

Sessão de Clássicos

Pediplanos, Pedimentos e seus Depósitos Correlativos no Brasilⁱ

Pediplanes, Pediments and Correlative Deposits in Brasil

João José Bigarellaⁱⁱ

Universidade do Paraná
Curitiba, Brasil

Maria Regina Mousinhoⁱⁱⁱ

Conselho Nacional de Geografia
Rio de Janeiro, Brasil

Jorge Xavier da Silva^{iv}

Universidade do Brasil
Rio de Janeiro, Brasil

Resumo: A história Cenozoica de grande parte do território brasileiro está conectada com processos erosivos intensos e com deposição correlativa em áreas restritas. A existência de três Pediplanos (Pd_3 , Pd_2 e Pd_1) em diferentes altitudes e de dois níveis de Pedimentos (P_2 e P_1) inseridos nos vales e nas bacias é visível em toda a área pesquisada desde o nordeste do Brasil ao rio da Prata. A extensa inserção do Pediplano P_1 em grandes bacias abaixo da superfície erosiva (geralmente a Pd_3 ou Pd_2), tem sido considerada como desenvolvida no Pleistoceno inferior. Os Pediplanos foram formados por processos de pediplanação durante condições climáticas semiáridas. A dissecação dos Pediplanos foram o resultado de condições climáticas úmidas alternando com condições semiáridas. O soerguimento não era o único fator responsável pelo desenvolvimento das várias superfícies de erosão. No entanto, o movimento da crosta terrestre contribuiu para uma maior diferença de nível entre eles. Como depósitos correlativos dos Pediplanos são reconhecidos para o Pd_2 , a Formação Guararapes, e para o Pd_1 as Formações Guabirotuba, Alexandra, Graxaim III, Riacho Morno e Pariquera-Açu. Todas estas formações documentam épocas de morfogênese mecânica e condições de deposição em um ambiente semiárido. A idade do Pediplano Pd_1 é considerada como do Nebraska. Os Pedimentos

ⁱ Trabalho publicado originalmente no *Boletim Paranaense de Geografia* n. 16/17, em julho de 1965, p.117-151. Sendo a pesquisa realizada sob os auspícios da Universidade do Paraná e do Conselho Nacional de Pesquisas.

ⁱⁱ Professor do Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra (*in memoriam*).

ⁱⁱⁱ Professora do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências (*in memoriam*).

^{iv} Professor Emérito do Departamento de Geografia. xavier@lageop.ufrj.br.

P_2 e P_1 estão inseridos nas bacias e são correlacionados com as glaciações Kansan e Illinoian, respectivamente. Eles foram formados pelo recuo paralelo das encostas através de processos de morfogênese mecânica e remoção e deposição de material detrítico em condições climáticas semiáridas. A dissecação dos pedimentos está relacionada a condições climáticas de umidade que estão correlacionadas com os interglaciais. Durante a glaciação Winsconsin foram desenvolvidos os níveis baixos de terraço com cascalhos. Como depósitos correlativos dos pedimentos são referidas as seguintes Formações: Iquererim I e II, Graxaim I e II, Pariquera-Açu I e II, bem como as camadas Canhanduva, Cachoeira e Trindade.

Palavras-chave: Pediplanos; Pedimentos; Depósitos correlativos; Evolução da paisagem.

Abstract: The Cenozoic history of great part of the Brazilian territory is connected with intensive erosive processes, with correlative deposition in restricted areas. The existence of three pediplanes (Pd_3 , Pd_2 and Pd_1) at different elevations and of two pediment levels (P_2 and P_1) inset in the valleys and in basins is conspicuous all over the surveyed area from northeastern Brazil to La Plata river. The extensive pediplane P_1 inset in large basins below the summital erosion surface (usually the Pd_3 or Pd_2), has been considered as developed in the lower Pleistocene. The pediplanes were formed by pediplanation processes during semiarid climatic conditions. The dissection and the inlayment of the pediplanes were the result of humid climatic conditions alternating with semiarid ones. Uplift was not the only factor responsible for the development of the several erosion surfaces. Nevertheless the crustal movement contributed for higher difference in level among them.

As correlative deposits of the pediplanes are referred for the Pd_2 , the Guararapes Formation, and for the Pd_1 the Guabirota, Alexandra, Graxaim III, Riacho Morno and Pariquera-Açu Formations. All these formations document epochs of mechanical morphogenesis and conditions of deposition in a semiarid environment. The age of the pediplane Pd_1 is considered to be Nebraskan.

The pediments P_2 and P_1 inset in the basins are related to the Kansan and Illinoian glaciations respectively. They have been formed by parallel retreat of the slopes through processes of mechanical morphogenesis and removal and deposition of detrital material under semiarid climatic conditions. The dissection of the pediments is related to humid climatic conditions which are correlated with the interglaciais. During the Winsconsin glaciation were developed the low terrace levels with gravels. As correlative deposits of the pediments are referred the following formations: Iquererim I and II, Graxaim I and II, Pariquera-Açu I and II, as well as Canhanduva, Cachoeira and Trindade layers.

Keywords: Pediplanes, Pediments, Correlative deposits; landscape evolution.

Introdução

Os conhecimentos adquiridos até o ano de 1956 sobre as superfícies e níveis de erosão encontrados no território brasileiro acham-se sumarizados em artigo de Ab'Sáber (1956). Pensamos, pois, não ser necessária uma nova revisão da extensa bibliografia existente a

respeito até aquela data. Depois do trabalho efetuado por Ab'Sáber, diversos autores têm retomado os estudos das vastas superfícies de aplainamentos e níveis de erosão embutidos nos vales encontrados disseminados no território brasileiro. Dentre estes trabalhos citamos o de Ruellan (1956), Demangeot (1961), Bigarella e Ab'Sáber (1964), Bigarella e Andrade (1965), além de diversos estudos de caráter mais regional efetuados por Domingues, Birot, Dresh, Tricart, Ab'Sáber, Almeida, Bigarella, Andrade, entre outros.

Não é nossa intenção recapitular as observações efetuadas por estes autores. Procuraremos abordar problemas específicos que interessam mais de perto as finalidades do presente trabalho, ou seja, as condições de elaboração das superfícies e níveis de erosão, e as correlações entre os mesmos.

Inicialmente podemos dizer que até os estudos efetuados por De Martonne (1943, 1944), as superfícies aplainadas eram, grosso modo, interpretadas no território brasileiro como resultantes de processos de peneplanização, atuantes desde passado bastante remoto. O caráter policíclico do modelado era explicado através de sucessivos períodos de instabilidade crustal provocando o soerguimento regional, seguidos por épocas em que os agentes de denudação levavam a um rebaixamento progressivo do relevo em consequência de uma estabilidade endógena.

Ruellan (1944) adicionou a tectônica a influência dos movimentos eustáticos quaternários, os quais teriam sido responsáveis pela formação de níveis mais baixos do modelado. A ciclicidade da paisagem passou a ter uma explicação não somente tectônica mas também eustática.

King (1956) voltou a explicar as superfícies em níveis de erosão encontrados a várias altitudes no leste brasileiro como sendo essencialmente consequência de soerguimentos da costa. Os níveis evoluíram como os *piedmonttreppe* de Penck. Na elaboração dos mesmos o autor substituiu os processos de peneplanização até então aceitos, pelos de pedimentação e pediplanização, de acordo com a sua teoria de evolução da encostas.

Tricart, Ab'Sáber e Bigarella em vários trabalhos, apesar de terem reconhecido as mudanças climáticas como efetivas durante o quaternário, não se aprofundaram na formulação das condições geradoras das superfícies de erosão, limitando-se a dar explicação climática a alguns terraços e níveis de erosão embutidos, geralmente em áreas geográficas pouco extensas.

Bigarella e Ab'Sáber (1964) foram os primeiros a generalizar as influências das mudanças climáticas profundas na explicação de toda a paisagem oriental do país. Para eles, condições de climas secos teriam gerado as grandes superfícies aplainadas (pediplanos) e níveis embutidos nos vales (pedimentos). Deve-se ressaltar que tal interpretação concorda com o pensamento de uma corrente existente dentro da geomorfologia atual, que afirma serem os processos de pedimentação e pediplanização, no lugar da peneplanização. Os responsáveis pela gênese da maior parte das superfícies aplainadas existentes no modelado.

Conquanto já fosse aceita há vários anos uma origem pedimentar para superfícies aplainadas no Nordeste semiárido, Bigarella e Ab'Sáber, baseando-se nas formas erosivas e seus depósitos correlativos, ampliaram ao restante da área oriental do país as influências de condições mais secas pretéritas. A ciclicidade dos episódios observados na paisagem ligar-se-ia essencialmente a alternâncias climáticas entre o semiárido e úmido. Verificando ter sido generalizada uma mesma sucessão de mudanças climáticas nos

períodos geológicos mais recentes (que interessam mais diretamente à elaboração do modelado atual) também foi tentada uma correlação entre os diferentes pedimentos, pediplanos e seus depósitos correlativos existentes por todo o trecho em estudo. Posteriormente os episódios considerados como quaternários foram tentativamente datados por Bigarella e Andrade (1965).

Comparando-se as superfícies de aplainamento descritas em São Paulo por De Martonne (1943) com os pediplanos Pd₃, Pd₂ e Pd₁ verifica-se que estes são passíveis de correlação com os "peneplanos" das cristas médias, paleógeno e neógeno respectivamente.

Correlacionar os pedimentos e pediplanos caracterizados por Bigarella e Ab'Sáber (1964) com os descritos por King (1956) torna-se tarefa bastante complexa, pois a ciclicidade do relevo é interpretada de forma diversa pelos autores. Enquanto King concebe uma origem tectônica para as interrupções dos ciclos de aplainamento, Bigarella e Ab'Sáber acreditam em uma ciclicidade baseada principalmente nas alternâncias climáticas. Desta forma King distinguiu os diversos aplainamentos segundo suas altitudes escalonadas, os mais baixos sendo considerados mais recentes e evoluindo o conjunto como um *piedmonttreppen*. Pelo exposto por Bigarella e Ab'Sáber deduzimos que superfícies contemporâneas podem se desenvolver em alvéolos a altitudes bastante variadas, evoluindo na dependência direta de *knickpoints* mantidos pela rede de drenagem. Desta forma, o aparecimento dos níveis mais recentes não terá o caráter regressivo (remontante) preconizado por King. Assim sendo, um critério puramente altimétrico torna-se insuficiente para a datação e correlação entre os diferentes níveis de aplainamento. A sucessão vertical dos níveis em relação ao fundo atual dos vales e depressões forneceria a chave para o reconhecimento e estabelecimento da cronologia, possibilitando, outrossim, uma correlação entre níveis encontrados em altitudes absolutas bastante diversas e em áreas distintas. Entretanto deve ser levado em consideração o fato de que a dissecação linear das diversas áreas pode ter se iniciado em épocas diferentes. Assim, vales e depressões cuja formação remonta a períodos mais antigos (fim do cretáceo, possivelmente) mostrarão a sequência completa dos níveis de aplainamentos pós-cretácicos. Por outro lado, áreas onde o sistema de drenagem atual somente se estabeleceu recentemente apresentarão ombreiras representando apenas os períodos de pedimentação que lhe são posteriores. Neste último caso, a idade da superfície cimeira só poderá ser inferida correlacionando-a aos seus remanescentes encontrados em outras áreas e onde a evolução posterior à sua formação pode ser morfologicamente documentada.

A datação e correlação entre os diversos pediplanos e pedimentos pode ser desta forma para as áreas do sertão nordestino. Dresch (1958: 18) já havia proposto tal critério de correlação ao argumentar a favor de uma contemporaneidade entre os baixos níveis existentes em alvéolos a diferentes altitudes ao longo da rede do Piranhas, Mamanguape e Paraíba ao mesmo tempo em que explicava a sequência de níveis de aplainamentos como resultantes de fases de alteração profunda e de escoamento em lençol.

Pedimento

Conceito. O termo pedimento, tal como é usado na presente contribuição, é fundamental para a explicação dos processos operantes na sedimentação, assim como no desenvolvimento morfológico do Brasil no Pleistoceno.

