

## ARTIGOS

# SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS E DEPÓSITOS SUPERFICIAIS NEOCENOZÓICOS EM ECHAPORÃ, SP \*

Igo F. Lepsch \*\*

## INTRODUÇÃO

A presença de sedimentos neoceno-zóicos formando mantos não consolidados de espessura variável, que recobrem indistintamente vastas formações geológicas do Sudeste do Brasil, vem sendo assinalada nos últimos dez anos por vários autores. Esses sedimentos foram muitas vezes confundidos com os mantos de decomposição das rochas subjacentes e costumam formar manchas descontínuas, de forma que as cartas geológicas raramente os mostram, apesar de ocuparem, aparentemente, uma área relativamente extensa e da caracterização e delimitação dos mesmos serem de grande importância em vários setores, como nos estudos de solos, projetos de engenharia e localização de depósitos de água subterrânea.

Nos estudos pedológicos é de grande interesse a caracterização dos depósitos superficiais, uma vez que eles constituem o material de origem de grande parte dos solos. Por outro lado, sabe-se que estudos geomorfológicos são de grande valia para o entendimento do modo de formação dos solos, quando complementados às análises rotineiras de caracterização pedológica (DANIELS *et alii*, 1971).

Com estas idéias em mente, resolveu-se estudar os solos e as superfícies geomorfológicas em uma área do planalto ocidental paulista. Essa área tem uma extensão de 70,8km<sup>2</sup>, no município de Echaporã, e foi escolhida por conter os principais solos e feições fi-

\* Parte deste trabalho foi apresentada em tese para obtenção do título de Ph.D. na *North Caroline State University*, EUA (1975).

O autor agradece ao Dr. S. W. Buol e Dr. R. B. Daniels, da *N. C. State University*, pela orientação prestada durante trabalhos de campo e laboratório, e ao Dr. A. Carvalho, do Instituto de Geociências da USP, pela revisão final do texto.

\*\* Pesquisador do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, Seção de Pedologia.

siográficas daquela região. Nela os solos e as superfícies geomorfológicas foram caracterizados e relacionados. A fim de se ter um entendimento maior acerca da pedogênese procurou-se, também, verificar qual a natureza dos sedimentos da área e seu relacionamento com a geomorfologia local. Verificou-se, durante esses estudos, a presença de depósitos pós-cretácicos, ainda não relacionados na leitura consultada, os quais constituem o material de origem da maior parte dos solos estudados. A caracterização desses depósitos superficiais e o estudo da evolução do relevo mostraram-se bastante úteis para a compreensão dos fenômenos pedológicos locais (LEPSCH, 1975). Além disso, feições fisiográficas semelhantes às encontradas em Echaporã estão presentes em outras partes do planalto ocidental paulista, o que sugere a possibilidade de extrapolação para outras áreas dos resultados obtidos.

Pelos motivos acima expostos achou-se útil relatar, aqui, parte dos trabalhos efetuados na área de Echaporã, dando ênfase à estratigrafia e à geomorfologia locais. Tal estudo poderá ser útil para o entendimento da gênese dos solos em áreas similares situadas no planalto ocidental e contribuir para maior entendimento dos depósitos neocenozóicos do Sudeste do Brasil.

#### REVISÃO DE LITERATURA

##### CLIMA

Não existem dados meteorológicos especificamente referentes à área de estudo. Dados de precipitação pluviométrica e temperatura das cidades de Marília e Assis, ambas a uma distância aproximada de 35 km de Echaporã, indicam um clima subtropical úmido, precipitação pluviométrica média anual de 1350mm, com as chuvas concentradas nos meses mais quentes do ano. Contudo, existem evidências de paleoclimas bem diferentes do clima atual, uma vez que, segundo Bigarella e Andrade (1965), durante o quaternário o clima oscilou de úmido tropical, durante as fases interglaciais, para árido ou semi-árido, durante as fases glaciais. Além dos períodos semi-áridos do quaternário, os mesmos autores sugeriram dois outros, um no terciário médio, correlacionado com o que chamaram de "pediplano Pd2", e outro no fim do cretáceo, relacionado com uma superfície denominada "pediplano Pd3".

##### GEOLOGIA E SOLOS

De acordo com o mais recente mapa geológico do Estado de São Paulo (1975), a maior parte do planalto ocidental compreende a formação Bauru, com exposições menores de formações Caiuá, Botucatu e Serra Geral. O Bauru, datado como formado no cretáceo

superior, é a mais recente dessas formações e a única apontada no mapa, na área de estudo deste trabalho.

Freitas (1964) e Arid (1967) relataram no Bauru estruturas sedimentares do tipo maciço, laminar e cruzado, e também a dominância de areias finas (0,25mm a 0,065mm). Freitas (1964) demonstrou, ainda, que a mineralogia da fração areia é dominada por quartzo, com quantidades menores de feldspatos, minerais pesados, calcita e, mais raramente, muscovita e clorita. Paiva Neto e Nascimento (1957) relataram a presença de atapulgita acompanhada de quantidades menores de montmorilonita em amostras de arenito coletadas entre as cidades de Marília e Echaporã.

O mapa geológico de São Paulo (1975) não assinala a presença de sedimentos cenozóicos para o planalto ocidental, mas vários autores já citaram a ocorrência de depósitos desse tipo. Rego (1946) mencionou que o planalto é coberto em grandes extensões por depósitos areno-argilosos, freqüentemente de origem eólica, com espessura de dezenas de metros, que foram tentativamente correlacionados com as argilas terciárias da bacia de São Paulo. Segundo Almeida (1964), grande parte dos solos do planalto ocidental parece originar-se de material retrabalhado da formação Bauru. Esses materiais foram descritos por esse autor como de estrutura maciça e com vários metros de espessura, e linhas de pedras neles encontradas sugeriram origem fluvial. Christofolletti e Queiroz Neto (1966) verificaram, em extensa área da serra de Santana, recobrimento de sedimentos maciços, de profundidade variável, com freqüentes cascalheiras basais, que foram interpretados como relacionados com processos de sedimentação em clima semi-árido. Penteado e Ranzani (1971) descreveram depósitos cenozóicos do município de Jaboticabal, que foram relacionados com processos de pedimentação e coluvionação do fim do terciário ou começo do quaternário.

No levantamento de reconhecimento do Estado de São Paulo, a antiga Comissão de Solos (BRASIL, 1960) identificou, no planalto ocidental, quatro unidades de mapeamento que compreendem solos tidos como derivados do arenito de Bauru: solos podzolizados, variação Marília, solos podzolizados variação Lins, latossolo vermelho-escuro fase arenosa e o litossolo, substrato arenito com cimento calcário. Os solos podzolizados variação Lins e Marília foram definidos como solos arenosos, desenvolvidos de arenito com cimento calcário, apresentando grande diferença textural entre o horizonte A e B e alta saturação em bases. Os latossolos fase arenosa foram definidos como solos de textura média, desenvolvidos de arenito sem cimento calcário, pobres em bases, muito profundos e com transição difusa entre

horizontes A e B. Os litossolos foram definidos como solos rasos, pouco desenvolvidos, moderadamente drenados e com alta saturação em bases.

Moniz e Carvalho (1973) explicaram diferenças entre estágio de intemperização de solos do planalto ocidental, baseados na evolução do relevo e do material de origem, seguindo um modelo de evolução da paisagem proposto por Ruhe. Segundo eles, os solos podzolizados variação Marília foram identificados como desenvolvidos numa posição de terras altas, sobre o arenito de Bauru. Os solos podzolizados variação Lins seriam desenvolvidos em posição de pedimento de encosta, sobre material coluvial, e os latossolos desenvolvidos em posição de pedimento de sopé sobre material detrítico espesso erodido de rochas da formação Bauru e depositado depois de ter sofrido prévios ciclos de intemperização.

Queiroz Neto *et alii* (1965) estudaram a cronologia dos solos do pequeno planalto de Marília e das colinas baixas circundantes. O mineral caulinita foi identificado para a fração argila tanto dos solos situados no alto do planalto como no sopé das escarpas, mas aquela foi relatada como sendo menos cristalizada nos solos situados no sopé das encostas, onde também estes foram descritos como sendo menos intemperizados.

#### FISIOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA

Segundo Almeida (1964), o relevo na maior parte do planalto ocidental é caracterizado por espigões extensos com topos convexos, ondulantes e com extremidades laterais lobadas que compõem colinas extensas que avançam no sentido dos tributários do rio Paraná. Este autor faz menção também à presença de pequenos planaltos conspícuos, com altitudes em torno de 700m no bordo SE do planalto ocidental. Os pequenos planaltos situam-se nos divisores dos principais tributários do rio Paraná e são circundados por escarpas que possuem vegetação descontínua. Essas escarpas, onde o arenito calcítico algumas vezes é exposto, foram descritas como tendo de 50 a 100m de altura.

A maior parte dos rios do planalto ocidental correm para oeste e paralelos ao rio Paranapanema. Segundo Almeida (1964), são rios conseqüentes cuja orientação paralela parece indicar que os seus leitos originais foram estabelecidos em uma superfície essencialmente plana, com ligeira inclinação para o rio Paraná. Este mesmo autor ressaltou também que os pequenos e conspícuos planaltos ou representam o efeito de aplainamento local (*striping*) ou testemunham uma primitiva superfície, na qual foi estabelecida a drenagem conseqüente de toda a província.

