibilidade do escoamento superficial. O mês de janeiro seria o mais favorável para a ocorrência do fenômeno, pois apresenta maiores precipitação e incidência de chuvas pesadas.

### 3. A GRANULOMETRIA DOS SOLOS

A técnica da análise granulométrica foi exposta anteriormente [11]. A grande regularidade da distribuição granulométrica nos horizontes dos solos da Serra de Santana [5; 10] permite tomar qualquer camada como representativa do perfil. Assim, foram analisadas amostras dos horizontes B e C dos seguintes perfis, localizados em posições topográficas bem definidas:

- 1) Encosta I — vertente sul do espigão que corta a rodovia Washington Luiz no km 210, compreendendo as seguintes amostras:  
T-2710= tôpo da colina, horizonte B, profundidade 100-110 cm;

- T-2688= encosta, horizonte C, profundidade 290-300 cm;  
T-2717= baixada, horizonte B, profundidade 190-200 cm;
- 2) Encosta II — vertente norte do mesmo espigão:  
T-2710= posição descrita acima;  
T-2680= patamar na encosta, horiz. B, profundidade 80-90 cm;  
T-2675= encosta, horizonte B, profundidade 180-200 cm;  
T-2668= baixada, horizonte B, profundidade 100-110 cm;
- 3) Encosta III — vertente sul do espigão divisor de águas dos ribeirões Tibiriçá e Retiro, com as amostras:  
T-2723= tópo da colina, horizonte B, profundidade 100-110 cm;  
T-2577= encosta, horizonte B, profundidade 150-200 cm;  
T-2605= baixada, horizonte B, profundidade 130-150 cm;
- 4) Encosta IV — vertente oeste do referido espigão:  
T-2723= posição descrita acima;  
T-2729= sopé da encosta, horiz. B, profundidade 110-120 cm.

Os resultados da análise granulométrica acham-se na Tabela I e foram representados gráficamente na figura 1. Alguns dados estatísticos mais representativos, como a mediana, quartis e coeficiente de seleção, foram calculados a partir das curvas cumulativas e encontram-se também na Tabela I.

Analisando os dados apresentados é possível verificar a existência de variação da distribuição granulométrica atingindo, principalmente, as frações mais grosseiras, a posição do diâmetro mais frequente e as frações inferiores a 0,020 mm (silte + argila). Esses aspectos podem ser melhor visualizados na figura 1.