O significado da palavra pedimento tem sido objeto de algumas controvérsias. Ao lado do seu caráter puramente descritivo, ele tem sido utilizado com implicações genéticas. Apesar de nem todos os processos ligados ao seu desenvolvimento serem conhecidos, o pedimento pode ser considerado, inicialmente, como sendo uma feição morfológica desenvolvida durante períodos em que as condições climáticas favoreceram a operação de processos hidrodinâmicos e condições de meteorização específicas.

Tendo em vista as diferentes aplicações do termo, transcreveremos as ideias de vários autores acerca do significado de pedimento. McGee (1897) definiu pedimento como uma superfície suavemente inclinada, resultante da ação da erosão no sopé de vertentes íngremes ou escarpas. É uma superfície rochosa aplainada, justaposta a elevações montanhosas irregulares, parcialmente recoberta por uma camada pouco espessa (*veneer*) de alúvio e que se desenvolve até a planície aluvial dos vales. De acordo com Bryan (1992), o termo "*mountain pediment*" corresponderia aos aplainamentos no sopé das áreas montanhosas desérticas, modelados pela ação combinada de erosão e de transporte. Normalmente, eles possuem uma superfície suavemente inclinada, com uma cobertura maior ou menor de aluviões e interrompida apenas por elevações esparsas que se levantam abruptamente da sua superfície.

Johnson (1932a e 1932b) refere o pedimento como um aplainamento rochoso regular, constituindo a parte periférica de uma superfície baixa em contínuo alargamento. Ele inclina suavemente a partir das áreas montanhosas. É uma zona de várias milhas de largura, na qual o substrato rochoso está frequentemente exposto à superfície, enquanto a cobertura aluvial se restringe a uma pavimentação (*venner*) pouco espessa e descontínua.

Howard (1942) define pedimento como sendo um trecho da superfície de degradação ao sopé de uma vertente como recuo. Acha-se talhado nas mesmas rochas que afloram nas elevações e pode se apresentar como um aplainamento inteiramente nu ou recoberto por uma camada de aluviões que não excede em espessura a profundidade do entalhamento dos cursos d'água durante as cheias. Childs (1948) descreve os pedimentos como sendo aplainamentos erosivos suavemente inclinados truncando o substrato rochoso e geralmente pavimentados (*veneered*) por cascalho de origem fluvial. Eles ocorrem entre vertentes montanhosas e os vales ou depressões em alvéolos e comumente formando extensas superfícies rochosas nas quais são transportados para as depressões, os produtos erodidos das frentes montanhosas em recuo. Tuan (1959: 3) considera os pedimentos como sendo superfícies que cortam as formações rochosas das cadeias de montanhas. Eles inclinam-se a partir das elevações residuais e são comumente orlados por uma capa aluvial ou por uma superfície de degradação desenvolvida em aluviões mais antigos.

Derruau (1956: 187) caracteriza o pedimento como **glacis** ao sopé das cadeias de montanhas desérticas, os quais passam a juzante a uma área de acumulação (*bajada*, *champs d'épandage*). Segundo King (1953 e 1957), o pedimento é a forma fundamental da paisagem, para qual desenvolve-se todo o modelado subaéreo. Dresch (1962: 4), citando uma tendência existente na França, liga o termo pedimento apenas às superfícies de erosão que cortam o substrato de rochas resistentes das elevações marginais. Emprega **glacis** de erosão quando se trata de superfícies desenvolvidas nas camadas mais friáveis das áreas periféricas às elevações.

Origem. Os processos de formação dos pedimentos são chamados genericamente como pedimentação. Ainda não são bem conhecidos e compreendidos, já que os pedimentos são geralmente formas fósseis, não se desenvolvendo nos nossos dias. Normalmente encontram-se dissecados. As condições climáticas pretéritas sob as quais foram elaborados também não são bem conhecidas; parecem ter sido extremamente severas ao mesmo tempo em que os processos degradacionais eram bastante ativos. Remanescentes de pedimentos encontrados em áreas úmidas e distintas dos desertos atuais mostram que o ambiente semiárido responsável pela pedimentação teve extensão muito maior durante certos períodos no passado.

Têm sido realizados grandes esforços para a explicação da origem dos pedimentos. O maior obstáculo que se opõe à compreensão das condições prevalescentes durante a época de pedimentação reside no fato de que procura-se transferir para o passado processos atuantes hodiernamente nas áreas desérticas.

Acredita-se, de modo geral, que os pedimentos são, na realidade, formas que se desenvolvem pelo recuo das vertentes montanhosas provocado pela meteorização e a remoção dos detritos. A resultante será um aplainamento de inclinação suave e cujo gradiente deverá ser aquele necessário para o escoamento do material detrítico. A rocha se recobrirá de uma capa fina e descontínua de detritos em trânsito. Será, portanto, uma superfície essencialmente de transporte, não apresentando nem dissecação marcada nem deposição excessiva. No entanto, de acordo com Rich (1935: 1021) e outros, a superfície do pedimento também está sujeita à ação da meteorização e à remoção do seu próprio material detrítico.

Geralmente os pedimentos formam um ângulo forte (*knick*) ao se encontrarem com a vertente montanhosa íngreme. Entretanto processos subsequentes, principalmente sob condições climáticas modificadas, podem produzir uma cobertura de **tálus** mascarando a forte ruptura de declive. O resultado é um perfil côncavo hiperbólico. À jusante do pedimento rochoso, na parte agradacional da **bolson plain**, realiza-se a deposição detrítica.

Para além do pedimento rochoso eram depositados os detritos grosseiros (pedimento detrítico), transportados em movimentos de massa, entre eles corridas de lama, cuja matriz fina era subsequentemente lavada e removida para jusante.

Existe uma continuidade da superfície aplainada até o centro da **bajada**, onde ocorre a deposição dos materiais mais finos e evaporitos. Consequentemente, os pedimentos e **bajadas** são formas tão firmemente ligadas que torna-se impossível dizer, na maior parte dos casos, onde termina um e começa o outro.

Na formação do pedimento, de acordo com a ideia geralmente aceita, verifica-se um recuo das vertentes íngremes por degradação lateral deixando à jusante um plano fracamente inclinado.

Para origem do pedimento duas fases penecontemporâneas são propriamente necessárias. Uma na qual processos de meteorização entram em ação forçando o recuo paralelo das vertentes íngremes e outra na qual processos atuam na remoção dos detritos.

Até o presente, contudo, não se chegou a um acordo a respeito dos processos atuantes, principalmente daqueles envolvidos no recuo das encostas.

Dentre os processos que intervêm na remoção dos detritos tem sido fundamentalmente sugeridas as torrentes em lençol (**sheetfloods**). Estas foram consideradas como rea-

lizando ação efetiva na formação dos pedimentos devido ao seu grande poder corrosivo, graças à sua carga de detritos grosseiros e alta velocidade (McGee, 1897). As torrentes canalizadas (**streamfloods**), originam-se nas áreas montanhosas onde possuem forte poder de erosão linear, não sendo entretanto, capazes de curação lateral. Atingindo a zona de piemonte (pedimento) agem como torrentes em lençol (**shetfloods**).

Davis (1938) retomando ideias expostas anteriormente por Lawson (1915) deu ênfase à importância da meteorização provocando um recuo da encosta montanhosa, sendo seus detritos removidos e o aplainamento aperfeiçoado pelas torrentes em lençol. Davis considerava que a erosão lateral dos rios em equilíbrio teria importância reduzida na elaboração do pedimento. Desta forma, diverge de Blackwelder (1931), Johnson (1932) e Howard (1942, 1953), os quais afirmam ser a erosão lateral das torrentes canalizadas (**streamfloods**) o processo dominante na formação do pedimento. De acordo com Johnson, a erosão linear dos rios ocorre na parte montanhosa e a deposição na área de **bajada**. Entre a montanha e a **bajada** o deslocamento lateral dos rios em equilíbrio daria origem, pela corrosão lateral, ao aplainamento. Esta hipótese tem sido bastante criticada. Rich (1935: 1003), entretanto, refere que apesar da erosão lateral das torrentes canalizadas não ser necessária para a formação dos cones rochosos e pedimentos ela contribui, notavelmente em certos casos, para a elaboração dos mesmos. Rich salienta serem as torrentes em lençol agente mais importante que as canalizadas para a escultura dos pedimentos.

Paige (1912: 450) acreditava que as torrentes em lençol resultam do desenvolvimento da superfície aplainada, não sendo o agente de sua elaboração. Para este autor, processos erosivos nos interflúvios e a erosão lateral dos rios nos cones aluviais seriam os responsáveis pelos aplainamentos.

Derruau (1956) também considera as torrentes em lençol como consequências do pedimento. Liga a formação do pedimento ao recuo da vertente montanhosa pela desagregação mecânica e queda dos detritos por gravidade.

Bryan (1922) relaciona a origem dos pedimentos a uma série de fatores: a) erosão lateral dos rios ao saírem dos canhões das montanhas; b) erosão dos filetes d'água anastomosados (**rill wash**) no sopé da encosta montanhosa; c) meteorização das elevações residuais e remoção do material alterado, através dos filetes anastomosados. De acordo com Bryan a erosão lateral dos rios torna-se menos importantes nos últimos estágios de desenvolvimento das áreas desérticas, quando a meteorização e ação das águas pluviais (**rain-wash**) e em filetes anastomosados torna-se dominante.

A importância da ação dos filetes d'água anastomosados na elaboração dos pedimentos foi aceita por Dresch (1962: 11) que considera este processo como o de atividade mais constante nas áreas de pedimentação, ao lado da meteorização da escarpa. Para Dresch entretanto, a evacuação dos detritos dos pedimentos varia conforme as condições climáticas locais e a topografia.

Para King (1949, 1953, 1957) os pedimentos podem aparecer na paisagem por toda a superfície do globo e em todas as condições climáticas (exceto glaciais ou extremamente áridas) por constituírem um dos quatro elementos básicos existentes nas vertentes plenamente desenvolvidas. Resultam do recuo paralelo da parte íngreme da encosta (**free-face**). O perfil do pedimento é consequente da ação do escoamento superficial.

Nas épocas de chuvas torrenciais o escoamento pode se fazer em lençol. Sob estas condições de escoamento laminar não turbulento atinge até a margem interior do pedimento. Porém este sistema não subsiste perfeitamente na natureza a não ser em áreas limitadas e por pequeno espaço de tempo. Não havendo tais condições, diminuindo-se a incidência das chuvas, o escoamento em lençol pode ser substituído no pedimento pelo escoamento em filetes ou ravinhas. Por outro lado, quando a lâmina de escoamento torna-se mais espessa para além da área interior do pedimento, o escoamento em lençol transforma-se em torrentes em lençol. Este é o agente principal responsável pelo perfil hidráulico desenvolvido pelos pedimentos. King afirma que os pedimentos são melhor exemplificados em rochas resistentes e sob climas semiáridos, onde o transporte dos detritos no terreno é mais eficiente.

Leopold et al. (1964: 497), considerando ser o pedimento uma superfície aplainada desenvolvida no substrato rochoso pela ação do escoamento em filetes, em canal e pelo escoamento pluvial, também sugerem que ele pode ocorrer não somente nas regiões semiáridas mas também nas úmidas.

Thornbury (1958: 288), baseado em ideias de Bryan, Davis, Sharp, Rich e Gilluly, atribui a origem dos pedimentos a uma combinação de processos, especialmente à meteorização da vertente montanhosa, ao escoamento superficial em lençol (*sheetwash*), às torrentes em lençol (*sheetflood*) e à erosão lateral dos rios.

Não pretendemos resolver esta controvérsia no presente trabalho. Os pedimentos existem em paisagens diversas, apesar de serem considerados como formas típicas dos climas semiáridos. Foram encontrados mesmo nas regiões de climas úmidos do sul e sudeste do Brasil. Sem nos aprofundarmos nos processos envolvidos na sua formação acreditamos que eles representam condições de climas semiáridos que operaram no Pleistoceno, em toda a área estudada. Consideramos também que uma combinação de vários processos seja responsável pela formação dos pedimentos.