Ab'Saber (1969) também menciona estes pequenos planaltos e os interpreta como prováveis remanescentes da chamada "superfície neogênica". Araújo Filho e Ab'Saber (1969) definiram o pequeno planalto em Marília como um resíduo de camadas cretácicas, e as colinas mais baixas que circundam esse planalto como resíduos de pedimento moderadamente dissecados pelo sistema de drenagem atual.

#### MÉTODOS DE TRABALHO

##### TRABALHOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo constaram de cartografia de superfícies geomorfológicas, cartografia de depósitos superficiais, amostragem de solos, amostragem de rochas e observações generalizadas sobre a estratigrafia local tanto em corte de estradas como em sondagens com o trado.

O conceito de superfície geomorfológica, que foi aplicado, é o definido por Ruhe (1969: 5): "Uma superfície geomorfológica é uma porção de superfície de terra que é especificamente definida no espaço e no tempo". O critério usado para identificar, delinear e interpretar as relações entre superfícies geomorfológicas foi o especificado por Daniels *et alii* (1971). Cumpre observar que as superfícies, tal como foram aqui consideradas, constituem segmentos da paisagem contemporânea, isto é, superfícies do terreno atual e sobre qualquer substrato geológico ou solo, e não superfícies pretéritas, recobertas por seus depósitos correlativos, como algumas vezes, em outros trabalhos, são consideradas.

O levantamento dos depósitos superficiais foi feito simultaneamente com o levantamento semidetalhado de solos efetuado na área por Lepsch (1975). Fotografias aéreas em escala 1:25.000 foram usadas tanto para levantamento de depósitos superficiais como para delimitação das superfícies geomorfológicas. Um total de 102 locais distribuídos ao acaso foram amostrados às profundidades de 60 a 80cm. Em nove locais, tidos como representativos das formações, foram efetuadas sondagens até 5m de profundidade ou até encontrar rocha consolidada, quando esta estava a profundidade menor que 5m. Nesses locais os solos foram amostrados por horizontes pedológicos, em trincheiras, até a profundidade de 2m. No fundo das trincheiras o material, quando não consolidado, foi amostrado com o trado, em camadas sucessivas de 50cm de espessura.

##### MÉTODOS DE LABORATÓRIO

Todas as amostras foram secadas ao ar e passadas por uma peneira de malha de 2mm antes de qualquer análise de laboratório. A análise granulométrica foi procedida pelos métodos da pipeta e da centrifu-

ga. Para o método da pipeta usou-se a técnica descrita por Medina e Grohmann (1957). Para o método da centrífuga seguiu-se o procedimento descrito por Kittrick e Hope (1963). Foram obtidos curvas-padrão da distribuição das frações limo e areia em papel de probabilidade normal. Os valores estatísticos referentes a mediana e coeficiente de seleção foram obtidos a partir desses gráficos.

A fração argila foi estudada por difração de raio X, com espécimes orientados e montados em lâminas de vidro com os seguintes tratamentos: saturação com magnésio, etileno-glicol e potássio, seguida de aquecimento às temperaturas de 350° e 550°, segundo Jackson (1956). Uma estimativa semiquantitativa dos minerais presentes foi feita comparando-se altura e largura dos picos dos difratogramas com padrões conhecidos. Os argilo-minerais caulinita e gibbsita foram determinados quantitativamente por análise térmica diferencial segundo Dixon (1966). Os materiais amorfos foram determinados segundo Hashimoto e Jackson (1960). A análise total da fração argila foi feita por fusão com ácido fluorídrico a 110°C num recipiente hermeticamente fechado (BERNAS, 1968). O "ferro livre" foi extraído com solução de ditionito de sódio (JACKSON, 1956) e dosado com um espectrofotômetro de absorção atômica.

Os grãos de areia com diâmetros entre 50 e 250 $\mu$  foram identificados por um microscópio petrográfico de acordo com suas propriedades óticas e morfológicas, em montagens simples, com óleo de índice de refração de 1,54. Pelo menos trezentos grãos foram identificados em cada amostra.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### AS SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS

O bloco diagrama esquemático (figura 1) mostra que a área deste estudo compreende um pequeno planalto que é circundado por escarpas e colinas suavemente onduladas. O pequeno planalto, onde a cidade de Echaporã está localizada, estende-se para leste e para oeste além da área, varia em largura de 50 a 3000m e contém o divisor de águas situado entre os rios Paranapanema e do Peixe.

Cinco superfícies geomorfológicas foram identificadas nesta área. A localização dessas superfícies está indicada nos cortes transversais da figura 2. Elas foram identificadas com algarismos romanos, em ordem crescente, da superfície mais antiga (superfície I) à superfície mais jovem (superfície V). Maiores detalhes sobre a distribuição do espaço dessas superfícies foram relatados no trabalho de Lepsch (1975).

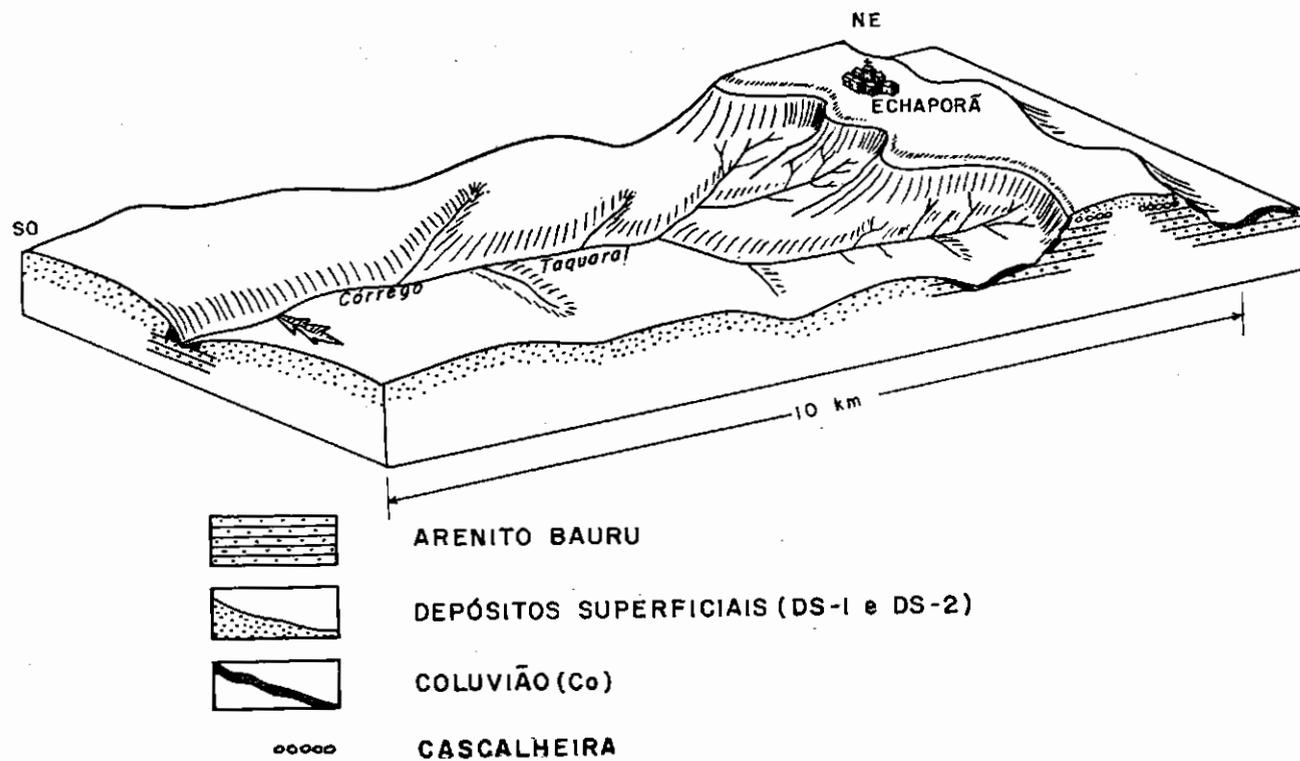


Figura 1 — Bloco-diagrama esquemático mostrando a fisiografia e geologia da área de estudo.