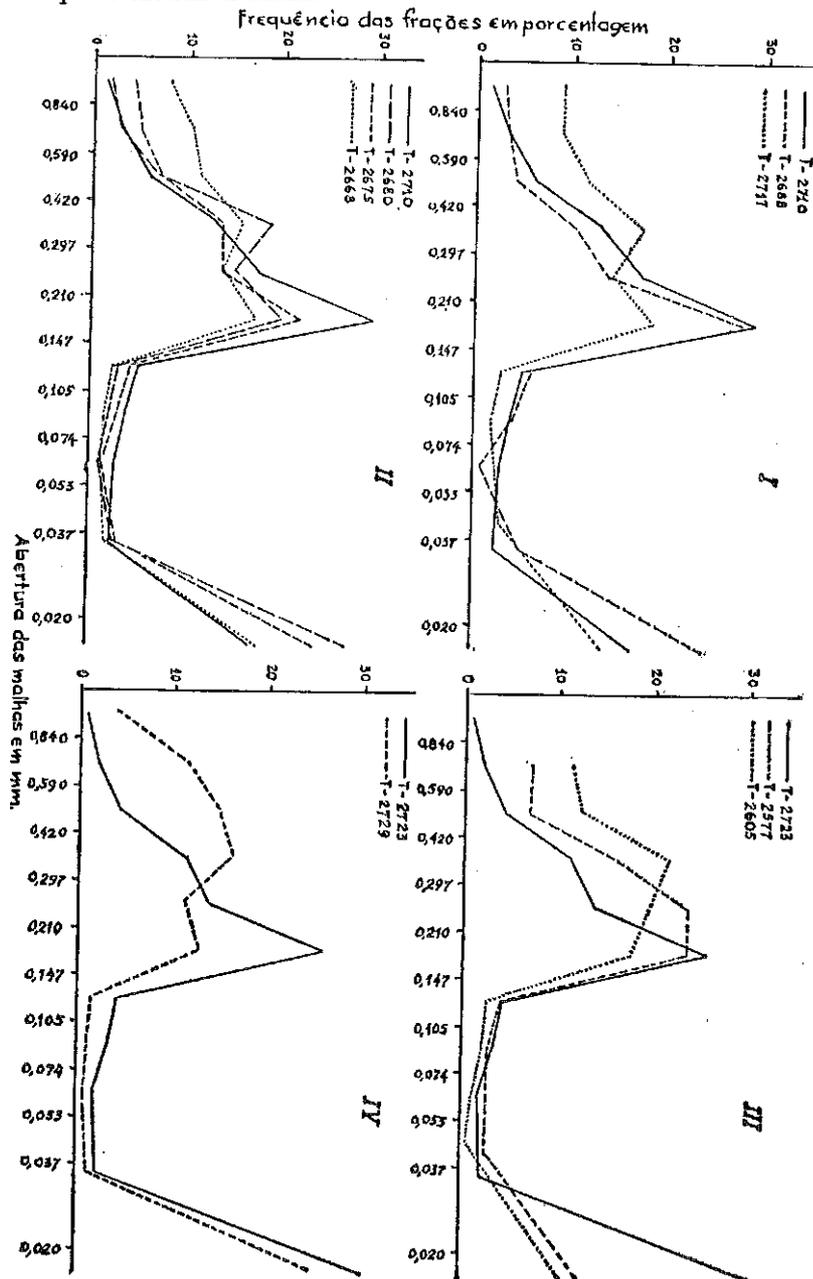
As amostras T-2710 e T-2688, da encosta I, apresentam granulometria semelhante, com um teor de silte+argila superior nesta última (Tabela I e figura I-I). Delas para a T-2717, no entanto, há um aumento considerável dos grãos maiores do que a moda; a porcentagem desta última diminui e a feição da curva modifica-se, aparecendo um pico isolado na dimensão 0,420-0,297 mm; por outro lado, tôdas as frações mais finas que a moda mostram diminuição de porcentagem, inclusive silte+argila.

Na encosta II chama a atenção a amostra T-2680, cujos resultados são semelhantes aos de baixada: ela pertence a um perfil coletado nas proximidades de uma mancha de latossolo roxo, provindo

TABELA I — Resultados das análises granulométricas de solos da Serra de Santana, situados em diversas posições topográficas: tôpo das colinas = T-2710 e T-2723; encosta = T-2688, T-2680, T-2675, T-2577 e T-2729; baixadas = -2717, costa = C-2688, T-2680, T-2675, T-2577 e T-2729; baixadas = T-2717, T-2668 e T-2605.

Amostras	Abertura das malhas em milímetros												Dados estatísticos			
	0,840	0,590	0,420	0,297	0,210	0,147	0,105	0,074	0,053	0,037	0,020	0,002	M	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>	S <sub>0</sub>
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	mm	mm	mm	mm
Tôpo:																
I e II = T-2710	1,3	3,1	5,9	12,9	17,3	29,3	5,1	3,7	2,7	-	*2,1	16,6	0,185	0,104	0,285	1,65
III e IV = T-2723	0,7	2,1	4,4	11,3	13,8	25,6	4,4	3,3	1,8	-	*2,2	30,4	0,164	0,002	0,255	11,3
Encosta:																
I = T-2688	2,7	3,0	4,0	9,2	13,7	28,0	5,9	3,9	0,6	-	*5,0	24,0	0,167	0,025	0,252	3,17
II = T-2680	1,7	2,8	6,8	18,6	14,9	19,9	3,0	2,1	0,8	-	*2,4	27,0	0,188	0,004	0,322	8,97
II = T-2675	4,3	4,9	7,0	13,6	13,5	22,0	4,2	2,9	1,3	-	*2,9	23,4	0,187	0,033	0,332	3,17
III = T-2577	-	*7,1	6,9	16,1	23,5	23,6	4,3	3,0	-	-	*2,9	13,6	0,217	0,151	0,327	1,46
IV = T-2729	4,4	11,4	14,7	16,3	11,3	12,7	1,6	1,1	0,7	-	*1,1	24,7	0,266	0,028	0,466	4,07
Baixada:																
I = T-2717	8,8	8,7	11,5	17,2	14,2	13,3	3,8	1,9	-	-	*2,8	13,8	0,272	0,160	0,465	1,7
II = T-2668	7,7	10,2	11,2	15,6	13,7	17,0	2,3	1,6	1,1	-	*1,8	17,8	0,258	0,149	0,473	1,77
III = T-2605	-	*11,4	12,6	21,3	19,6	17,6	2,8	2,2	1,2	0,7	-	*10,6	0,272	0,172	0,407	1,54

Figura 1 — Representação gráfica dos resultados das análises granulométricas de amostras de solo da Serra de Santana, mostrando a variação textural ao longo das quatro encostas estudadas.



daí seu teor mais elevado de silte+argila, e representa uma situação topográfica particular, pois acha-se em pequeno patamar na encosta (Tabela I e figura 1-II).