Pedimentos no Brasil – O termo pedimento por nós usado corresponde a uma superfície aplainada, ligeiramente inclinada, encontrada ao sopé de maciços montanhosos ou embutida nos vales. O pedimento trunca diferentes formações rochosas, constituindo o resultado da operação de processos de degradação lateral ligados à morfogênese mecânica (pedimento rochoso). Na área por nós estudada, especialmente na base das vertentes da Serra do Mar em Santa Catarina, a fina cobertura detrítica dos pedimentos clássicos transforma-se em uma sequência bastante espessa de material rudáceo, antes que a superfície aplainada atinja o ambiente de *bajada*. O aplainamento passa insensivelmente, sem nenhuma ruptura, da área de pedimento rochoso para os trechos onde ocorrem depósitos rudáceos espessados. Estes últimos são considerados como pedimentos detríticos. No terreno, caso não seja visível a estrutura, torna-se impossível determinar exatamente o contato entre a parte rochosa e detrítica. Durante a fase inicial de vigência dos processos de pedimentação o material detrítico teria preenchido rapidamente antigos vales abertos no período úmido anterior. Como resultado, os remanescentes de pedimentos encontrados em áreas presentemente úmidas, apresentam muitas vezes uma importante fase detrítica.

Nas vertentes montanhosas ou nas escarpas, processos de meteorização elaboram capas sucessivas de material a serem removidas. A encosta é submetida, principalmente, a processos de desagregação mecânica. A decomposição química parece ter ocorrido mais efetivamente apenas durante as curtas flutuações climáticas para o úmido dentro do semiárido rigoroso. Variações térmicas agem principalmente sobre a parte superficial das rochas. A decomposição química ao longo de diáclases facilita a liberação dos blocos. Nas épocas glaciais o abaixamento geral da temperatura da Terra parece ter facultado também a operação de processos de desagregação mecânica através da gelivação. Estes operariam no afofamento dos detritos do intemperismo bem como dariam origem ao isolamento dos blocos e seixos. O material desagregado na vertente íngreme seria inicialmente acumulado como **tálus** aos pés da mesma, até que outros processos de remoção entrassem em ação.

Nas áreas extra-desérticas, como por exemplo nas regiões tropicais e subtropicais do Brasil meridional e sudeste, onde se verificou a vigência alternada de condições semiáridas e úmidas, o efeito da decomposição química se faz sentir de maneira marcante na evolução da paisagem. A fases úmidas prepararam espesso regolito facilitando a abertura posterior de largos alvéolos pelos processos de morfogênese mecânica com degradação lateral da topografia (Figura 1).

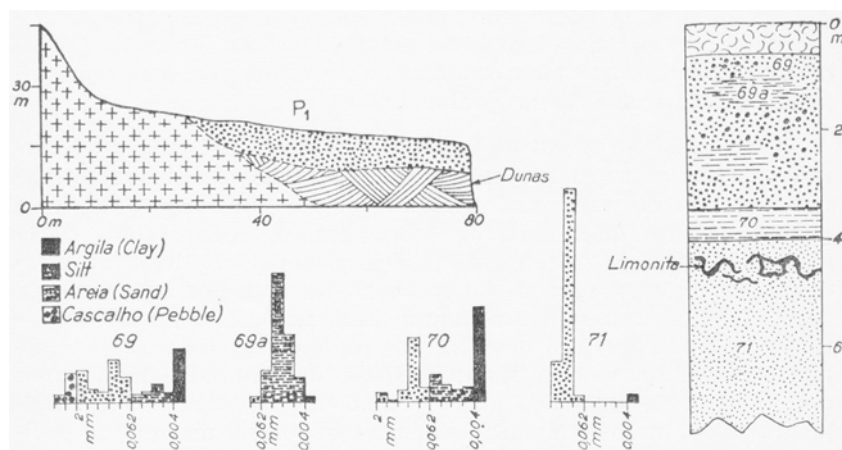


Figura 1 – Nível de pedimento detrítico P_1 , recobrendo antigos depósitos de dunas na área ao sul de Lagoa, Ilha de Santa Catarina. As dunas soterradas perderam sua estrutura possivelmente durante os processos de pedimentação. Nesta ocasião chuvas concentradas provocaram sucessivos encharcamentos e originaram movimentos de massa nas areias resultando no adelgaçamento das dunas. O material detrítico do pedimento P_1 é constituído por areias arcossianas com matriz siltico-argilosa provenientes dos terrenos gnáissico-graníticos situados a montante.

Remanescentes de pedimentos no Brasil sudeste e meridional foram inicialmente descritos na serra do Iquerim (SC) por Bigarella et al. (1961). Nesta área foram descritas suas

feições morfológicas e caracterizados os processos de morfogênese mecânica que lhes deram origem. Estes processos repetiram-se pelos menos em duas fases distintas, separadas por dissecação em clima úmido. Posteriormente, foi constatado que esta sucessão de eventos foi geral no Brasil leste e sul, não se restringindo somente ao nordeste brasileiro.

Pelo estudo dos grandes alvéolos entre os maciços em blocos da Serra do Mar, abertos por processos de pedimentação intermontanos clássicos em mais de uma etapa, chegou-se à conclusão da existência de três épocas semiáridas. Estas corresponderiam às glaciações pleistocênicas das altas latitudes, já que alguns dos depósitos correlativos destes aplainamentos semiáridos encontrados no litoral atual mergulham por sob o nível do mar.

O pedimento P_3 foi relacionado à glaciação Nebraskan, o P_2 ao Kansan e o P_1 ao Illinoian. O pedimento P_3 constitui um aplainamento mais generalizado, o qual resulta na realidade de uma coalescência de pedimentos, identificando-se com o pediplano Pd_1 .

Entre as épocas de pedimentação, nos períodos interglaciais prevaleceram condições de climas úmidos, responsáveis pela dissecação dos aplainamentos e, portanto, pelo seu aparecimento como níveis embutidos e escalonados nas vertentes.

Pediaplano

O conceito de uma superfície de erosão, truncando os padrões estruturais e estratigráficos e representando o estágio final da denudação subaérea foi elaborado por Davis (*penplain*) e Penck (*endrupf*). Esta superfície de erosão seria o produto de uma denudação longa e contínua, ficando a paisagem reduzida a nível próximo ao do mar, independentemente da estrutura. Um novo ciclo, de acordo com Davis, se iniciaria com o levantamento de região, devido a movimentos crustais. O peneplano tem, portanto, um significado a movimentos crustais. O peneplano tem, portanto, um significado cíclico. Entretanto é bastante discutível que um verdadeiro peneplano possa se desenvolver da forma postulada por Davis, pois necessitaria de uma estabilidade crustal, eustática e climática por demais longa. Por outro lado, geralmente os depósitos correlativos dos aplainamentos existentes não estão em acordo com as condições gerais envolvidas no conceito de peneplano davisiano. Estes depósitos, na realidade, revelam condições semiáridas de morfogênese mecânica nas áreas-fonte.

Para muitas das superfícies de erosão associadas a depósitos correlativos pode ser estabelecida uma interpretação genética. Nos trópicos elas têm sido atribuídas a um desenvolvimento através de processos que operam durante longas fases de climas semiáridos severos. O estágio avançado da evolução sob estas condições climáticas corresponde à coalescência dos pedimentos e formação de um pediaplano. O pediaplano tem a sua parte rochosa recoberta por um *veneer* pouco espesso, ao lado de uma parte detrítica onde se depositavam em ambiente de *bolson plain* os sedimentos correlativos do aplainamento.

Muitas elevações residuais de vertentes íngremes (*inselbergs*) podem ser encontradas distribuídas no interior da superfície pediplanizada. Esta última forma com as paredes dos *inselbergs* um ângulo muito marcado (*knick*) o qual é, algumas vezes, atenuado por uma cobertura detrítica de *tálus*. Esta feição pode dar à configuração da paisagem um aspecto multi-côncavo, em grande escala.

O modelado brasileiro apresenta grandes superfícies aplainadas (pediplanos) normalmente bastante dissecadas. As mais antigas são geralmente testemunhadas por remanescentes dispersos e preservados em rochas que opõem maior resistência à erosão sob condições de climas mais úmidos (Figura 2). Em certas áreas os depósitos correlativos da formação das superfícies de erosão já foram estudados e caracterizados estratigraficamente como originados sob condições de semiaridez. Em outras regiões, onde a deposição de um pacote mais espesso não foi favorecida, torna-se mais difícil sua preservação assim como um mapeamento seguro dos seus resíduos.



Figura 2 – Aspecto da serra do Mar em Santa Catarina, na estrada de Florianópolis a Lajes. Abaixo dos remanescentes da superfície de cimeira do pediplano Pd_2 aparece o pediplano Pd_1 . Em alvéolo posterior ao Pd_1 , observa-se em primeiro plano, remanescentes do pedimento P_2 embutido no vale.

No decorrer do presente trabalho abordaremos seguidamente vários pontos já tratados por Bigarella e Ab'Sáber (1964) e Bigarella e Andrade (1965).

O mais antigo pediplano (Pd_3) é considerado na literatura como tendo sido elaborado no Cretáceo-Eoceno, coincidindo com o fim da sedimentação cretácica no Brasil. Encontra-se preservado em alguns locais como superfície de cimeira. No Paraná esta superfície constitui a parte de cimeira dos velhos planaltos paranaenses, possuindo remanescentes retrabalhados em alguns maciços elevados do reverso continental da serra do Mar e no reverso da escarpa devoniana. Em São Paulo, recebeu o nome local de superfície das Cristas Médias ou Japi.

O cenozoico caracterizou-se por processos erosivos intensos, a partir da dissecação do pediplano Pd_3 . Este passou a ser deformado por dobramento de longo raio de curvatura, responsável por falhamentos ocorridos no Brasil Oriental e pela reversão da drenagem em direção a leste.

Desenvolveram-se, por pedimentação semiárida, novas superfícies de aplainamento interplanálticas e periféricas. Antes de ser atingido o pleno desenvolvimento do pediplano seguinte (Pd_2) houve ciclicidade de alternâncias de fases secas e úmidas as quais foram as principais responsáveis pela existência de níveis de pedimentos embutidos entre os dois extensos aplainamentos, pediplanos Pd_3 e Pd_2 .

O pediplano Pd_2 , datado como tendo sido elaborado no Terciário médio, raramente representa a superfície cimeira, sendo geralmente intermontano, constituindo grandes e

velhos alvéolos dissecados correspondentes à fase mais antiga de formação de compartimentos alveolares nas terras elevadas do Brasil Sudeste e Meridional.

No Quaternário ocorreu forte instabilidade das condições climáticas, sendo a sucessão de formas cíclicas, cuja origem é ligada a paleoclimas, bem visíveis na topografia devido ao seu caráter recente. Em consequência, as fases de semiaridez de duração relativamente curta e interrompidas por épocas quando predominava a erosão linear dos rios e dissecação da paisagem, limitaram-se à esculturação de níveis de pedimentos, através do recuo paralelo das encostas submetidas à ação de morfogênese mecânica. Apenas o mais antigo dos aplainamentos quaternários (pedimento P_3), tentativamente datado como tendo sua elaboração terminada durante o Nebraskan, atingiu maior desenvolvimento especial, sugerindo uma ação mais efetiva e prolongada dos agentes de morfogênese mecânica. Tal aplainamento extensivo, designado como pediplano Pd_1 , forma grandes alvéolos embutidos disseminados por toda a rede de drenagem preexistente. Flutuações úmidas possivelmente ocorreram também dentro desta extensa época semiárida, porém a sua influência não se tornou capaz de quebrar o aspecto monótono que a superfície apresentava na época de sua esculturação. A dissecação de pequena intensidade provocada pelas flutuações para o úmido pode ser quase que completamente apagada da topografia pelos processos de desagregação e erosão atuantes durante o clima semiárido predominantemente. Desta forma, resultou uma progressiva remodelação da superfície aplainada, tendendo à diminuição dos seus pequenos desnivelamentos internos e ao aumento da declividade geral do perfil transversal do aplainamento. Ao mesmo tempo, realiza-se ligeiro reafeiçoamento dos aplainamentos superiores, pediplano Pd_2 e Pd_3 (Figura 3).



Figura 3 – Outro aspecto panorâmico da serra do Mar, na estrada Florianópolis-Lajes, Santa Catarina. No último plano a superfície de cimeira do pediplano Pd_2 .