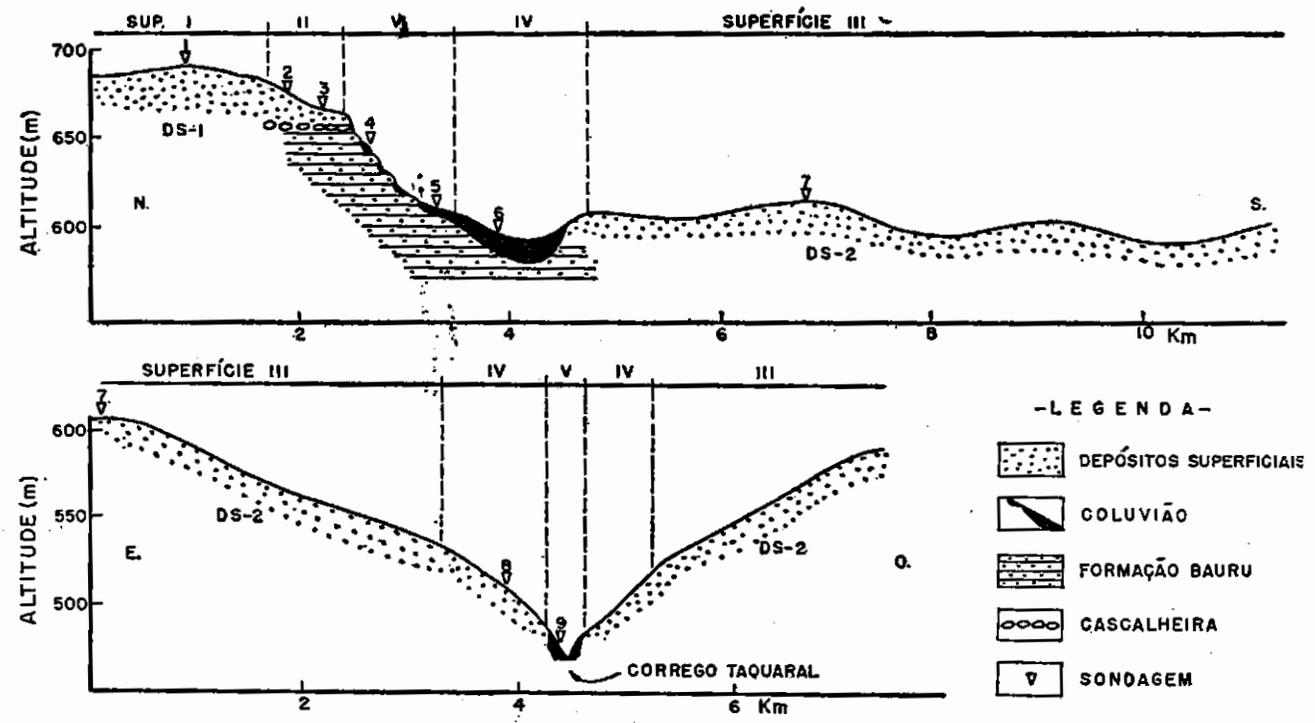


Figura 2 — Cortes transversais norte-sul e leste-oeste mostrando a relação entre superfícies geomorfológicas, depósitos superficiais e a localização das sondagens.

Nas partes centrais do pequeno planalto localiza-se a superfície I ou superfície de Echaporã. O relevo aí é quase plano e não existe nenhum canal natural de drenagem. As altitudes variam de 680 a 690m. Essa superfície pode ter-se formado tanto por processos de erosão como por processos de deposição. O fato de estar sobre um manto sedimentar espesso e poroso, aliado ao relevo plano, sugere ser ela de caráter deposicional. Além disso, a posição da mesma em um divisor de águas de dois rios maiores (Peixe e Paranapanema), aliada às propriedades de grande espessura e alta permeabilidade do sedimento subjacente, indica grande resistência à erosão geológica e sugere ser um remanescente bastante antigo.

A superfície II localiza-se nos bordos do pequeno planalto (figura 2). Da mesma forma que a superfície I, não possui canais de drenagem. Os declives variam de 2 a 8%. Essa superfície parece ter-se formado por processos erosivos, uma vez que secciona sedimentos localizados sob a superfície I.

A superfície III está localizada nas partes mais altas das colinas suavemente onduladas existentes a sudeste do planalto de Echaporã. Os declives variam de 1 a 5%, as altitudes de 525 a 625m. Nenhum curso de água está presente nessa área, mas existem algumas voçorocas, diretamente ligadas à superfície V. A superfície III, da mesma forma que a superfície I, pode ser tanto de formação deposicional como de formação erosiva, mas os declives, um pouco mais acentuados que os da superfície I, bem como os perfis suave-ondulados e côncavo-convexos, sugerem ser ela uma área formada por pequena erosão de uma superfície anterior mais plana que a atual.

A superfície IV está localizada nas encostas adjacentes à superfície III e no topo de algumas colinas menores localizadas perto das escarpas. Os declives estão em torno de 5%. Essa superfície deve ter sido formada por processos erosivos da mesma forma que a superfície II.

A superfície V localiza-se nas escarpas e nos vales diretamente conectados com o córrego Taquaral e seus tributários (figura 1). Nessas encostas são encontradas as maiores declividades da área, as quais variam de 10%, até barrancos quase verticais, nas voçorocas. Essa superfície é em sua maior parte formada por processos erosivos, mas alguns elementos deposicionais em forma de coluvião foram observados no sopé das encostas. Nota-se que nas escarpas areníticas a superfície V é constituída por uma série de degraus, os quais são mais proeminentes nas extremidades lobadas dos interflúvios. À primeira vista esses degraus sugerem ser esta parte da paisagem com-

posta de mais de uma superfície geomorfológica. Observação detalhada, no entanto, mostrou que tais degraus situam-se acima de camadas horizontais de arenito mais resistentes, sendo portanto feições controladas mais propriamente pelo substrato rochoso do que por uma sucessão de eventos geomorfológicos.

A densidade de drenagem nas escarpas é maior que em qualquer outra área. A maior parte dos tributários do córrego Taquaral originam-se nas escarpas a altitudes entre 630 e 660m e descem para 550m, numa distância de pouco menos de um quilômetro, o que dá um gradiente médio de canal de 8%. Este alto gradiente sugere que os vales dos córregos da área estão-se estendendo por processos de erosão das cabeceiras e que o pequeno planalto de Echaporã é provavelmente um dos poucos remanescentes ainda não totalmente afetados por esses processos de evolução das vertentes nas escarpas.

A superfície I, ou de Echaporã, é a mais antiga da área porque se situa nas costas mais elevadas e não se nivela com nenhuma outra superfície. A superfície II é a imediatamente mais recente que a superfície I porque a secciona (figura 2). O mesmo raciocínio é válido para a superfície IV, mais recente que a superfície III porque também a secciona. A superfície V é a mais jovem de toda a área estudada porque secciona as superfícies IV e também porque seu perfil nivela-se suavemente e em continuidade com as pequenas áreas aluvionais do córrego Taquaral, o que, segundo Daniels *et alii* (1971), significa que é contemporânea das mesmas.

Algumas dúvidas persistem quanto à determinação da idade relativa entre as superfícies II e III porque nunca estão diretamente ligadas. A superfície II talvez seja mais antiga que a superfície III porque está sempre situada a altitudes superiores, mas poderia ser também contemporânea porque se, no corte transversal norte-sul (figura 2), prolongarmos para o sul o perfil da superfície II, ela irá se nivelar com partes da superfície III. No entanto, por causa da escala generalizada do mapa topográfico usado (1:100.000), esta última evidência deve ser tomada com reservas, ainda mais que o prolongamento da seção transversal da superfície II se nivela somente com os topos da superfície III, os quais constituem apenas uma parte menor dessa superfície. Portanto, para efeito de raciocínio, a superfície II será considerada aqui como de idade mais antiga que a superfície III.

Além das mencionadas superfícies geomorfológicas, existem na área de estudo pelo menos duas outras superfícies, hoje soterradas, das quais uma é certamente mais antiga que qualquer superfície exposta anteriormente mencionada. Uma série da superfície erosiva,

diretamente entalhada em camadas cretácicas, hoje se encontra recoberta pelos sedimentos situados nas encostas mais elevadas do pequeno planalto de Echaporã. Esta superfície pode ser observada nos bordos do planalto onde uma cascalheira aparenta superpô-la diretamente (figuras 1 e 2). Outra superfície erosiva e também soterrada é a que está abaixo dos sedimentos que recobrem as colinas suavemente onduladas situadas a sudoeste do pequeno planalto de Echaporã.

Neste trabalho, apenas as idades relativas entre as superfícies puderam ser estimadas. Aparentemente não existem ainda dados concretos para determinação da idade absoluta de nenhuma delas, com exceção da superfície V, nas escarpas, que sabemos ter idade atual, uma vez que sua parte inferior nivela-se suavemente com as várzeas, obviamente de formação atual, do córrego Taquaral.

Araújo Filho e Ab'Saber (1964) e Ab'Saber (1969) mencionaram ser os pequenos planaltos conspícuos do planalto ocidental velhos remanescentes, provavelmente uma superfície neogênica. Baseado nessas referências, e supondo-se que os citados autores se referiam a uma superfície atual e exposta, e não a soterrada, que corta diretamente camadas cretácicas, poderíamos tentar datar a superfície de Echaporã como formada em alguma época do terciário superior (Pd2 ou Pd1) e as demais, conseqüentemente, como quaternárias.

#### OS DEPÓSITOS SUPERFICIAIS

As observações de campo indicaram para a área deste estudo a presença de pelo menos três diferentes tipos de depósitos sedimentares: a) sedimentos da formação Bauru, b) depósitos superficiais, mais recentes que o Bauru, e c) coluvião da formação recente (figuras 1 e 2).

Os sedimentos da formação Bauru foram observados expostos nas escarpas circundantes do pequeno planalto de Echaporã e no leito do córrego Taquaral (figuras 1 e 2). Esses sedimentos, em sua maior parte, são compostos de arenito duro, com estrutura maciça, cor amarelo-avermelhada e com cimento calcário. Uma série de camadas sedimentares com espessura de até 3m e disposição plano-paralela foi observada nesses locais.

Os sedimentos aqui referidos como depósitos superficiais areno-so-barrentos ocupam a maior parte da área estudada (figura 3). Existem pelo menos dois depósitos desse tipo na área de estudo: um situa-se no topo do pequeno planalto de Echaporã, e será aqui referido como "DS-1", o outro situa-se nas colinas suavemente onduladas a sudoeste de Echaporã e será referido como "DS-2".