As outras características desse grupo são, de maneira geral, semelhantes às da encosta I: as porcentagens das frações maiores que a moda aumentam, enquanto que as das menores diminuem da amostra T-2710 para a T-2668; a frequência da moda também diminui nessa direção, com aparecimento de um segundo pico na parte grosseira da curva, fato observável também na amostra T-2680.

A encosta III representa uma encosta longa e de declividade fraca, ocorrendo os mesmos fenômenos descritos anteriormente. Porém, em T-2605 há uma inversão da moda, que passa para o diâmetro 0,420 -0,297 mm, passagem que deve ser gradual como indica a amostra T-2577.

Finalmente, na encosta IV não aparece nenhuma amostra de baixada; a declividade é das mais fortes da Serra de Santana e a amostra T-2729 foi coletada no terço inferior da vertente, já na parte côncava do sopé: sua curva mostra grande semelhança com as de baixada.

Os dados estatísticos (Tabela I) mostram que os valores da mediana, primeiro o terceiro quartis quase sempre aumentam do topo das colinas para as baixadas e o coeficiente de seleção ( $S_o$ ) diminui no mesmo sentido, mostrando uma melhoria da seleção nas baixadas.

Há, assim, uma certa coincidência entre a posição topográfica das amostras e a granulometria que apresentam: do alto dos espigões para as baixadas há um aumento gradual das porcentagens das frações grosseiras, uma diminuição paralela das frações finas, incluindo silte+argila, e um achatamento da curva, com o aparecimento de curvas polimodais e o mascaramento ou mesmo inversão do diâmetro mais frequente (figura 1). Quando ocorre na encosta uma ruptura de gradiente, com aparecimento de um patamar, observa-se o mesmo fenômeno.

À primeira vista seria possível supor estarem essas variações granulométricas ligadas à modificações de fácies sedimentológica, dentro dos sedimentos da Serra de Santana. No entanto, a falta de correlação altimétrica entre as posições topográficas das amostras

que apresentam curvas semelhantes, exclui, a nosso ver, essa possibilidade: as variações de granulometria podem ser relacionadas muito mais a retrabalhamentos posteriores do que a mudanças de fácies por modificação ligeira do ambiente de deposição desses sedimentos.

#### 4. O ESCOAMENTO EM LENÇOL SUPERFICIAL DIFUSO

As chuvas são o principal agente responsável pelo escoamento superficial. Analisando os dados pluviométricos da região foi possível ressaltar a existência de um período, entre dezembro e março, com excedentes de água e maior frequência de chuvas pesadas, quando o solo achava-se mais próximo do ponto de saturação.

As gotas de chuva, na sua queda, são dotadas de energia cinética diretamente proporcional ao tamanho; seu impacto na superfície provoca a ruptura dos agregados e torrões do solo, liberando as partículas que, por um fenômeno de saltitação, são redistribuídas ao redor da área da queda das gotas; este fenômeno pode provocar, ainda, um certo entupimento dos poros superficiais, concorrendo para diminuir, pelo menos momentaneamente, a permeabilidade da camada superficial. A vegetação não oferece proteção eficiente contra a ação direta dos pingos de chuva, pois cobre apenas parcialmente a superfície do solo. Este, por seu turno, além de textura arenosa, apresenta estruturação medíocre e pouco resistente, facilitando também aquela ação. No campo, a ação direta dos pingos de chuva torna-se visível principalmente sob dois aspectos: o burilamento dos torrões e agregados e a formação de pequeninas colunas salientes na superfície, às vezes centimétricas, que sustentam no seu ápice os seixos miudos e a areia mais grossa, que fazem parte da massa do solo.