Na parte média a superfície intermontana do pediplano Pd_1 suavemente inclinada para o oriente. Em primeiro plano níveis de pedimentos embutidos nos vales e posteriores à dissecação do Pd_1

Das extensas superfícies de erosão brasileiras (pediplanos), o Pd_1 é a mais recente. No interior forma depressões interplanálticas, inclinando-se ligeiramente para jusante das principais calhas de drenagem. Na zona costeira inclina-se suavemente na direção do oceano. Apesar de não apresentarem continuidade no espaço, seus remanescentes podem ser observados desde o Rio Grande do Sul até o Amazonas. Esta superfície recebeu diversos nomes locais nas regiões onde seus remanescentes foram melhor estudados: superfície das Chãs e Tabuleiros em Pernambuco, Neógena em São Paulo, de Curitiba no Paraná, Campanha no Rio Grande do Sul e de Montevidéo no Uruguai.

Depósitos Correlativos

Uma revisão estratigráfica dos depósitos Cenozoicos brasileiros não pode ser realizada com sucesso mediante o emprego dos métodos clássicos da estratigrafia. Em virtude da própria natureza dos depósitos, via de regra afossilíferos, bem como à falta de camadas guias, torna-se necessária a adoção de metodologia apropriada que permita correlação razoável entre as bacias de sedimentação bem como faculte a datação das seqüências deposicionais. Para este fim faz-se mister a introdução de métodos geomorfológicos baseados principalmente na interpretação das superfícies de degradação e agradacão. Estas passam a ser elementos guias para a correlação, sendo passíveis de datação. Lamentavelmente os métodos geomorfológicos não encontraram ainda boa aceitação entre os geólogos, os quais mostram-se bastante céticos quanto à sua precisão e aplicabilidade. Acreditamos que isto resulta de um abuso da utilização dos métodos dedutivos por parte dos geógrafos além de uma tendência por estes demonstrada para retirar conclusões e interpretações apressadas do exame dos fenômenos de sedimentação.

As seqüências sedimentares resultantes dos processos de agradacão ocorrendo simultaneamente com fenômenos de degradação na área-fonte, constituem os depósitos correlativos. Relativamente ao Brasil meridional os depósitos correlativos de processos de pedimentação foram descritos por Bigarella et al. (1961) e Bigarella e Salamuni (1961). O problema da paleogeografia e paleoclimatologia do Cenozoico sul-brasileiro foi tratado de maneira sucinta por Bigarella e Ab'Sáber (1964) ao correlacionarem os processos deposicionais das numerosas pequenas bacias e fenômenos erosivos em clima semiárido atuantes na área-fonte. Ainda em 1964, Bigarella e Andrade, ao reverem a estratigrafia do Grupo Barreiras em Pernambuco, correlacionaram as formações Guararapes e Riacho Morno a duas fases de pediplanação extensiva.

Com relação aos depósitos correlativos referentes a processos de pediplanação mencionamos as formações Guabirota, Alexandra, Graxaim, Pariquera Açú, Riacho Morno, Guararapes, Camadas de São Paulo e das Bacias do Vale do Paraíba.

Em muitas delas a sedimentação corresponde a mais de uma fase de pediplanação. Todas entretanto mostram a influência de várias fases de pedimentação. A sedimentação ocorre normalmente durante os episódios de pediplanação e de pedimentação vigentes durante as épocas climáticas semiáridas. Entre estas épocas mediam fases climáticas úmidas com predominância de dissecação, resultando em inconformidades erosivas na seqüência sedimentar. Deposição nas fases úmidas ocorreriam eventualmente em decorrência tectônica por falhamento originando barragens (depósitos lacustres possivelmente do tipo Tremembé), bem como das várzeas e deltas.

A correlação entre as seqüências sedimentares e as superfícies de degradação apresenta uma série de dificuldades, principalmente quando consideramos os pediplanos mais antigos. A descontinuidade verificada entre os remanescentes das áreas de degradação e agradacão não permite o estabelecimento, na maioria das vezes, de correlações seguras. Esta situação é, além do mais, agravada pela ocorrência de dobramentos de fundo.

Ao pediplano Pd₃ (superfície Purunã no Paraná, Cristas Médias em São Paulo) referido como superfície de cimeira, de idade supostamente Cretácico-Eocênica, são correlacionados os sedimentos cretáceos do Grupo Bauru. Similarmente a este pediplano no

nordeste do Brasil são correlacionados os sedimentos cretáceos de várias bacias embudadas no complexo cristalino.

Apesar do conhecimento geológico satisfatório destas sequências do Mesozoico superior, não existem dados sistemáticos sobre as relações entre área-fonte e bacia de sedimentação. Os depósitos são relativamente extensos e de espessura apreciável. Eles documentam fases de deposição continental, bem como assinalam invasões marinhas. São pouco conhecidas as implicações paleogeográficas, bem como faltam dados sobre as direções de transporte e de circulação nas bacias de deposição. Medições de estratos cruzados em arenitos do Cretáceo em Buique (PE) indicam direção de transporte para o norte, isto é, para fora da bacia de sedimentação, em outras palavras, em direção às elevações atualmente ocupadas pelo pediplano Pd₃. Este fato está em desacordo com o que era de se esperar caso o Pd₃ fosse a área-fonte do material depositado na bacia cretácica. Este dado exclui a possibilidade de serem os depósitos cretácicos correlativos da superfície de cimeira de Borborema (pediplano Pd₃). Eles, na realidade, são mais antigos do que a superfície aplainada. Na verdade a superfície que corta o Pd₃ trunca ângulo raso também os depósitos cretácicos.

O relevo contemporâneo à deposição das camadas cretácicas de Buique apresentava preteritamente uma distribuição oposta à atual. O material transportado procedia do sul. Dobramentos de fundo pós-cretácicos ocasionaram uma inversão de relevo, soerguendo áreas ao norte e submetendo à erosão possivelmente grande parte dos sedimentos cretácicos setentrionais. Processos de pediplanação afetaram posteriormente as áreas soerguidas elaborando o pediplano Pd₃, o qual trunca igualmente os depósitos cretácicos. Os reconhecimentos realizados em Pernambuco não foram suficientemente detalhados para a identificação dos depósitos correlativos do aplainamento Pd₃. Portanto, apenas estudos detalhados futuros nos poderão fornecer uma visão mais clara do aspecto paleogeográfico do Cenozoico do nordeste do Brasil. Conclui-se também ser o aplainamento Pd₃ mais recente do que o Cretáceo-Eoceno, possivelmente Terciário médio.

Como depósitos correlativos dos processos de aplainamento do pediplano Pd₂ no nordeste do Brasil, Bigarella e Andrade (1964) referem a Formação Guararapes a mais antiga do Grupo Barreiras. Trata-se de uma sequência de depósitos clásticos de granulação fina e grosseira, não consolidados. Os sedimentos argilo-silticos e arenosos são quase sempre mal selecionados, incluindo grânulos e mesmo pequenos seixos de quartzo e feldspato. Em locais restritos verifica-se a presença de estratificação, às vezes cruzada. Na sua deposição intervieram processos de deslocamento fluído, com corridas de lama (*mudflows*) alternando com corridas de areia (*sandflows*). Essas corridas, de alta densidade, arrastavam frequentemente, em suspensão na massa, grânulos e seixos. Camadas de seixos ocorrem eventualmente, revelando disposição em lençol. Os sedimentos da Formação Guararapes têm sua origem ligada a um flexuramento de amplo raio na faixa costeira, no Cenozoico (ANDRADE e CALDAS LINS, 1963), o qual criou condições para a retenção, na faixa costeira a jusante, dos detritos fornecidos pelos processos erosivos em ação no interior. Os aspectos texturais e mineralógicos dos sedimentos sugerem a vigência de condições climáticas tropicais rigorosas ou semiáridas na área-fonte. A ausência de estratificação e a ausência de seleção indicam a existência de corridas de lama

em lençol em região desprotegida pela cobertura vegetal. Da mesma forma, as camadas arcossianas registram processos de morfogênese mecânica na área-fonte.

Para o nordeste do Brasil Bigarella e Ab'Sáber (1964: 305) referiram a "Série" Serra do Martins como correlativa dos processos de elaboração do Pd₂ regional. Entretanto, posteriormente, Ab'Sáber (comunicação pessoal) atribuiu uma maior antiguidade a estes depósitos.

Entretanto, no Brasil Meridional e Sudeste não são referidos depósitos correlativos do Pd₂. Ab'Sáber e Bigarella (1961) referem que no planalto de Curitiba não são encontrados sedimentos formados contemporaneamente à elaboração da superfície do Alto Iguaçu (Pd₂). Posteriormente, a ausência de depósitos correlativos ao aplainamento Pd₂ na região, levou Bigarella e Ab'Sáber (1964) a considerar a gênese daquele aplainamento como ligada a condições climáticas sub-úmidas e com drenagem exorreica. Verificamos, entretanto, que aquele aplainamento no sul e sudeste do Brasil em nada difere das outras superfícies elaboradas sob condições semiáridas com flutuações para o úmido. Acreditamos que os processos de pediplanação desenvolvem-se essencialmente quando ocorrem tais condições semiáridas, cuja dinâmica não pode ser reconhecida dentro de um exame das condições climáticas atualmente vigentes nas áreas secas.

Contudo, nas bacias ao longo do médio Paraíba, bem como na bacia de São Paulo, existem possibilidades de estabelecer-se uma correlação de, pelo menos, parte dos sedimentos com o aplainamento da superfície paleógena, nome local do Pd₂ no estado de São Paulo.

Apesar do caráter exorreico deste aplainamento e dos remanescentes dos mesmos encontrarem-se topograficamente elevados e preservados apenas nas áreas mais próximas à periferia da área de pediplanação, deve ter havido sedimentação, em determinados lugares. Os eventuais depósitos foram posteriormente removidos pelos ciclos erosivos subsequentes. Apenas em áreas nas quais ocorrem tectônica de falhamento mais importante, originando barragens, é que foi possível acumulação mais espessa de sedimentos e concomitante preservação através dos ciclos erosivos posteriores. Tal é o caso das bacias de São Paulo e do Vale do Paraíba, acima referido.

À elaboração do pediplano Pd₁ corresponde uma série de formações distribuídas em várias áreas do Brasil. Neste caso, as relações entre os depósitos correlativos e a forma erosiva é bem mais clara. No nordeste e em outras áreas do Brasil oriental passa-se insensivelmente da superfície de degradação para a de agradação (superfície das Chãs e dos Tabuleiros de Pernambuco). A parte superior do Grupo Barreiras, Formação Riacho Morno constitui os depósitos correlativos do aplainamento Pd₁ e das épocas de pedimentação do P₂ e P₁ (BIGARELLA e ANDRADE, 1964).

Inconformidades erosivas originadas em clima úmido representando dissecação, separam as diversas camadas sedimentares durante a vigência das frases de clima semiárido.

Os depósitos correlativos do Pd₁, de vasta distribuição geográfica, necessitam uma revisão urgente no que se concerne seus problemas estratigráficos e sedimentológicos (estruturas primárias, texturas e mineralogia). Embora ainda não sejam conhecidos em maiores detalhes, eles fornecem uma série de informações básicas no que diz respeito à interpretação paleoclimática e paleogeográfica do Pleistoceno inferior no Brasil. Ocor-

rem ao longo da costa, do Rio de Janeiro para o norte. No baixo vale do Ribeira foram descritos por Bigarella e Mousinho (1965) como integrantes da Formação Pariquera-Açu. No Paraná constituem os depósitos das Formações Alexandra e Guabirota (BIGARELLA e SALAMUNI, 1962; BIGARELLA e Ab'SÁBER, 1964). No Rio Grande do Sul englobam parte dos depósitos da Formação Graxaim (BIGARELLA e Ab'SÁBER, 1964: 307). Em Santa Catarina, entre os vales dos rios Itajaí-Mirim e Tijucas, ao longo da Estrada Brusque-Canelinha, são encontrados sedimentos argilosos e arcossianos que possivelmente correlacionam-se com a elaboração do Pd₁ regional.

Formação Guabirota. No Paraná o primeiro registro cenozoico sedimentar vem representado pela deposição das camadas da Formação Guabirota. Estas constituem parte integrante da bacia de Curitiba, cuja extensão é apreciável no primeiro planalto paranaense (cerca de 3.000 km²).