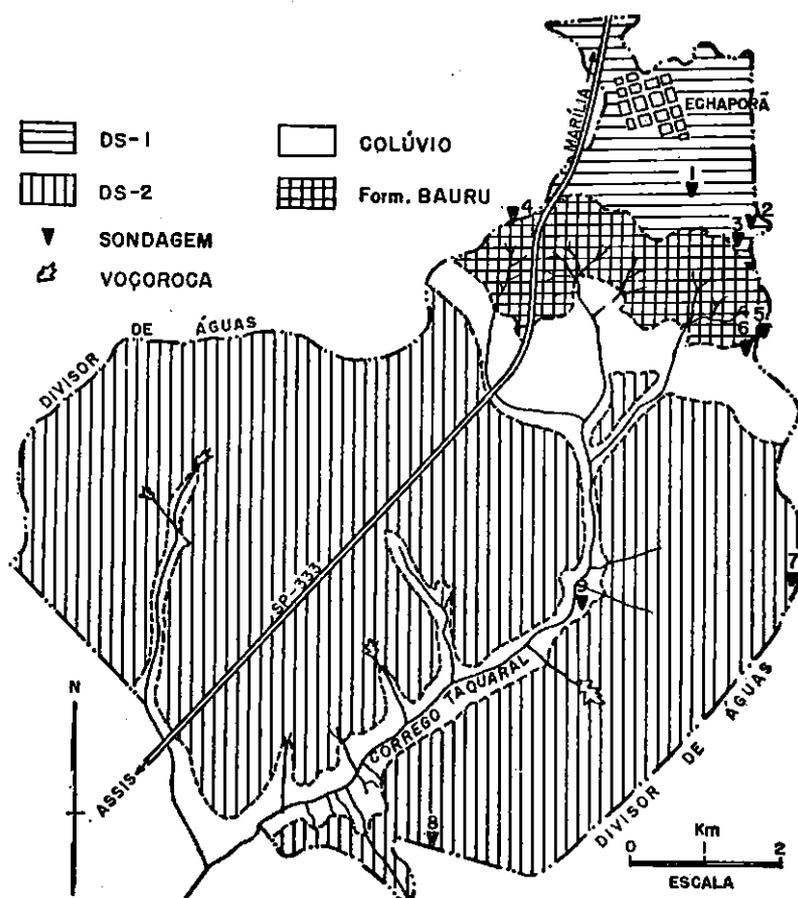


Figura 3 — Distribuição espacial dos depósitos superficiais na área de estudo e localização das sondagens.

Os depósitos DS-1 e DS-2 são arenoso-barrentos (15 a 25% de argila), vermelhos ou vermelho-escuros, muito porosos, bastante friáveis e sem qualquer evidência morfológica de estratificação. A espessura deles pode variar de 3m a mais de 20m e, pelo que observamos em cortes de estradas, voçorocas e nas sondagens com o trado, as espessuras superiores a 5m são as mais comuns. Foi observada, entre esses depósitos e o regolito diretamente derivado do arenito de Bauru, a existência de linhas de pedra e cascalheiras basais.

A existência de linhas de pedras ou cascalheiras de seixos de quartzo, a espessura relativamente grande, a ausência de estratificação e a homogeneidade de cor em profundidade foram os principais critérios para concluir-se serem esses depósitos sedimentos distintos da formação Bauru e não regolito derivado *in situ* daquela formação, por processo único de intemperização. O fato de os depósitos superficiais estarem sempre sobrepondo-se à formação Bauru indica terem sido depositados em época posterior àquela formação.

Os depósitos DS-1 são aparentemente os de idade mais antiga da área, pois situam-se nas altitudes mais elevadas e estão sempre truncados nos bordos do pequeno planalto de Echaporã. Nessa área, uma cascalheira constituída por uma camada contínua de seixos de quartzo com uma espessura de 30 a 50cm foi observada expondo-se em todo o bordo do planalto (figura 1). Medições de altitude em seis locais diversos mostraram que essa camada de seixos está situada constantemente em altitudes entre 660 e 664m. A constância de altitude desta cascalheira basal sugere que a mesma forma uma camada contínua, praticamente horizontal, que está debaixo dos sedimentos do topo do planalto, formando um manto em desconformidade com a formação Bauru. Essa cascalheira também sugere que os sedimentos do topo do planalto podem atingir 30m de espessura, uma vez que a altitude da superfície de Echaporã chega a 690m em algumas áreas.

Por ocasião de viagens de campo pelo planalto ocidental com a finalidade de escolha da área de estudo, foram notados sedimentos semelhantes ao que aqui se denomina depósitos DS-1, nas localidades de Monte Alto, Marília, Garça e Duartina, todos com altitudes entre 650 e 700m. Em Marília foi encontrada uma cascalheira basal semelhante em espessura e em altitude à cascalheira de Echaporã (CARVALHO, A., comunicação pessoal). Estes fatos sugerem que depósitos similares ao DS-1 ocorrem também em outras áreas do planalto ocidental que ainda não foram afetados por processos erosivos em altitudes maiores que 650m.

Os depósitos DS-2 situados nas colinas a sudoeste de Echaporã são mais recentes que os depósitos do topo do planalto porque eles se situam sempre em altitudes menores que aqueles e porque não existe nenhuma evidência de deslocamento vertical dos mesmos, por intermédio de falhamento. Observações em cortes de estrada e voçorocas mostram que estes depósitos, em sua maioria, têm mais de 10m de espessura. A falta de exposições da base desses sedimentos impediu a verificação da forma com que eles se sobrepõem à formação Bauru.

Os sedimentos aqui referidos como depósitos coluviões (Co) são os mais recentes da área. Em sua maior parte eles têm textura similar aos depósitos superficiais arenoso-barrentos, mas diferem em cor, que é vermelho-amarelada na maior parte dos casos. A espessura pode variar de 0,5 a 5m. Linhas de pedras e cascalheiras foram nelas observados com frequência. Elas ocorrem principalmente nos sopés das escarpas e são produtos relacionados com processos de erosão advindos do recuo das encostas declivosas vizinhas.

Observações generalizadas efetuadas fora da área de estudo, entre as localidades de Marília e Assis, indicaram que provavelmente os depósitos DS-2 se estendem para o sul e oeste de Echaporã, uma vez que foram observados como continuando até a localidade de Assis. Entre Echaporã e Marília, a julgar pelos solos, topografia e densidade de drenagem, aparentemente não estão presentes esses depósitos, e sim sedimentos idênticos ao que chamamos neste trabalho de depósitos coluviões recentes (Co). Pelo que se pôde observar, as áreas onde ocorrem depósitos semelhantes a DS-2 parece que se correlacionam muito bem com a área mapeada pela Comissão de Solos (BRASIL, 1960) com a unidade de mapeamento "Latossolo Vermelho-Escuro, fase arenosa".

O quadro I apresenta dados de mineralogia e granulometria em amostras selecionadas das nove sondagens efetuadas na área. A localização dessas sondagens está nas figuras 2 e 3.

A análise mineralógica da fração compreendida entre 0,10 e 0,05mm mostrou ser a mesma constituída, predominantemente, de grãos subarredondados de quartzo (quadro I). Os minerais pesados e opacos estão presentes em todas as amostras, em quantidades relativamente constantes, variando de 1 a 3%. Esses dados são similares aos relatados por Freitas (1964) para a composição mineralógica da fração areia de rochas da formação Bauru, o que sugere serem os depósitos superficiais da área de estudo em Echaporã derivados de rochas da formação Bauru ou, pelo menos, de materiais semelhantes aos existentes nessa formação geológica.

Os feldspatos foram identificados em todas as sondagens, com exceção da de número 1. Nas sondagens 2, 3 e 7 esse mineral está presente apenas nas amostras mais profundas (quadro 1). O fato de os feldspatos estarem presentes na maior parte das amostras próximas do arenito de Bauru e também, em maiores quantidades, nos sedimentos de idade mais recente, é indício de serem eles derivados do arenito de Bauru, uma vez que é lógico supor-se que em amostras de sedimentos mais antigos esses minerais desapareçam com o avanço dos processos de intemperismo.

A figura 4 representa curvas-padrão para as frações areia e silte de quatro amostras, representativas dos depósitos DS-1, DS-2, coluvião e regolito do arenito de Bauru. Nota-se, no citado gráfico, e também pelo exame dos parâmetros estatísticos do quadro 1 (mediana- $Md$ , e coeficiente de seleção- $So$ ), que existe uma certa uniformidade na distribuição das frações areia e silte nos sedimentos da área em estudo. Os depósitos DS-1 e DS-2 têm coeficientes de seleção ( $So$ ) idênticos ao do arenito de Bauru. As amostras situadas no topo do pequeno planalto (DS-1) apresentaram, contudo, concentração de areia grossa ligeiramente maior.