O escoamento superficial começa quando a camada superior do solo se satura, indicando que a quantidade de água caída, naquele momento, ultrapassou sua velocidade de penetração no solo. Com respeito às chuvas, foi possível verificar que a duração, a intensidade e a frequência podem ter conseqüências muito semelhantes, como aliás Fournier [6] já assinalara: naquelas muito intensas, a permeabilidade do solo, apesar de elevada, é insuficiente

para assegurar a infiltração da totalidade da água caída; chuvas que se sucedem em espaço de tempo reduzido aumentam a possibilidade do escoamento, da mesma forma que uma precipitação prolongada, pois embebem o solo até a saturação.

Desde que o excesso de chuva ocorra num declive, o escoamento superficial se inicia. Ele raramente ocorre em lâmina contínua, mas se faz por meio de lençol difuso, constituído por inúmeros filetes d'água minúsculos com grande capacidade de carga relativa. O tipo de vegetação que recobre a área, o cerrado, exerce uma influência marcante sobre o escoamento: apresentando tufo esparsos de gramíneas e troncos de arbustos concorre, juntamente com as asperezas do terreno, para desviar incessantemente o curso dos filetes d'água que, assim, não tomam rumo definido; o escoamento em lençol, dessa forma, caracteriza-se por efetuar-se através de inúmeros filetes anastomosados por entre os tufo de vegetação. À medida que descem as encostas, os filetes vão engrossando, devido ao aumento da quantidade de água.

Em certos pontos preferenciais pode ocorrer a concentração do escoamento, formando enxurradas; velhos caminhos, pistas de gado, depressões do terreno, etc. As enxurradas, engrossando, podem provocar o sulcamento estável das encostas, dando início aos processos de ravinamento e formação posterior das voçorocas

O transporte ou evacuação das partículas pelo escoamento superficial é feito como numa corrente fluvial, por dissolução, suspensão, arraste ou saltação. As partículas inicialmente postas à disposição serão a argila, o humus e o silte, através da ação dos pingos de chuva que, destruindo os agregados, colocam em suspensão uma certa quantidade dessas frações de tamanho pequeno. A velocidade de escoamento e as rugosidades do terreno ocasionam o turbilhonamento da água, com velocidade ascensional, e também colocam em suspensão parte das frações finas do solo. Esse fenômeno torna-se visível, no campo, pela observação da cor brunada ou pardacenta das águas de escoamento superficial, que indica a existência de certa quantidade de argila e humus em suspensão.

Aumentando o volume e adquirindo velocidade ao descer a encosta, a velocidade ascensional do turbilhonamento em cada filete de água atinge valores elevados, possibilitando o arrastamento de

partículas cada vez mais grosseiras, atingindo finalmente toda gama de grãos existentes nesses solos. Esse movimento é intermitente, pois só se verifica quando há excesso d'água, isto é, quando há chuva de certo tipo. Porém, ele se repete sempre da mesma forma, em todas as posições das vertentes, com a mesma capacidade de carga desde que as condições sejam novamente favoráveis; além disso, todas as partículas serão atingidas pelo fenômeno. O escoamento pode ser considerado, assim, como um fenômeno contínuo no tempo e pelo qual todas as partículas tenderão a ser arrastadas ao longo das encostas.

Quando ocorre uma diminuição do declive inicia-se a deposição do material, que pode ser definitiva quando aquele atinge valores muito reduzidos. A velocidade da água será freada, com diminuição da potência bruta e abandono de uma parte da carga, constituída pelas partículas mais grosseiras; acentuando-se a diminuição do declive, partículas cada vez mais finas serão também depositadas. Os vales e os patamares ou terraços, com menor declividade do que as encostas, receberão parte ou a quase totalidade da carga transportada.

As partículas muito finas, principalmente silte+argila, são arrastadas em suspensão para fora das bacias; em nenhuma baixada coluvial foi encontrado depósito desses materiais finos, nem as análises granulométricas revelaram a possibilidade dessa deposição. É provável que a declividade das baixadas em direção às escarpas ou às cabeceiras dos córregos, apesar de pequena, permita o escoamento contínuo das águas carregadas de silte+argila naquelas direções.

Os resultados das análises granulométricas confirmam essas observações. No alto das colinas, onde a ação do escoamento é mais reduzida, haveria tendência para a manutenção da granulometria. Logo à superfície é possível observar uma camada pouco espessa e descontínua, nunca atingindo um centímetro, constituída de grãos grosseiros e quase nenhum grão fino: é provável que estes tenham sido evacuados pelo escoamento superficial que, nas posições cimeiras quase planas, não é capaz de carregar as frações grosseiras, que acabam se concentrando na superfície.