Embora não seja ainda muito clara a origem da bacia de Curitiba no que concerne ao seu preenchimento com sedimentos, podemos considerar a hipótese de um represamento tectônico, efetivo através da soma de pequenos falhamentos geomorfológicos contrários em zonas ocidentais da bacia, que teriam facultado o espessamento da Formação Guabirota (Figura 4). Além dos possíveis represamentos tectônicos cumpre assinalar o papel fundamental das mudanças climáticas, na modificação da capacidade de transporte do material detrítico.

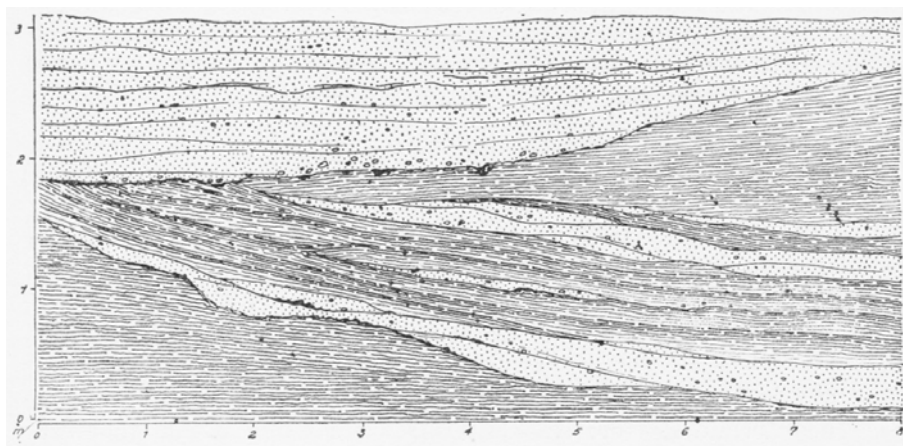


Figura 4 – Estrutura da Formação Guabirota, bacia de Curitiba. Corte na rodovia Br-35 (Curitiba-Paranaguá) nas imediações de Santa Bárbara. Alternância de areias arcossianas e argilitos. Ambiente de cones aluviais do semiárido. Deposição contemporânea à elaboração do pediplano Pd₁ (superfície de Curitiba).

A reconstrução da história da bacia de Curitiba inicia-se a partir do pediplano Pd₂. Subsequente a esta superfície, segue-se uma fase erosiva em clima úmido que causou uma dissecação profunda da paisagem. Na superfície do Alto Iguaçu foram entalhados vales com pouco mais de 100m de amplitude. Ainda nesta fase, originava-

-se ao longo da principal drenagem (antigo Iguaçu) um vale largo, relativamente raso em relação à sua largura, acompanhado de vales laterais, constituindo um conjunto de aspecto detrítico. Esta fase de usura do relevo em clima úmido originou uma superfície irregular com colinas. Na topografia atual muitas das colinas encontram-se em sub-superfície e, quando exumadas, acham-se envolvidas pelos sedimentos da Formação Guabirotuba (Figura 5).

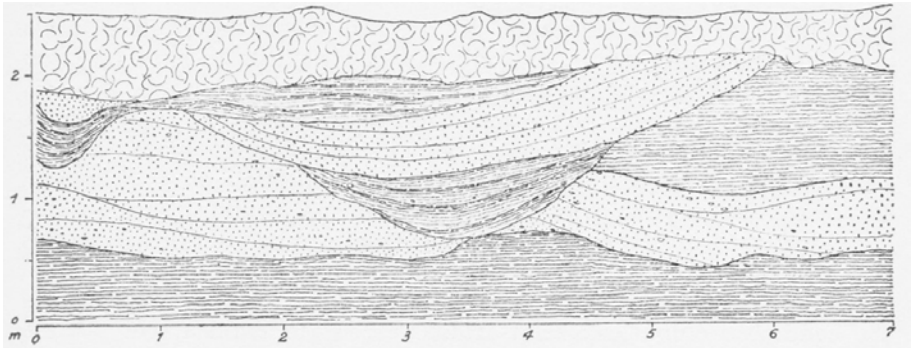


Figura 5 – Outro aspecto da estrutura da Formação Guabirotuba. Corte situado nas proximidades do descrito na Figura 4. Alternância de areias arcossianas e argilitos recoberta por colúvio avermelhado

A fase erosiva anteriormente mencionada, efetivada em clima úmido, foi suspensa por troca climática, mediante a qual o clima passou para um tipo semiárido com chuvas concentradas em determinadas épocas. Transformava-se assim o aspecto regional em muitas características. A cobertura vegetal tornou-se inefetiva, expondo a superfície do solo a uma erosão intensa. A concentração das chuvas, em certas épocas, conferia às mesmas um caráter torrencial. Caindo sobre o solo desprotegido, corriam as águas sob a forma de escoamento em lençol, arrastando sedimentos vertente abaixo em direção aos vales e canais de drenagem. Ali comportavam-se como verdadeiras torrentes de lama de densidade elevada, incapazes de selecionar os sedimentos de acordo com o tamanho dos grãos e sem capacidade de um transporte longo de sua carga, a qual era, em sua maior parte, depositada na primeira quebra de gradiente do curso d'água intermitente. Este processo conduziu à formação de um conjunto de leques aluviais coalescentes característicos em climas semiáridos. Quando a corrente, neste clima, perde a primeira parte de sua carga devido especialmente à mudança de gradiente, permanece ainda em suspensão grande parte das partículas argilo-sílticas, havendo ainda transporte de grãos mais grosseiros, em virtude da densidade do fluído e da torrencialidade. Estes sedimentos são levados para as depressões do terreno, onde se depositam num ambiente *playa-lakes*. Eram depositadas desta forma as seções relativamente espessas de argilitos, tão frequentes em determinados locais da bacia (Figura 6).

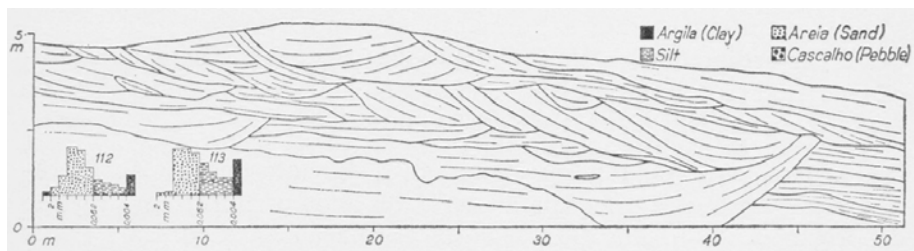


Figura 6 – Estrutura da Formação Guabirotuba, bacia de Curitiba. Corte na rodovia Curitiba-São Paulo (BR2), nas imediações de Quatro Barras. Camadas com estratos cruzados desenvolvidas em dois tipos de sedimentos arenáceo-arcosiano, conforme histogramas. O tipo mais grosseiro salienta-se na erosão diferencial. Ambiente de cones aluviais formados em época semiárida contemporânea à elaboração do pediplano Pd₁

Na fase climática anterior ao clima semiárido, isto é, durante a fase úmida, ter-se-ia elaborado um regolito relativamente espesso o qual em sua composição textural não deveria diferir em muito do regolito atual. Este material teria constituído a fonte inicial dos sedimentos, que preencheram a bacia durante a época de deposição da Formação Guabirotuba. O regolito que capeava as ondulações internas e periféricas da bacia e aquele existente na superfície do Alto Iguaçu, sofreu rápida erosão e transporte. Dessa forma, grande parte dos sedimentos que constituem a Formação Guabirotuba foram originados a partir da decomposição química das rochas cristalinas pré-cambrianas em clima úmido, porém erodidos, transportados e depositados em condições climáticas semiáridas. Este fato explica, em grande parte, a composição textural dos sedimentos da formação. A natureza caulínica das argilas corrobora o tipo climático úmido vigente na época da elaboração do regolito, que serviu de fonte para os sedimentos da bacia.

Formação Alexandra – Esta designação stratigráfica foi conferida aos sedimentos continentais que ocorrem no litoral paranaense, na área de Alexandra, junto à BR-35. Eles foram descritos em 1959 por Bigarella et al. como depósitos Terciários. Trata-se de sedimentos, jazentes discordantemente sobre as rochas gnáissicas do complexo cristalino brasileiro. A porção inferior da formação é constituída em grande parte por sedimentos de caráter arenáceo e rudáceo, predominando no restante da mesma sedimentos siltico-argilosos e os arcossianos.

Nas pesquisas iniciais atribuiu-se uma origem tectônica para esta bacia de sedimentação situada aos pés das grandes muralhas da serra do Mar. Supunha-se estar a mesma relacionada aos falhamentos da fase final da formação da serra do Mar. Mencionava-se também, que os sedimentos procediam da intemperização das rochas cristalinas, sofrendo pequeno transporte e deposição rápida.

Estes conceitos foram sofrendo alterações de modo que Bigarella e Freire (1960: 19), aceitando sugestões do Dr. Henno Martin, interpretaram a Formação Alexandra como sendo constituída por sedimentos de uma planície gradacional inclinada em direção ao mar e formada numa época em que seu nível estava mais baixo que o atual, durante o Pleitoceno.

A descoberta de remanescentes de pedimentos na região litorânea e nas vertentes orientais da serra do Mar, permitiu uma revisão do problema de origem e datação da Formação Alexandra.

Ab'Sáber e Bigarella (1961: 104) verificaram que os depósitos da Formação Alexandra achavam-se cortados por uma superfície de erosão, remanescente do pedimento P_2 . Este fato indicava ser esta formação anterior ao referido pedimento. Os níveis de 27 a 30m de altitude cortando o topo dos sedimentos, anteriormente referidos como marinhos, passaram a ser interpretados como resíduos de superfície de erosão elaboradas em clima semiárido.

Um reexame dos sedimentos indicou terem sido os mesmos formados em clima possivelmente semiárido, e depositados em ambiente de *bajada*, em grande parte em *playa-lakes*. A sequência sedimentar mostra a ação de transporte em lençol sem uma implantação definida de canais de transporte. Em outros locais nota-se a ação de torrentes de lama capazes de transportar matacões, principalmente próximo à zona montanhosa.

A recente confirmação da existência de uma superfície pedimentar P_3 , na serra do Mar paranaense abriu novos horizontes para a interpretação da Formação Alexandra. Sendo ela mais antiga do que o pedimento P_2 , parece ser contudo penecontemporânea da elaboração do pedimento P_3 , isto é, correlativa ao pediplano Pd_1 .

O conjunto dos depósitos rudáceos formados durante as diversas fases de pedimentação que tiveram lugar na vertente atlântica da serra do Mar, em Garuva (divisa Paraná-Santa Catarina) recebeu a designação estratigráfica de Formação Iquererim (BIGARELLA et al., 1961). Morfológicamente constituem os pedimentos detríticos cujas formas remanescentes dissecadas inclinam suavemente para o interior dos vales.

Os depósitos rudáceos grupados na Formação Iquererim estão geneticamente ligados aos pedimentos detríticos. Em geral, no conceito clássico os pedimentos detríticos são formados apenas por uma cobertura de depósitos rudáceos pouco espessos e significativos. Entretanto, nas ocorrências descritas para a área de Garuva, a forma detrítica rudácea assumiu uma importância maior, talvez devido ao caráter excepcional da escarpa, bem como devido às constantes mudanças climáticas cujas fases úmidas provocaram dissecações mais ou menos profundas, interrompendo os processos de aplainamento lateral em clima semiárido. Este fato conduziu a um embutimento progressivo das diversas superfícies pedimentares. Verifica-se, deste modo, não um delgado manto de sedimentos, mas sim uma acumulação relativamente possante com expressão geográfica bem marcada.

Para a área de Garuva a base de deposição é constituída por uma superfície muito irregular, sobre a qual seguem em discordância de erosão os depósitos rudáceos, via de regra, sem estratificações definidas, com espessura variável desde alguns metros até mais de uma dezena de metros. O material detrítico de textura angular a sub-angular é extremamente grosseiro, sem seleção aparente, e formado por seixos e matacões de composição litológica heterogênea (gnaisse, granite e diabásio) cujo tamanho varia desde alguns centímetros até matacões de mais de 4m de diâmetro, mergulhados dentro de uma matriz areno-siltico-argilosa.