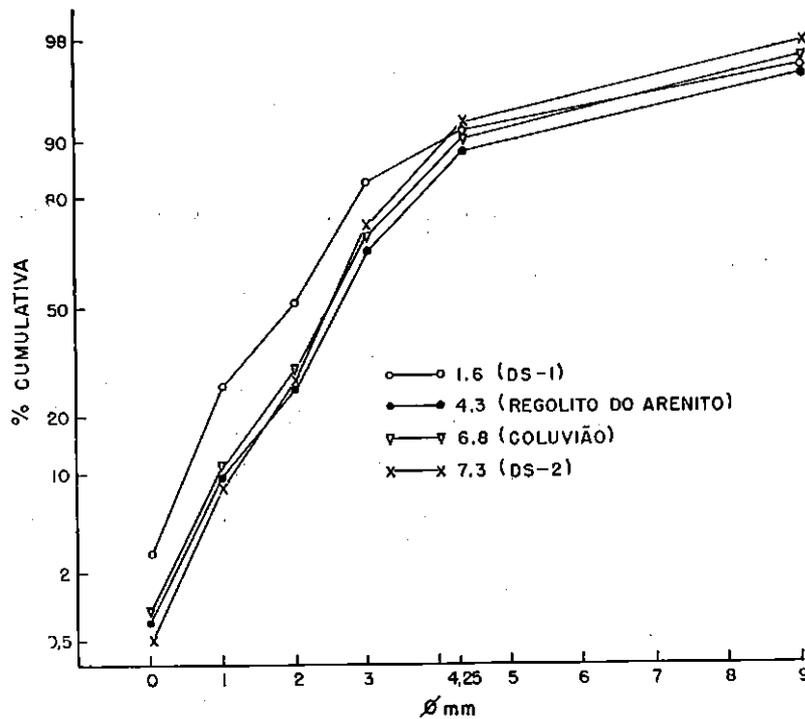


Figura 4 — Curvas-padrão, em papel de probabilidade normal. As amostras 1.6, 4.3, 6.8 e 7.3 são representativas das sondagens de n.ºs 1, 4, 6 e 7 respectivamente.

A figura 5 apresenta a distribuição em profundidade da relação areia fina:areia grossa ( $AF:AG$ ) e porcentagem de argila. A relação  $AF:AG$  é usada aqui como medida de uniformidade do material. Nos gráficos da figura 5 nota-se que em algumas sondagens o material

QUADRO I

Amostra Nº	Profun- didade  cm	Md  mm	So  mm	fração < 2 µ*				Fração 50-150 µ				
				Cau	Gib	Am	outros	Q	F	M	P-O	Ki
				%	%			%	%	%	%	
sondagem Nº 1 — dep. superficial DS-1												
1.1	0-17	0,31	2,0	73	1	10	V-C	98	0	0	2	1,9
1.4	70-106	0,31	2,0	57	1	7	V-C	98	0	0	2	1,9
1.15	570-620	0,22	2,0	66	1	—	V-C	98	0	0	2	—
sondagem Nº 2 — dep. superficial DS-1												
2.4	70-110	0,21	1,8	66	1	7	V-C	97	0	0	3	1,7
2.14	530-580	0,19	1,9	59	1	—	V-C	88	3	0	3	—
sondagem Nº 3 — dep. superficial DS-1												
3.4	60-92	0,21	1,9	65	1	7	M,V,V-C	96	tr	0	3	2,0
3.12	420-470	0,17	1,9	49	1	—	—	97	1	0	1	—
sondagem Nº 4 — arenito de Bauru e regolito												
4.3	42-50	0,15	1,5	16	0	9	A,S,I	96	3	1	1	3,0
4.4**	50-55	0,17	2,0	2	0	5	A,S	94	2	1	1	5,0

sondagem Nº 5 — coluvião e regolito												
5.1	0-28	0,14	1,7	30	tr	11	I,M,S	96	3	0	1	2,4
5.4	72-94	0,14	1,7	37	tr	10	S,I,M	90	8	0	1	2,4
5.9	190-230	0,10	2,1	—	—	—	S,I	84	11	0	2	—
sondagem Nº 6 — coluvião (Co)												
6.5	76-92	0,16	1,7	53	tr	10	I,M,V,S	97	tr	0	3	2,0
6.14	530-580	0,16	1,8	68	0	—	I	98	1	0	1	—
sondagem Nº 7 — dep. superficial DS-2												
7.1	0-20	0,18	1,7	69	1	8	V-C	97	0	0	3	1,8
7.3	42-75	0,17	1,7	57	1	—	V-C,Q	98	0	0	2	—
7.6	150-180	0,14	1,8	65	1	7	V-C,I	99	0	0	1	1,8
7.15	580-630	0,16	1,7	50	0	—	I	96	2	0	2	—
sondagem Nº 8 — dep. superficial DS-2												
8.4	53-92	0,19	1,6	72	0	10	V-C,Q	91	6	1	2	1,8
8.12	430-480	0,17	1,6	57	0	—	V-C	96	0	2	3	—
sondagem Nº 9 — coluvião (Co)												
9.1	0-16	0,16	1,6	54	0	—	V,S,Q	99	tr	0	1	—
9.14	130-135	0,15	1,7	53	0	10	V,S,Q	99	tr	0	1	1,9

Convenções: Cau = caulinita; Gib. = gibbsita; Am = mat. amorfo; Q = quartzo; M = mica; F = feldspato; P-O = pesados e opacos; A = atapulgita; V = vermiculita; S = semectita (ou montmorilonita); V-C = vermiculitan cloritizada; I = minerais interestratificados do grupo 2:1; — = não determinado; tr = menos de 1%.

\* Determinação por difração de raio X — (os minerais estão arranjados em ordem decrescente, de acordo com a quantidade estimada pela intensidade dos picos).

\*\* Amostra de arenito de Bauru Consolidado.

se subdivide em extratos cujas areias variam em tamanho, ora para mais finas, ora para mais grossas. Esta tendência é verificada, principalmente, para as sondagens efetuadas em coluviões (sondagens de n.ºs 5, 6 e 9).

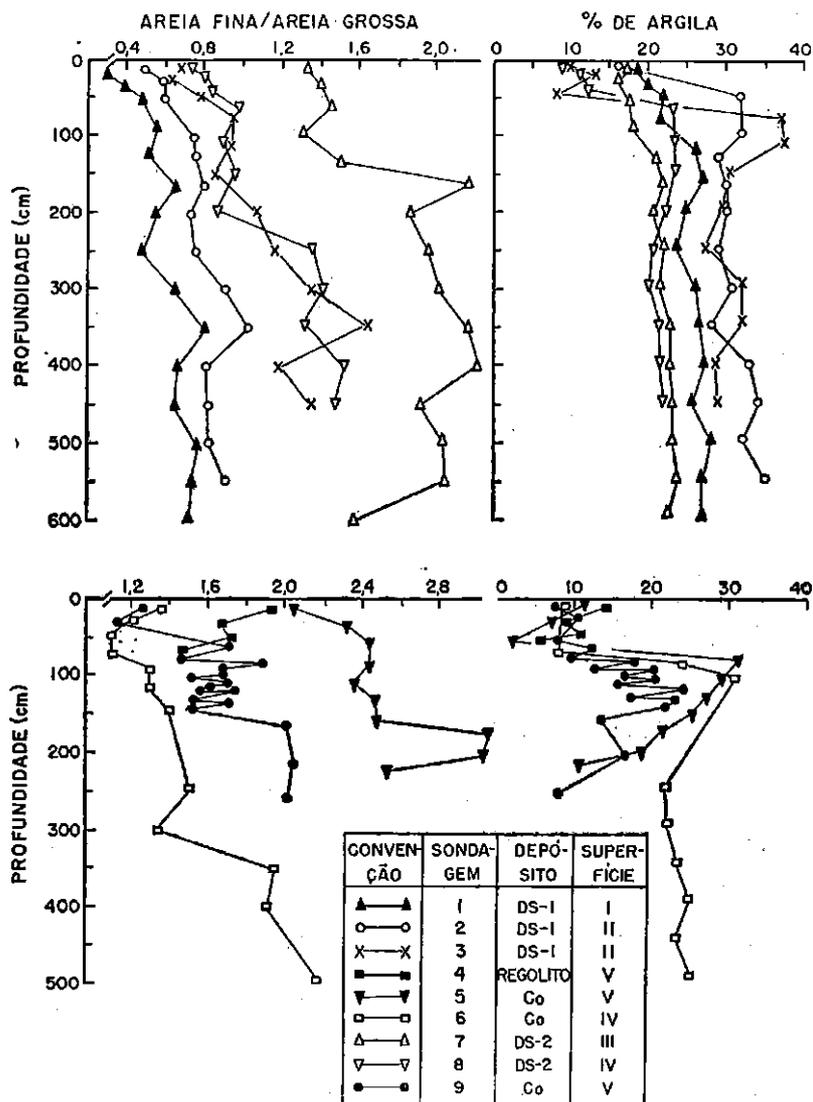


Figura 5 — Distribuição em profundidade da relação areia fina:areia grossa (AF:AG) e da porcentagem de argila nas nove sondagens efetuadas na área.

A figura 6 apresenta médias da relação  $AF:AG$ , arranjadas em ordem decrescente da idade dos sedimentos. Estes dados foram obtidos de amostras retiradas com o trado a profundidade entre 60 e 80cm. Para cada sedimento foram usadas apenas amostras localizadas em uma mesma superfície geomorfológica a fim de se manter constante o tempo de intemperização dos locais amostrados. Para a confecção deste gráfico supõe-se que as amostras referentes à camada intemperizada autóctone sobre o arenito de Bauru (superfície V, nas escarpas areníticas) são as formações superficiais de idade mais recente da região.