Nas encostas haveria possibilidade de renovamento constante

e quase total do material arrastado por aquele proveniente das partes mais altas. Foi possível observar que, nas faces dos tufos de gramíneas e arbustos voltadas para montante, ocorrem pequenos depósitos de areia grossa e limpa, indicando que os filetes d'água, ao mudarem a direção de seu curso, perdem velocidade e abandonam a parte mais grosseira da carga.

Finalmente, nas baixadas há maior concentração de grãos grosseiros; devido à quebra da declividade, diminui a capacidade de carga e a areia mais grossa é depositada. O arrastamento dos finos, nessa porção do relêvo, concorre mais ainda para a melhoria da seleção do material. As medianas e os quartis também mostram a concentração de partículas grosseiras nas baixadas e patamares.

É curioso observar que De Lenheer, D'Hoore e Sys [8], estudando os solos da catena do Yangambi, no Congo, constataram fenômeno semelhante ao observado na Serra de Santana. Os sedimentos geradores dos solos apresentam grande homogeneidade numa superfície muito extensa, originando uma única catena ou sucessão de solos em toda a área estudada, ao longo dos tôpos das colinas, encostas e vales. Segundo aqueles autores, um fenômeno análogo ao exposto neste trabalho explica o fato dos solos tornarem-se cada vez menos argilosos à medida que se desce as encostas.

Por fim, é possível afirmar que o material encontrado nas baixadas da Serra de Santana é de natureza coluvial, produto do arrastamento das partículas ao longo das vertentes pelo escoamento superficial das águas pluviais. O próprio perfil transversal dessas baixadas, em "U" muito aberto ou em "berceau", seria uma consequência desse fato. O escoamento superficial determinaria, assim, a evolução das encostas e baixadas e seria o principal responsável pelo modelado atual do relêvo da parte cimeira daquele platô.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 — BERTONI, J. — O espaçamento dos terraços em culturas anuais, determinado em função das perdas por erosão. *Bragantia*, Campinas, (18), 113-140. 1959.
- 2 — CAMARGO, A. P. — Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Boletim n. 161*, Instituto Agônomico, Campinas, 53 p., 4 tabelas. 1966.

- 3 — CHRISTOFOLETTI, A. e QUEIROZ NETO, J. P. — Estudos geomorfológicos a respeito da Serra de Santana, S. P. Boletim Paulista de Geografia, (38):3-20, julho 1961.
- 4 — ————— — Notas fisiográficas sobre a área de Campo Alegre (SP). Notícia Geomorfológica, 5(9/10):25-31, abr. e ag. 1962.
- 5 — ————— — Os sedimentos da Serra de Santana (SP). Boletim Paranaense de Geografia, (18/20):231-245. 1966.
- 6 — FOURNIER, F. — Climat et érosion. Paris. Presses Universitaires de France, 201 p. 1960.
- 7 — GUERRA, A. T. — Pluviação e enxurrada. Boletim Paulista de Geografia, (18):45-48. out. 1954.
- 8 — DE LENHEER, L.; D'HOORE, J. e SYS, K. — Cartographie et caractérisations pédologiques de la catena de Yangambi. Bulletin de l'INEAC, série scientifique n. 55, 62 p. 1952.
- 9 — QUEIROZ NETO, J.P. — Notas preliminares sobre a geologia e estrutura da Serra de Santana, Estado de São Paulo. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, 9(2):13-23, set. 1960.
- 10 — ————— — A granulometria da fração areia dos solos da Serra de Santana. Bragantia, 22(1):3-12. 1963.
- 11 — ————— — Técnica para o estudo granulométrico da fração areia dos solos. Bragantia, 22 (2): 13-26. 1963.
- 12 — RUELLAN, F. — O papel das enxurradas no modelado do relevo brasileiro. Boletim Paulista de Geografia, (13): 5-18, mar. 1953 e (14): 3-25, julho 1953.
- 13 — Secretaria da Viação e Obras Públicas do Estado de São Paulo — — Boletins pluviométricos, Departamento de Águas e Energia Elétrica, São Paulo. série II, vol. I, de 1941 a 1952, 626 p.; vol. II, de 1953 a 1957, 298 p. 1958.