A formação em questão é composta de pelo menos duas fases distintas de deposição originadas em ciclos diferentes de pedimentação. Justificamos, provisoriamente, a

inclusão destas fases de deposição dentro de uma mesma formação, apesar de estarem separadas por discordância de erosão, em virtude das dificuldades atuais para correlações com depósitos similares de outras áreas.

As duas fases de pedimentação correspondentes aos depósitos da Formação Iquerim foram denominadas fases I e II respectivamente referentes aos pedimentos P_1 e P_2 . Dessa maneira, os depósitos da fase I encontram-se embutidos dentro de um nível de pedimento mais elevado situado nos interflúvios e referentes à fase II. Entre ambas as fases ocorreu uma época de clima úmido, responsável pela dissecação e interrupção da morfogênese mecânica, originando a superfície que constitui a discordância de erosão já mencionada.

As sucessivas retomadas de pedimentação implicam num retrabalhamento progressivo dos seixos e matacões, os quais passaram a constituir parte integrante de cada nova fase deposicional, aprimorando assim sua textura. Desse modo, o material corresponde a mais de uma geração.

Camadas Canhanduva – Trata-se de uma área-tipo, onde se vê uma estratigrafia com caracterização indiscutível de fenômenos paleoclimáticos. A exposição ocorre na localidade de Canhanduva, em corte da BR-59, entre Itajaí e a praia de Camboriú, em Santa Catarina. Foi descrita inicialmente por Bigarella e Salamuni (1961: 180). A sua seqüência estratigráfica compreende: 1) embasamento de rochas metamórficas pré-Cambrianas do Grupo Brusque; 2) discordância de erosão em superfície irregular e angulosa; 3) camadas pré-Canhanduva; 4) camadas Canhanduva; 5) superfícies correspondentes ao fecho da sedimentação, remanescentes do pedimento detrítico, correspondente à pedimentação do P_1 .

Na fase que antecedeu a deposição das camadas pré-Canhanduva vigorava um clima úmido responsável pela formação de espesso regolito e pela dissecação que passou a constituir a discordância erosiva separando o embasamento das camadas pré-Canhanduva. Uma mudança climática transformando o clima úmido em progressivamente mais seco provocou o empobrecimento da cobertura vegetal, facilitando a ação dos agentes de denudação das encostas. O regolito pode ser então removido para as partes mais baixas do terreno, entulhando as depressões, principalmente através de movimentos em massa do solo. Esta sedimentação, com espessura variável, constitui as camadas pré-Canhanduva. Estas camadas de coloração cinza clara são predominantemente de textura fina, siltico-argilosa, rica em grãos de areia e seixos esparsos de quartzo e quartzitos, sem seleção granulométrica aparente. As camadas pré-Canhanduva correspondem à fase inicial de processo de pedimentação, tal como foi descrito no estudo referente à Evolução das Encostas. As camadas Canhanduva representam a fase principal de morfogênese mecânica relativa à elaboração do P_1 na área. Tem coloração castanho-avermelhada, com cerca de 7m de espessura, apresentando-se como um depósito rudáceo relativamente grosseiro, de caráter brechoso, sem estratificação visível, denotando porém uma superposição de camadas de 50 a 70cm de espessura, que correspondem a uma seqüência de corridas que em fluído de alta densidade transportavam material muito pouco selecionado na sua granulometria. Seixos angulosos e mesmos blocos abundantes de quartzo, quartzitos e filitos são envolvidos em matriz areno-argilosa. Não somente a abundância dos seixos como também a presença de inúmeros seixos de filito (rochas facilmente alteráveis sob

condições climáticas úmidas) documentam a vigência de condições de morfogênese mecânica na época de sua deposição. Tal não ocorre nas camadas pré-Canhanduva onde os seixos esparsos de quartzo e quartzitos representam elementos residuais de antigo regolito quimicamente decomposto.

Os depósitos desta localidade são correlacionáveis, em bases geomorfológicas, com a Formação Iquererim – Fase I.

Camadas Cachoeira – A área denominada Cachoeira situa-se no litoral catarinense a cerca de 20km ao sul de Tijucas (SC). Nela ocorrem os remanescentes dissecados de uma formação sedimentar constituída por argilas e arcósios pouco selecionados e praticamente sem estratificação definida. Seções podem ser examinadas nos cortes da BR-59 e na estrada que se dirige para a localidade de Ganchos.

Os sedimentos preenchem uma depressão alongada N-S, de origem certamente tectônica, compreendida entre dois maciços de rochas cristalinas situados respectivamente a leste e a oeste.

Os remanescentes da superfície que corresponde ao fecho da sedimentação local, parecem em seu conjunto inclinar da periferia para o centro da depressão. Este aspecto geomórfico, aliado ao estudo sedimentológico dessas camadas, aqui designadas como camadas Cachoeira, permitem uma identificação do ambiente de deposição, o qual é interpretado como **bajada** formada numa fase climática de semiaridez. Um exame da sequência estratigráfica lembra em linhas gerais certos aspectos dos sedimentos da formação Alexandra e Guabirotuba.

As camadas Cachoeira consideradas como sedimentos de **bajada** ou **bolson-plain**, seriam ao que tudo indica contemporâneos à fase de pedimentação responsável pela elaboração do pedimento P_1 local, situado perifericamente à bacia. Dessa maneira elas seriam correlacionadas à Formação Iquererim – Fase I, enquanto que a superfície correspondente ao fecho da sedimentação corresponderia ao máximo afeiçoamento do pedimento P_1 .

Camadas Trindade – Na localidade de Trindade, subúrbio norte de Florianópolis (SC) em terrenos da cidade universitária, foram descritos por Bigarella e Salamuni (1961: 186) sedimentos pobremente selecionados, compostos predominantemente por areia granulosa com pequenos seixos esparsos e matriz siltico-argilosa. Estes depósitos são similares aos das camadas Cachoeira e sugerem terem sido depositados numa fase de clima semiárido, na qual houve um processo de agradacão com desenvolvimento periférico de uma pedimentação embrionária.

O fecho da sedimentação originou uma superfície suavemente inclinada de 2° a 4° para norte encontrando-se dissecada e separada das elevações cristalinas ao sul, donde procederam os sedimentos.

Correlações e Conclusões

Os aspectos geomorfológicos esculpidos pelos processos de morfogênese mecânica, durante a vigência de climas rigorosos do tipo semiárido, podem ser verificados através dos seus remanescentes em grandes extensões do território brasileiro e uruguaio. Eles foram verificados dentro de uma larga faixa oriental do continente, desde o Nordeste ao

rio da Prata. Em áreas, por exemplo, onde vigoram climas muito úmidos, como é o caso da serra do Mar (com mais de 3.000 mm anuais), eles podem ser constatados. Nestas áreas de alta pluviosidade os contrastes paleo-climáticos se fazem sentir de maneira profunda na paisagem.

Estes eventos foram descobertos nesta área, isto é, nas faldas da serra do Mar, onde foram estudados com maiores detalhes. Tanto em direção ao Nordeste, como em direção ao rio da Prata, as evidências morfológicas, não raro, são acompanhadas dos depósitos correlativos, os quais atestam e comprovam as flutuações climáticas e identificam o tipo climático semiárido como responsável pelos processos de morfogênese mecânica, cujos vestígios ainda podem ser encontrados na paisagem, sob forma de remanescentes de pedimentos ou pediplanos. Acreditamos que as condições de semiaridez da parte oriental da América do Sul chegaram bem próximas ao Equador.

Os pedimentos P_1 , P_2 e P_3 puderam ser reconhecidos e traçados facilmente como superfícies guias desde a área do Paraná-Santa Catarina, em direção norte até o Piauí e em direção sul até Montevideu no Uruguai. Os pediplanos Pd_1 , Pd_2 e Pd_3 também podem ser reconhecidos nas elevações residuais do nordeste, leste e sul do Brasil e nos depósitos correlativos observáveis.

A datação dos diversos níveis de aplainamento tem sido feita tentativamente. O pediplano Pd_3 foi considerado como tendo sido sua elaboração ligada ao Cretáceo-Eoceno. Entretanto, parece-nos ser sua idade mais recente, truncando os sedimentos cretácicos do Nordeste brasileiro. O pediplano Pd_2 , considerado como correspondente a processos erosivos vigorantes no Terciário médio, também tem a sua datação, por enquanto, bastante incerta. Entretanto, estas superfícies antigas escalonadas documentam, de acordo com nosso ponto de vista, mudanças climáticas cíclicas durante o Terciário. Condições semiáridas predominantes originam os grandes aplainamentos (pediplanos Pd_3 e Pd_2). Os desníveis foram provocados por epirogênese positiva e pela erosão linear. Aplainamentos menores embutidos entre as extensas superfícies demonstram o importante papel das épocas mais úmidas e das flutuações menores em direção ao seco a elas intercaladas.

O pediplano Pd_1 e os pedimentos P_2 e P_1 , por outro lado, têm sido considerados como elaborados durante o Pleistoceno. Foram correlacionados tentativamente por Bigarella e Andrade (1956) com os períodos glaciais Quaternários. Teriam se desenvolvido em épocas em que o nível do mar encontrava-se bem abaixo do atual, durante as regressões glacio-eustáticas, como o mostram seus depósitos correlativos litorâneos (Formações Alexandra, Graxaim I, II e III). Estes depósitos continentais, se prolongados idealmente na direção do mar, submergem rapidamente sob o oceano atual. Considerando tais superfícies ligadas às glaciações pleistocênicas, correlaciona-se a sequência de eventos brasileiros com aqueles descritos e datados por Scott no Colorado (SCOTT, 1960: 1543). Esta aproximação é válida tendo-se em vista que as mudanças climáticas pleistocênicas apresentam um caráter universal e são sincrônicas em ambos os hemisférios (BÜDEL, 1956; FAIRBRIDGE, 1961). Remanescentes de pedimentos podem ser considerados como feições morfológicas não somente na América do Sul mas também na América do Norte, Europa e outros continentes. Tal fato depõe a favor de ciclos áridos universais durante as fases frias Pleistocênicas, afetando extensas áreas.

Desta forma o mais antigo e mais extenso dos pedimentos (P_3 ou pediplano Pd_1) teria sua elaboração completada durante a glaciação Nebraskan (Günz), o P_2 seria correspondente ao Kansan (Mindel) e o P_1 ao Illinoian (Riss). Concluímos, portanto, que aos períodos glaciais Quaternários teriam correspondido, na parte estudada do território brasileiro, a condições de semiaridez e não pluviais, como referem muitos pesquisadores para as áreas tropicais e subtropicais. Entretanto parece-nos difícil imaginar quais eram as condições climáticas de semiaridez capazes de promover intensa morfogênese mecânica e elaborar os pediplanos e pedimentos. Por outro lado, acreditamos que devem existir áreas restritas mais favorecidas pelas precipitações durante as fases semiáridas e onde refugiou-se a flora e fauna.

Aos períodos interglaciais quaternários corresponderam fases mais úmidas nas áreas tropicais e subtropicais.

Este trabalho tem um caráter preliminar e a série de problemas que envolve a evolução da paisagem nos últimos tempos geológicos somente poderão se aproximar de uma solução satisfatória através da realização de estudos sistemáticos a respeito.

Aspectos Sedimentológicos

Os caracteres texturais dos sedimentos das formações Guabirotuba e Pariquera-Açu fornecem elementos que permitem avaliar as condições físicas do ambiente de sedimentação. Comparamos estes sedimentos com amostras de regolito (colúvio e elúvio). Os vários sedimentos e depósitos residuais aqui estudados, quando confrontados entre si e comparados com outros sedimentos denotam variações peculiares nos diferentes parâmetros estatísticos. Embora estas variações possuam, até certo ponto, um caráter genético, é conveniente lembrar que os fatores que mais afetam as distribuições granulométricas não são precisamente as variações ambientais, porém as propriedades hidrodinâmicas apresentadas pelo grão em virtude das oscilações da velocidade e densidade do fluido transportador.

O grau de seleção de um sedimento é, em grande parte, função da efetividade do agente seletivo. A análise do grau de seleção das amostras de uma dada localidade é extremamente útil na determinação do agente envolvido e das condições ambientais.