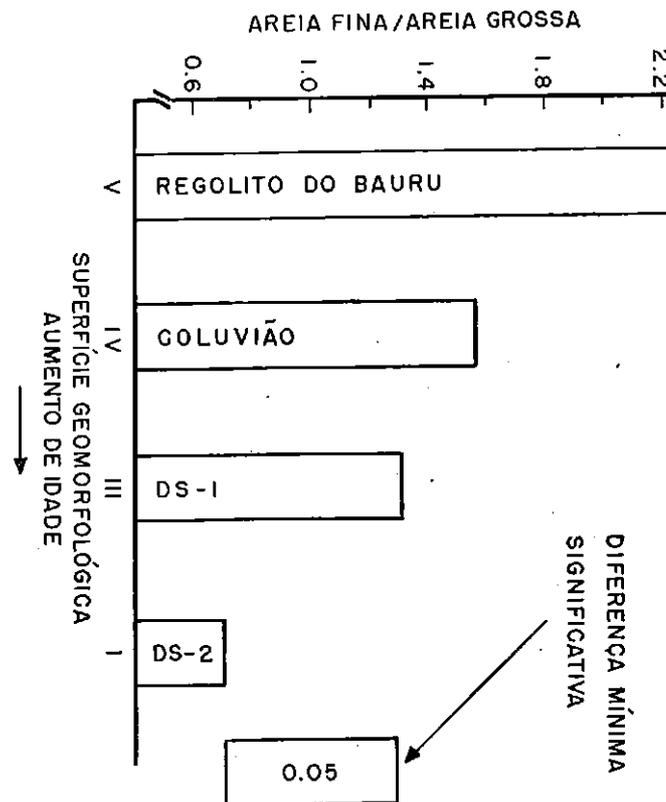


Figura 6 — Médias da relação Areia Fina:Areia Grossa, arranjadas em ordem decrescente da idade dos sedimentos (dados obtidos de 102 amostras coletadas a profundidade de 60-80cm, ou logo acima do arenito, quando mais raso que 80cm).

O gráfico da figura 6 mostra que, apesar de serem pequenas as diferenças de tamanho médio e grau de selecionamento entre os sedimentos, elas são, na maior parte dos casos, estatisticamente significantes ao nível de 95%. A relação  $AF:AG$  aumenta constantemente à medida que a idade das formações superficiais diminui. Esses dados sugerem que, à medida que o tempo progride, ocorre uma diminuição relativa de areia fina. É possível que tal diminuição seja devida ao fato de ser a fração areia fina mais suscetível de ser intemperizada, fato este advindo tanto de sua maior superfície específica como de uma provável concentração de minerais mais facilmente intemperizáveis, tais como os feldspatos. Os feldspatos têm dureza menor que o quartzo e também planos de clivagem mais definidos, o que faz com que processos abrasivos reduzam mais rapidamente seu tamanho e se concentrem nas frações mais finas (FOLK, 1968).

Nos histogramas da figura 7 está representada a composição granulométrica completa de quatro amostras, sendo que uma delas (amostra nº 4.3) refere-se ao arenito semidecomposto, por ser amostra coletada a alguns centímetros do arenito duro e pouco alterado. Os histogramas representam também as quantidades de óxidos de ferro "livre", que foi suposto como fazendo parte da fração argila. A análise destes histogramas revela que o intervalo granulométrico mais freqüente é o de 0,25 a 0,1mm, e que teores de argila e de óxidos de ferro aumentam à medida que aumenta a idade dos sedimentos.

Os teores de argila superiores a 5% permitem classificar as amostras como imaturas e a diversidade de classes texturais nos depósitos superficiais e em coluvião indicam mau selecionamento e, conseqüentemente, sugerem um agente de transporte com competência elevada, capaz de mobilizar partículas de diversos tamanhos (FOLK, 1968).

A distribuição de argila em profundidade nas sondagens (figura 5) mostra que nos sedimentos de deposição mais antiga (DS-1 e DS-2) os teores de argila são constantes com a profundidade, com exceção de alguns casos dos horizontes superiores do solo (da superfície até 150cm de profundidade). Essa constância dos teores de argila até profundidade de 6m sugere condições de deposição relativamente homogêneas e por um período de tempo longo.

O aumento de argila observado em algumas sondagens à profundidade aproximada de 50cm coincide com os solos com B textural, ou solos podzolizados, e foram considerados por Lepsch (1975) como provenientes, principalmente, de processos de migração e deposição de argila (iluviação e eluviação) do horizonte A para o horizonte B, conforme verificação desses horizontes efetuada com o exame de lâminas delgadas.

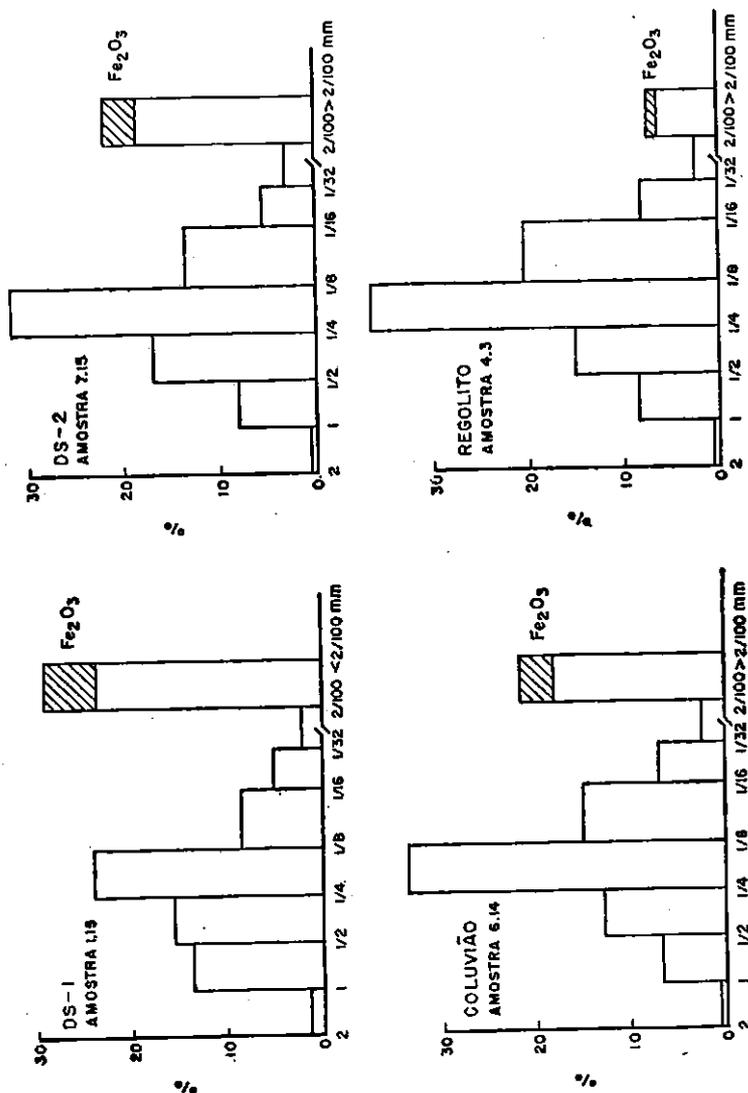


Figura 7 — Composição granulométrica completa de amostras dos depósitos DS-1, DS-2, coluvião e regolito do arenito de Bauru.

Christofoletti e Queiroz Neto (1966) interpretaram para sedimentos da serra de Santana, SP, a presença de argila com areia como indicação de um tipo de erosão em clima semi-árido, capaz de transportar materiais de todas as classes de tamanho. Na área de estudo em apreço, interpretação semelhante também parece ser válida.

Nas sondagens n.ºs 5, 6 e 9, efetuadas nos depósitos coluviais, observa-se que a distribuição de argila em profundidade é menos homogênea que nos depósitos superficiais mais recentes. Este fato pode ser observado principalmente na sondagem n.º 9 (figura 5), que apresentou estratificação fina em lâminas de alguns centímetros de espessura. Esta heterogeneidade da distribuição de argila nos depósitos coluviais coincide, em muitos casos, com a pouca uniformidade da distribuição em profundidade do parâmetro areia fina:areia grossa, o que leva a presumir superposição de coluviões.

No quadro 1 são apresentados dados da composição mineralógica da fração argila dos depósitos superficiais, bem como de uma amostra do arenito de Bauru. A figura 8 mostra alguns dos difratogramas de raios X obtidos. A argila do arenito de Bauru (amostra 4.4) apresentou o mineral atapulgita como dominante, e a montmorilonita como secundário, confirmando resultados obtidos por Paiva Neto e Nascimento (1957). A atapulgita foi encontrada também, em menores quantidades, em amostras de regolito diretamente derivado do arenito de Bauru (amostra 5.9) ou em solos rasos (litossolos) sobre arenito (amostra 4.3), situados sob a superfície geomorfológica mais recente (superfície V). As demais amostras não apresentaram atapulgita, evidenciando com isto o fato de ser este mineral instável nas condições de clima atual, intemperizando-o rapidamente para transformar-se em montmorilonita (MILLOT, 1970), e posteriormente a caulinita, que é o argilo-mineral aparentemente estável para as condições da área de estudo.

A caulinita é o mineral de argila encontrado em maiores quantidades na fração argila, tanto nos depósitos superficiais arenoso-barrentos como em coluviões. Suas quantidades são normalmente maiores para os depósitos superficiais de idade mais antiga (DS-1), o que evidencia também o fato de serem estes depósitos os mais intemperizados.