As amostras procedentes das formações Guabirotuba e Pariquera-Açu apresentam normalmente uma má seleção granulométrica, o mesmo acontecendo com as amostras referentes ao regolito e baixo terraço. Apenas os depósitos relativos às várzeas recentes apresentam um grupo de amostras nas quais verifica-se uma melhor seleção granulométrica.

Inman (1949: 51) menciona que numa distribuição granulométrica tanto a seleção como a assimetria são função do diâmetro mediano da amostra. De acordo com o autor citado, para condições normais, as amostras que apresentam medianas próximas a 0,180 mm são as melhor selecionadas. Para diâmetros maiores ou menores a seleção granulométrica diminui.

Uma má seleção para amostras com diâmetro mediano ao redor de 0,180 mm indica condições anormais de transporte e deposição, em que se verifica incapacidade do veículo realizar uma seleção. Este fato caracteriza os fluídos de alta densidade (tor-

rentes de lama) e os movimentos de massa. A correlação entre o diâmetro mediano e as medidas de dispersão revela claramente certas propriedades do fluido transportante do sedimento.

Relativamente aos sedimentos recentes das várzeas de Curitiba, nota-se uma correlação pronunciada entre o diâmetro mediano e o coeficiente de seleção (BIGARELLA e SALAMUNI, 1962: 110). As medianas ao redor de 0,180 mm são as que correspondem aos melhores valores de seleção. Para as Formações Guabirota e Pariquera-Açu parece não haver uma correlação entre o diâmetro mediano e as medidas de dispersão. Aos diâmetros medianos ao redor de 0,180 mm correspondem os mais variados valores da seleção. Este fato indica que as propriedades hidrodinâmicas do fluido, responsável pelos depósitos das formações mencionadas, diferiam fundamentalmente daquelas peculiares aos depósitos de várzeas. O agente transportador dos sedimentos das formações Guabirota e Pariquera-Açu, não possuía capacidade para selecionar as diferentes granulacões e distribuí-las convenientemente. A interpretação mais viável para o mesmo era a de um fluido mais denso, isto é, semelhante a escoamento repleto de sedimentos finos formado através de enxurradas em terrenos desprotegidos. Somente os fluidos em tais circunstâncias não podem diferenciar, prontamente, os vários diâmetros envolvidos em seu seio, afim de selecioná-los de acordo com o tamanho. Da mesma forma as amostras de regolito da periferia da bacia de Curitiba, bem como as amostras de colúvio e elúvio de outros pontos da área estudada, não apresentam correlação alguma entre o diâmetro mediano e as medidas de dispersão.

Uma comparação destas amostras com outros sedimentos de ambientes diversos foi apresentada por Bigarella e Salamuni (1962: 113 e seguintes). Os sedimentos marinhos da enseada a SE de Hokkaido, também não apresentam correlação satisfatória entre o diâmetro mediano e o coeficiente de seleção. Uma série de interferências ambientais, como movimento de massa de sedimentos inconsolidados, contribui para que o conjunto não obedeça à curva normal de correlação. O mesmo verifica-se para os sedimentos do mar Báltico e do estreito de Davis, nos quais a influência dos icebergs foi ou ainda é efetiva na introdução de material estranho. Nos terraços espanhóis estudados por Mabe-soone (1959) e Nossin (1959), depositados em duas fases climáticas distintas (úmida e semiárida), verifica-se da mesma forma uma falta de correlação entre o diâmetro mediano e o coeficiente de seleção. Estes terraços do ponto de vista da hidrodinâmica da sedimentação assemelham-se aos depósitos das Formações Guabirota e Pariquera-Açu.

Os depósitos do Grupo Bauru comportam-se de maneira similar aos das formações anteriormente mencionadas. Trata-se de sedimentos depositados em ambiente semiárido.

Uma diferença de comportamento estatístico existe entre os sedimentos depositados em ambientes hidrodinamicamente normais e aqueles onde várias causas modificam as propriedades hidrodinâmicas do agente de transporte ou onde vários fenômenos interferem na associação granulométrica final do sedimento. O contraste verificado para os depósitos continentais é aqui atribuído às diferenças climáticas vigentes durante a deposição de sedimentos.

Nas Figuras 7 a 12 estão grupadas as curvas de frequência acumulada da distribuição granulométrica, as quais suscitam algumas discussões sobre o ambiente de depo-

sição. As curvas retratam o resultado da interação dos diversos fatores envolvidos na formação do material.

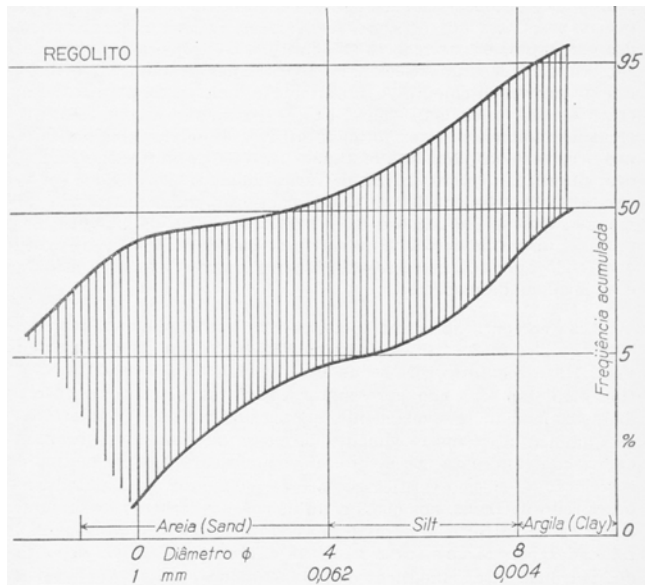


Figura 7 – Classificação das curvas de distribuição granulométrica das amostras de regolito da periferia da bacia de Curitiba (comentários no texto)

As relações existentes e possíveis entre a distribuição dos tamanhos de grão e o ambiente sedimentar foram alvo de investigações por diversos pesquisadores. Krumbein e Aberdeen (1937) demonstraram que um estudo das características do tamanho dos grãos dos sedimentos fornece dados que permitem avaliar as condições físicas do ambiente no qual eles ocorrem. De acordo com os referidos autores, num mesmo ambiente pode haver uma grande variedade de sedimentos, de maneira que se torna necessário examinar um grande número de amostras, antes que se possa avaliar o ambiente como um todo. Embora o ambiente possa tender para a formação de um dado tipo de depósito, as características dos sedimentos variam localmente de acordo com as variações das condições no ambiente. A distribuição granulométrica depende também do tipo e quantidade do suprimento de detritos, dos processos de transporte e do grau de agitação. Poucos fatores são restritos a um determinado tipo singular de ambiente. Os caracteres por eles introduzidos nos sedimentos raramente são de valor diagnóstico preciso. Desse modo, será sempre conveniente usar uma combinação tão ampla quanto possível de diferentes caracteres para determinação do ambiente de sedimentação.

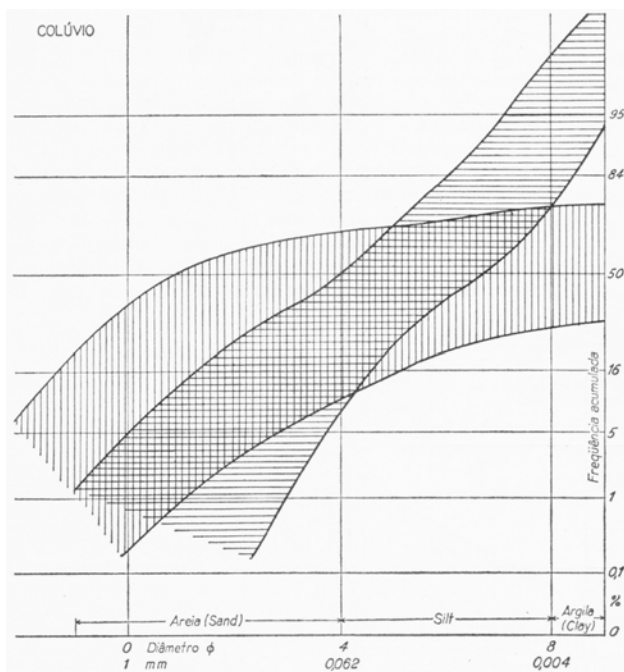


Figura 8 – Classificação das curvas de distribuição granulométrica das amostras de colúvio, coletadas no manto de intemperismo das rochas cristalinas do Brasil meridional e sudeste (comentários no texto)

Será necessário salientar que apenas a análise mecânica de um sedimento não é suficiente para esclarecer a gênese de um determinado depósito. Esta análise é, contudo, um dos caracteres físicos que servem para classificação e distinção de um sedimento, complementando a interpretação, conjuntamente com outros caracteres texturais, estruturais, mineralógicos e especialmente estratigráficos.

Nas Figuras 7 e 8, encontram-se agrupadas as curvas de distribuição granulométrica referentes a amostras coletadas no manto de intemperismo, sendo que a grande maioria delas refere-se a colúvio, material este que já sofreu um deslocamento vertente abaixo, através de movimentos de massa, sem que se processasse seleção alguma. As curvas abrangem, pois, muitos intervalos texturais, desde cascalho ou areia até argila.

A distribuição granulométrica das amostras das várzeas pode ser classificada em cinco tipos fundamentais. Neles verificam-se graus diferentes de seleção. Na Figura 9, as hachuras horizontais e verticais correspondem aos tipos de depósitos de canais anastomosados e de leito fluvial. São constituídos normalmente por sedimentos arenosos com pouco silte e argila. Apresentam o melhor grau de seleção. O tipo representado pelas hachuras inclinadas para direita forma possivelmente os depósitos dos diques naturais e em parte das enchentes. Possuem menor grau de seleção. Na Figura 10, as hachuras horizontais referem-se predominantemente a depósitos de enchente. As hachuras verticais

indicam em grande parte os depósitos de colúvio e parcialmente depósitos de enchente. Ambos os tipos assinalados na Figura 10 referem-se a amostras pouco selecionadas.

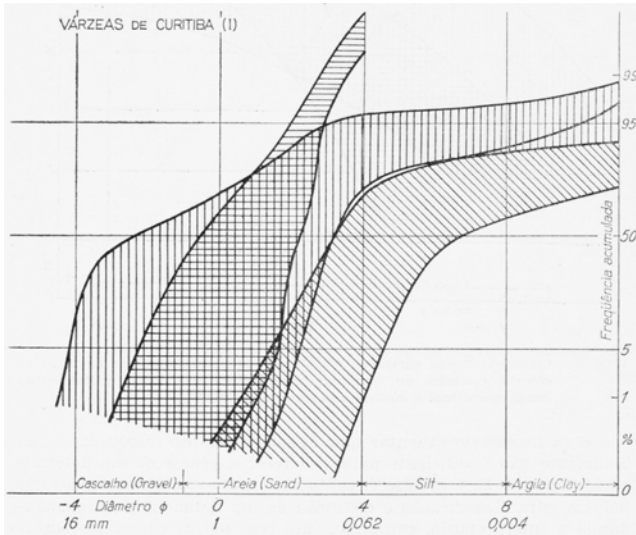


Figura 9 – Classificação das curvas de distribuição granulométrica de parte das amostras de sedimentos das várzeas da região de Curitiba (comentários no texto)

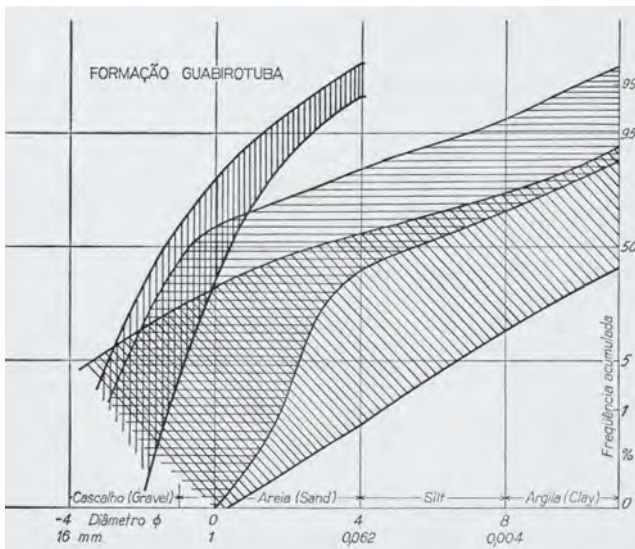


Figura 10 – Classificação das curvas de distribuição granulométrica de parte das amostras de sedimentos das várzeas da região de Curitiba (comentários no texto)

A distribuição granulométrica das amostras da Formação Guabirotuba é classificada em três tipos fundamentais (Figura 11). Nesta figura as hachuras verticais referem-se a sedimentos arenáceos feldspáticos depositados em canais nos leques aluviais do ambiente de **bajada**. Trata-se de sedimentos inicialmente transportados em fluídos de alta densidade com posterior remoção da fração mais fina. Constituem os depósitos com melhor grau de seleção. As hachuras horizontais referem-se em grande parte a depósitos em lençol e em parte a depósitos em canal proveniente da deposição de corridas de areias feldspáticas sedimentadas em ambiente de **bajada**. As amostras apresentam-se mal selecionadas. O último tipo representado por hachuras inclinadas para a direita corresponde a depósitos de corridas de lama sedimentados em **bajadas** ou a depósitos de **playa**. Amostras pouco selecionadas.

Na Figura 12 encontra-se assinalado o tipo de distribuição granulométrica apresentado pelas amostras da Formação Pariquera-Açu. Trata-se de sedimentos transportados através de movimentos de massa ou fluídos de alta densidade sob forma de corridas de lama.

Pelo exposto verifica-se um contraste muito grande entre os depósitos formados pela ação de agentes normais, sob condições ambientais de águas limpas, e aqueles depositados através de fluídos de alta densidade. O comportamento hidrodinâmico em ambos os casos é fundamental na caracterização ambiental.

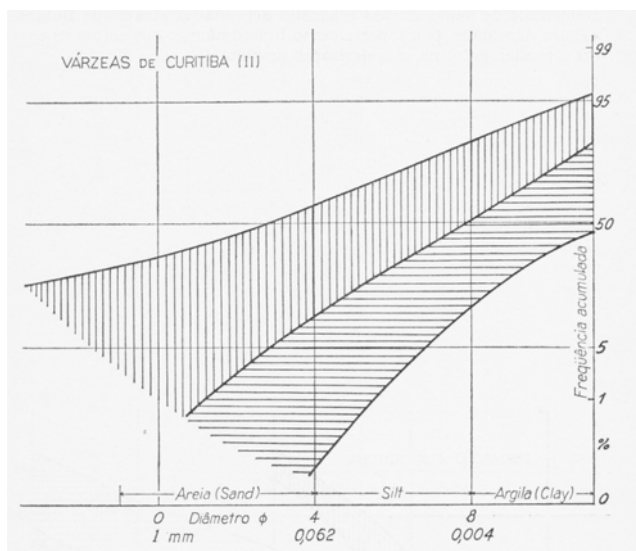


Figura 11 – Classificação das curvas de distribuição granulométrica dos sedimentos da Formação Guabirotuba, bacia de Curitiba (comentários no texto)

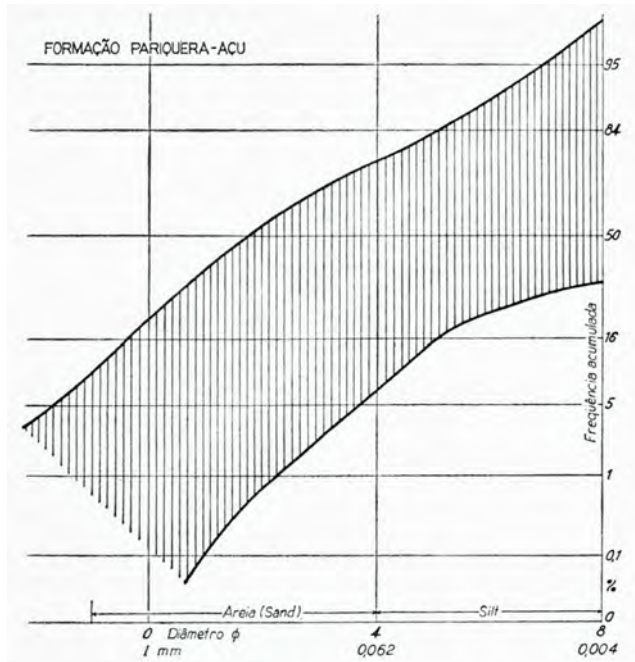


Figura 12 – Classificação das curvas de distribuição granulométrica dos sedimentos da Formação Pariquera-Açu, bacia do baixo Ribeira (comentários no texto)

Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A.N. État actuel des connaissances sur les niveaux d'érosion et les surfaces d'aplanissement du Brésil. In: Congrès International de Géographie, 18, Rio de Janeiro. Premier rapport de la Commission pour l'étude et la corrélation des niveaux d'érosion et des surfaces d'aplanissement autour de l'Atlantique. *Union Géographique Internationale*, v. 5, p. 7-27, 1956.

_____; BIGARELLA, J.J. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Mar no Paraná. *Boletim Paranaense de Geografia*. n. 4-5, p. 94-110, 1961.

ANDRADE, G.O.; LINS, R.C. Introdução à morfoclimatologia do Nordeste Brasil. In: Congresso Nacional de Geologia, 17, Recife, *Livro guia de excursões*. Sociedade Brasileira de Geologia, 1963.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; MARQUES FILHO, P.L. Ocorrência de depósitos sedimentares continentais no litoral do estado do Paraná (Formação Alexandra). *I.B.P.T. Notas preliminares e Estudos*, Curitiba. n. 1, 1959, 7p.

_____; FREIRE, S.S. Nota sobre a ocorrência de cascalheiro marinho no litoral do Paraná. *Boletim Universidade Paraná*, Instituto de Geologia 3, Curitiba, 1960, 22p.

_____; MARQUES FILHO, P.L.; AB'SÁBER, A.N. Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iquererim (Garuva, SC). *Boletim Paranaense de Geografia*. n. 4-5, p. 82-93, 1961.

_____; SALAMUNI, R. Ocorrências de sedimentos continentais na região litorânea de Santa Catarina e sua significação paleoclimática. *Boletim Paranaense de Geografia*. n. 4-5, p. 179-187, 1961.

_____; _____. Caracteres texturais dos sedimentos da bacia de Curitiba. *Boletim da Universidade do Paraná*, Instituto Geológico, Curitiba, Geologia 7, 1962.

_____; AB'SÁBER, A.N. Paläogeographische und Paläoklimatische Aspekte des Känozoikums in Südbrazilien. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlin. 8(3): 286-312, 1964.

_____; ANDRADE, G.O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Instituto de Ciências da Terra, Recife. n. 2: 2-14, 1964.

_____; _____. *Contribution to the Brazilian Quaternary*. Inédito. 1965.

_____; MOUSINHO, M.R. *Slope development in south-eastern and southern Brazil*. Inédito. 1965.

BLACKWELDER, E. Desert plains. *Journal of Geology*, Chicago. 39: 133-140, 1931.

BRYAN, K. Erosion and sedimentation in the Papago Country. Arizona, USA, U.S. *Geol. Survey, Bull.* 730: 1990. 1922.

BRYAN, K. The formation of pediments. XVIth Inter. Geol. Congress., C.R., 2: 765-775. 1935.

_____; MCCANN, F. Successive pediments and terraces of the Upper rio Puerco in New Mexico. *Journal of Geology*. 44: 145-172. 1936.

BÜDEL, J. The "Periglacial" – Morphologic effects of the Pleistocene climate over the entire world (contribution to the Geomorphology of the Geomorphology of the climatic Zones and Past Climates IX). *Inst. Geol. Rev.* 1(3): 1-16 (Trans. By H. E. Wright & D. Alt.). 1956.

CHILDS, O.E. Geomorphology of the valley of the Little Colorado River Arizona. *Bull. Geol. Soc. Am.* 59: 353-388. 1948.

DAVIS, W.M. Sheetfloods and streamfloods. *Bull. Geol. Soc. Am.*, New York. 49: 1337-1416. 1938.

DEMANGEOT, J. Ensaio sobre o relevo do Nordeste Brasileiro. *Notícia Geomorfológica*, Campinas. 4(7-8): 11-23. 1961.

DERRUAN, M. *Précis de Géomorphologie*. Paris: Masson et Cie. 1956. 393p.

DRESCH, J. Os problemas morfológicos do Nordeste brasileiro. *Notícia Geomorfológica*, Campinas. 1(2): 13-20. 1958.

_____. Pedimentos "glacis" de erosão, pediplanícies e *inselbergs*. *Notícia Geomorfológica*, Campinas. 5(9-10): 1-15, 1962.

FAIRBRIDGE, R.W. Convergence of evidence on climatic change and ice ages. *Annals of the New York Academy of Sciences*, New York. 95 article. 1: 542-579, 1961.

HOWARD, A.O. Pediment passes and the pediment problem. *Journal of Geomorphology*. v.5, 1942.

_____. Pediments. *Comptes Rendus de la 19e Se. Congres. Geologique Internat. VII*, Alger, p. 119, 1953.

INMAM, D.L. Sorting of sediment in the light of fluid mechanics. *Journ. Sed. Petrology*, USA. 19(2): 51-70, 1949.

JOHNSON, D.W. Rock fans of arid regions. *Am. Journ. of Science*, 4th Ser., 23: 389-416, 1932a.

_____. Rock plains of arid regions. *Geogr. Review*. 22: 656-665, 1932b.

KING, L.C. The pediment landform: some current problems. *Geol. Magazine*. 86(4): 245-250, 1949.

_____. Canons of landscape evolution. *Bull. Geol. Soc. Am.* 64(7): 721-752, 1953.

_____. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. Geogr.*, Rio de Janeiro. 18(2): 147-266, 1956.

_____. The uniformitarian nature of hillslopes. *Trans. Edin. Geol. Soc.*, Edinburgh. 17 (part. 1): 81-102, 1957.

KRUMBEIN, W.C.; ABERDEEN, E. The sediments of Barataria bay. *Jour. Sed. Petrol.*, USA. 7(1): 3-18, 1937.

LAWSON, A.C. The epigene profiles of the desert. *Calif. Univ. Dept. Geol., Bull.* 9: 23-48, 1915.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAM, M.G.; MILLER, J.P. *Fluvial process in Geomorphology*. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 1964. 522p.

MABESSONE, J.M. Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin Palencia (Spain). *Leidse Geologische Medelingen*, Leiden. 24(1): 34-180, 1959.

MCGEE, J.W. Sheetflood eerosion. *Bull. Geol. Soc. of America*, New York. 8: 87-112, 1897.

MARTONNE, E. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico (1ª parte). *Rev. Bras. Geogr.*, Rio de Janeiro. 5(4): 523-550, 1943.

_____. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico (2ª parte). *Rev. Bras. Geogr.*, Rio de Janeiro. 6(2): 155-178, 1944.

NOSSIN, J.J. Geomorphological aspects of the Pisuerga drainage area in the Cantabrian Mountains (Spain). *Leidse Geologische Medelingen*, Leiden. 24(1): 286-406, 1959.

PAIGE, S. Rock-cut surfaces in the Desert Ranges. *Journal of Geology*, Chicago. 20: 442-450, 1912.

RICH, J.L. Origin and evolution of rock fans and pediments. *Bull. Geol. Soc. of America*. 46: 999-1024, 1935.

RUELLAN, F. Evolução geomorfológica da baía da Guanabara e das regiões vizinhas. *Rev. Bras. Geogr.*, Rio de Janeiro. 6(4): 445-508, 1944.

_____. Les caracteres des aplanissements du relief bresilien. In: *Congres International de Géographie*, 18, Rio de Janeiro. Premier Rapport de la Commission pour l'étude et la correlation des niveaux d'érosion et des surfaces d'aplanissement autour de l'Atlantique, New York. *Union Geographique Internationale*, 5: 73-79, 1956.

SCOTT, G.R. Subdivision of the Quaternary Alluvium east of the front range near Denver, Colorado. *Bull. Geol. Soc. of America*, New York. 71: 1541-1544, 1960.

THORNBURY, N.D. *Principles of Geomorphology*. John Wiley & Sons, New York. 1958. 118p.

TUAN, Yi-Fy. Pediments in Southeastern Arizona. *Univ. of Calif. Publ. in Geography*, Berkeley. v.13. 1959. 164p.