A caulinita parece variar não somente em quantidade como também no grau de cristalinidade; as amostras com os maiores teores deste mineral apresentaram picos mais distintos nos difratogramas de raio X a 7.2 Å (ver amostra 6.15, figura 8) e também picos endotérmicos mais largos e menos simétricos a 600°C. Estes resultados coincidem com os encontrados por Queiroz Neto *et alii* (1973) para solos da região de Marília.

Na figura 2 vê-se que sob as superfícies I, II e III, as mais antigas, são encontrados somente depósitos superficiais arenoso-barrentos (DS-1 e DS-2) e bastante intemperizados. Isso provavelmente

se deve ao fato de serem estes depósitos bastante porosos e altamente permeáveis e de possuírem superfícies com topografia plana e suavemente ondulada, fatores estes que protegem a superfície contra os efeitos da erosão hídrica e possibilitam a ação dos agentes do intemperismo por um tempo muito longo.

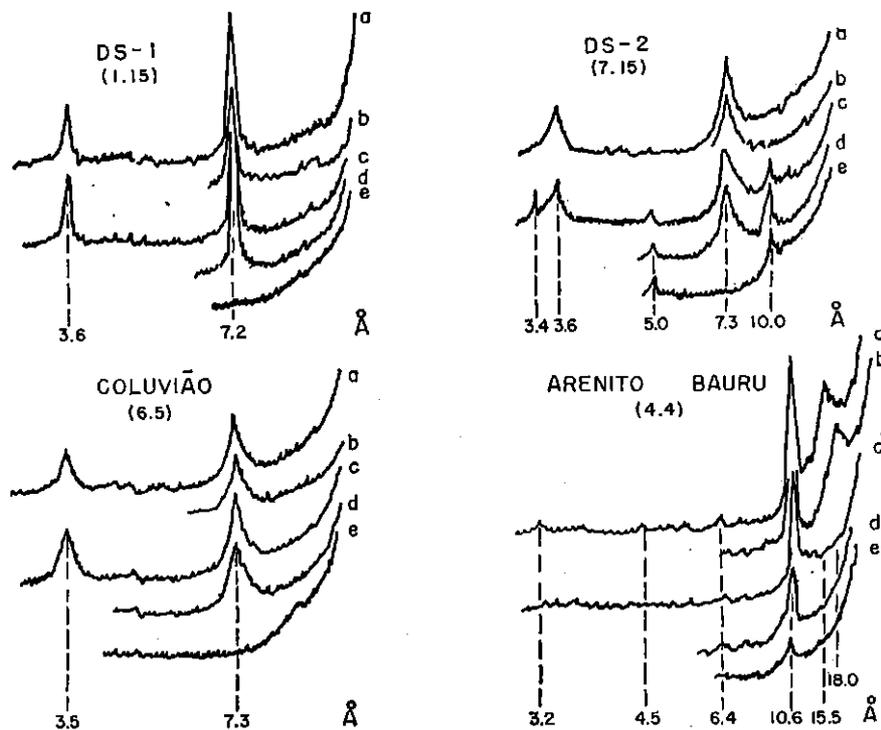


Figura 8 — Difrátogramas da fração argila de amostras dos depósitos DS-1, DS-2, arenito de Bauru e colúvã. Os tratamentos são: a) Saturação com magnésio. b) Saturação com magnésio e etilenoglicol. c) Saturação com potássio a 25°C. d) Saturação com potássio e aquecimento a 350°C. e) Saturação com potássio e aquecimento a 550°C.

O fato de os depósitos superficiais do planalto de Echaporã estarem hoje em posição mais elevada que qualquer depósito da área, e mesmo até a uma distância de pelo menos 100km em qualquer direção, sugere que houve uma inversão de relevo. Provavelmente os restícios mais elevados, outrora fonte dos materiais dos

depósitos DS-1, eram relativamente mais declivosos e constituídos de material pouco permeável, o que fez com que o grau de erosão fosse maior naquelas partes, as quais, hoje, com a continuação incessante da erosão hídrica, situam-se nas áreas menos elevadas da paisagem. Esta hipótese é apoiada pelo fato de que a maior parte dos arredores adjacentes às escarpas, portanto locais de erosão recente em rochas areníticas, têm altitudes mais baixas que o topo das colinas a sudoeste de Echaporã.

Para os depósitos superficiais situados nas colinas a sudoeste de Echaporã (DS-2), é lógico pensar-se que tiveram como fonte materiais semelhantes aos que hoje se situam nas altitudes mais elevadas do pequeno planalto de Echaporã. A relação areia fina:areia grossa (figura 6) mostrou que as areias desses depósitos têm características de tamanho intermediárias entre as amostras de regolito diretamente derivado do arenito de Bauru e amostras situadas no topo do planalto de Echaporã (DS-1). Esse fato sugere que os materiais dos depósitos DS-2 são uma mistura de materiais da formação Bauru, com materiais dos depósitos superficiais DS-1.

Não foi encontrada nenhuma evidência para definir claramente os ambientes de deposição e a idade dos depósitos superficiais arenoso-barrentos. Os dados aqui discutidos parecem indicar que tais sedimentos foram depositados em meios aquosos, com transporte a curta distância e por agente de grande competência, características de processos de pedimentação em clima semi-árido. Estas evidências são substantiadas pelo relato de Bigarella e Andrade (1965) de alternância pretérita de climas úmidos e semi-áridos durante o terciário e quaternário. Contudo, outros fatores, além das mudanças climáticas, devem ser considerados como atuantes nos processos de sedimentação da área, tais como mudança do nível de base dos principais cursos de água da região. Essa última hipótese apóia-se no fato de serem os depósitos superficiais de espessura relativamente grande e também grandes as áreas que ocupam, as quais parecem difíceis de serem explicadas como ocasionadas unicamente por processos resultantes da alternância de climas. O único dado claro com respeito à idade dos depósitos superficiais DS-1 e DS-2 é que são mais recentes que a formação Bauru, datada como do cretáceo superior, uma vez que estão superpostos a essa formação.

Como foi mencionado antes, a maior parte das evidências indicam ser a superfície de Echaporã remanescente de antiga superfície que, provavelmente, outrora ocupava uma grande porção do planalto ocidental paulista. Como existem evidências de climas pretéritos semi-áridos (BIGARELLA e ANDRADE, 1965), onde o grau de erosão

e deposição próximo à fonte é bem maior que em climas úmidos, poder-se-ia especular que uma antiga e mais extensa superfície de Echaporã foi erodida em climas semi-áridos pretéritos com a maior parte dos produtos de erosão daí advindos, situando-se hoje nas colinas de sudoeste de Echaporã, sob a superfície III. Fases úmidas posteriores, possivelmente intercaladas com fases secas curtas, teriam dissecado as vertentes onde os vales dos cursos de água estão atualmente localizados. Essa seqüência hipotética de evolução da paisagem é apresentada na figura 9. Nesta, os seguintes estágios de desenvolvimento da paisagem são propostos:

a) Deposição de depósitos superficiais DS-1, provavelmente em clima semi-árido, sob uma superfície erosiva cortada diretamente em rochas da formação Bauru. A superfície de Echaporã (I), que possivelmente corresponde ao neógeno, ou Pd2, citada por Bigarella e Andrade (1965), teria sido formada nesse estágio.

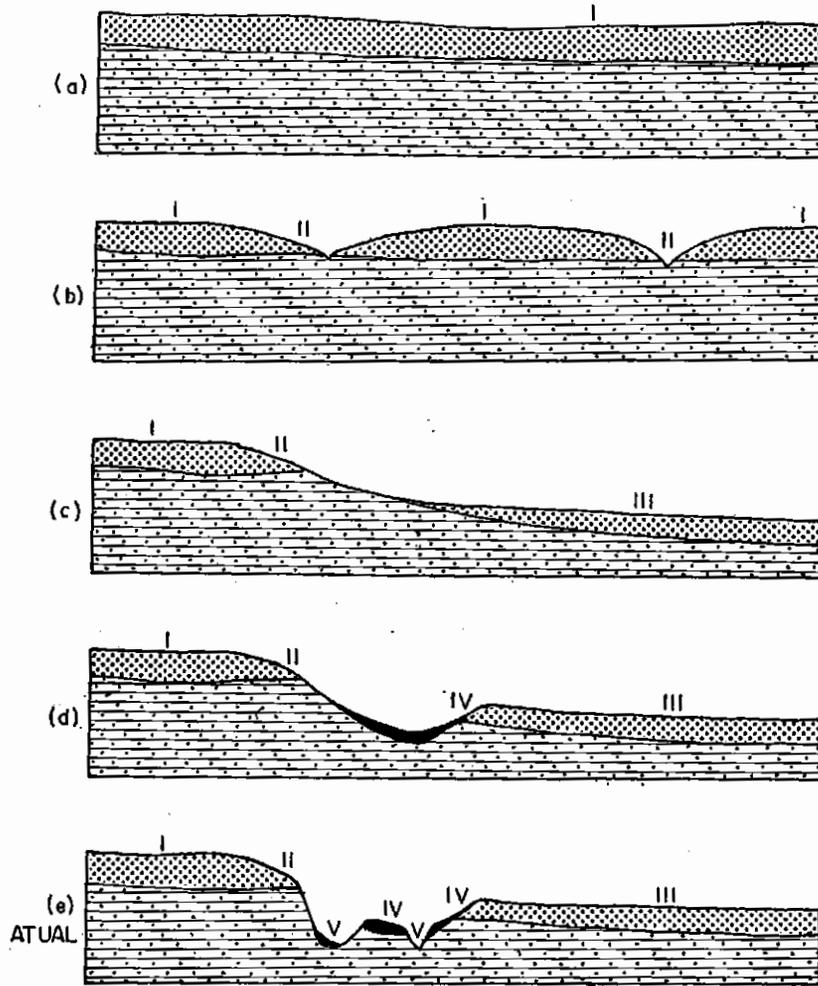
b) Fase úmida, com aprofundamento de vales e intemperismo químico do manto superficial. Provavelmente, a superfície II ter-se-ia formado nessa fase, nas encostas dos vales.

c) Fase semi-árida, provavelmente após ou concomitantemente ao rebaixamento do nível de base regional, com recuo paralelo das vertentes, erosão em larga escala da maior parte das superfícies prévias e deposição de sedimentos originados tanto de rochas da formação Bauru como de depósitos sobrepostos à mesma. A superfície III ter-se-ia formado nessa fase.

d) Fase úmida, semi-atual, quando os cursos de água modernos começaram a escavar a maior parte de seus vales atuais e também a aprofundar as escarpas nas camadas areníticas da formação Bauru. A superfície IV ter-se-ia formado nessa fase.

e) Fase atual, depois de erosão progressiva, provavelmente induzida por fases semi-áridas relativamente curtas. O aprofundamento das escarpas e dos vales até as profundidades atuais tomou lugar nesse período. A superfície V estaria se formando por processos dessa fase.

## SUPERFÍCIE ECHAPORÃ



## LEGENDA

 Dep. Superficiais  
DS-1 e DS-2

 Form. BAURU

 COLUVIÃO

Figura 9 — Seqüência hipotética de evolução do relevo e formação das cinco superfícies geomorfológicas que foram reconhecidas na área de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. (1969) — *Os baixos chapadões do oeste paulista*. São Paulo, USP, Instituto de Geografia, 8 p. (Geomorfologia, 17)
- ALMEIDA, F. F. M. de (1964) — *Fundamentos geológicos do relevo paulista*. In Geologia do Estado de São Paulo. São Paulo. Inst. Geografia e Geologia. Boletim 41, p. 167-263.
- ARAÚJO FILHO, J. R. & AB'SABER, A. N. (1969) — *A região de Marília: Notas geomorfológicas*. São Paulo, USP, Instituto de Geografia, 5 p. (Geomorfologia, 14)
- ARID, F. M. (1967) — *A formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo*. São José do Rio Preto, Fac. Fil. Ciênc. Letr., 126 p. (Geociências, 1)
- BERNAS, B. (1968) — *A new method for decomposition and comprehensive analysis of silicates by atomic absorption spectrometry*. Analytical chemistry, 40:1682-1686.
- BIGARELLA, J. J. & ANDRADE, G. O. de (1965) — *Contribution to the study of the Brazilian Quaternary*. Spec. Pap., Geol. Soc. Am., 84:433-451.
- BRASIL. Ministério da Agricultura (1960) — *Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, 350 p. (Boletim, 12)
- CHRISTOFOLETTI, A. & QUEIROZ NETTO, J. P. (1960) — *Os sedimentos da serra de Santana, SP*. Bol. Paul. Geogr. 18/20:231-245.
- DANIELS, R. B.; GAMBLE, E. E. & CADY, J. G. (1971) — *The relation between geomorphology and soil morphology and genesis*. Adv. in Agron. 23:51-87.
- DIXON, J. B. (1966) — *Quantitative analysis of kaolinite and gibbsite in soils by differential thermal and selective dissolution methods*. Clay and Clay Minerals, 14:83-89.
- FOLK, R. L. (1968) — *Petrology of sedimentary rocks*. Austin, University of Texas. Hemphill's Drawer M. University Station, 170 p.
- FREITAS, R. O. de (1964) — *O grupo Bauru* — In Geologia do Estado de São Paulo. São Paulo. Inst. Geogr. e Geol., p. 167-263. Boletim 41.
- HASHIMOTO, I. & JACKSON, M. L. (1960) — *A rapid dissolution of allophane and kaolinite*. In: Clay and Clay Minerals. Proc. 7th Conf. p. 102-113.
- KITTRICK, J. A. & HOPE, E. W. (1963) — *A procedure for the particle size separation for X-ray diffraction analysis*. Soil Sci., 96:318-325.
- LEPSCH, I. F. (1975) — *Soil Landscape Relationships in an area of the Occidental Plateau of São Paulo, Brasil*. Tese de Ph. D., Dep. of Soil Science, N. C. State Univ. Ann Arbor, Mich. University Microfilms Inc., 163 p.

- MEDINA, H. P. & GROHMANN, F. (1957) — *Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo*. In: Congr. Bras. Ciência do solo, 6, Salvador, Anais. Rio de Janeiro. Soc. Bras. Ciência do Solo, p. 29-38.
- MILLOT, G. (1970) — *Geology of clays*. New York, Springer-Uerlând, 429 p.
- MONIZ, A. C. & CARVALHO, A. (1973) — *Seqüência de evolução de solos derivados do arenito de Bauru e de rochas básicas da região no-roeste do Estado de São Paulo*. *Bragantia*, 32:309-335.
- PAIVA NETO, J. E. & NASCIMENTO, A. C. (1957) — *Minerais de argila do arenito de Bauru (cretáceo) do Estado de São Paulo*. *Boletim Soc. Bras. de Geologia*, 6(2):21-37.
- PENTEADO, M. M. & RANZANI, G. (1971) — *Aspectos geomorfológicos e os solos do município de Jaboticabal*. *Geographica*, 25:42-61.
- QUEIROZ NETO, J. P. de; CARVALHO, A.; JOURNAUX & PELLERIN, J. (1973) — *Cronologia da alteração dos solos da região de Marília, SP (I)*. *Sedimentologia e pedologia*, Nº 5, São Paulo, I.G., USP, p. 55.
- REGO, M. L. F. (1946) — *Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese*. *Boletim Geográfico*, 37:9-17; 38:127-132.
- RUHE, R. V. (1969) — *Quaternary landscapes in Iowa*. Ames, Iowa State Univ. Press, p. 255.
- SÃO PAULO. Instituto Geográfico e Geológico (1975) — *Mapa geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Secretaria de Agricultura. Escala 1:1.000.000.

## RESUMO

Foram estudadas e cartografadas superfícies geomorfológicas e depósitos superficiais em uma área de 70,8km<sup>2</sup> no município de Echaporã, SP. O objetivo principal foi a caracterização detalhada do material de origem dos solos.

Cinco superfícies geomorfológicas e quatro tipos de formação superficial foram identificadas. A maior parte dos solos da área desenvolve-se a partir de depósitos superficiais pós-cretácicos, de origem desconhecida. Somente em algumas partes da superfície mais recente os solos desenvolvem-se de regolito proveniente da decomposição *in situ* de rochas da formação Bauru.

Os depósitos superficiais neocenozóicos têm espesura de 3 a 20m, não apresentam evidências morfológicas de estratificação, são bastante porosos e friáveis e têm de 15 a 20% de argila. Nas superfícies mais antigas a fração argila é composta predominantemente de caulinita e areia de quartzo. A mineralogia da fração areia e sua distribuição granulométrica sugerem que nesses lo-

cais os depósitos superficiais originaram-se por retrabalhamento de rochas da formação Bauru. Nas superfícies mais recentes, onde o arenito de Bauru está exposto, foram encontrados, na fração argila, os minerais atapulgita e montmorilonita. A atapulgita algumas vezes permanece no regolito diretamente derivado do arenito de Bauru, mas, aparentemente, intemperiza-se rapidamente, transformando-se em outros minerais, uma vez que a uma distância de alguns centímetros da rocha não é mais encontrada.

Foi elaborado, também, um esboço esquemático mostrando uma seqüência hipotética de evolução das superfícies geomorfológicas e de seus respectivos depósitos.

#### SUMMARY

The geomorphic surfaces and the superficial deposits were studied and mapped in a 70,8km<sup>2</sup> area located in the municipality of Echaporã, SP, Brazil. The main objective was to characterize in detail the soil parent material.

Five geomorphic surfaces and four superficial deposits were identified. The major part of the soil in the area are developed from neo-cenozoic deposits of unknown derivation. In some places were the geomorphic surface. In the youngest the soils may develop directly from saprolite derived from rocks of the Bauru formation.

The neo-cenozoic superficial deposits are from 3 to 20m thick, unbedded, very porous and have from 15 to 25% clay. In the older surfaces the clay fraction is composed mainly of kaolinite and the sand of quartz. The sand mineralogy and the sand size distribution suggest that these superficial deposits derived from rocks of the Bauru formation. In the younger surfaces where the Bauru sandstone outcrops, attapulgite and montmorillonite were found in the clay fraction. Attapulgite may remain in the saprolite derived from the Bauru sandstone but apparently weathers rapidly, since it is no more found a few decimeters from the fresh rock.

A schematic diagram was elaborated to show a hypothetical sequence of landscape evolution and formation of the superficial deposits.

