

A serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba — SP

Contribuição à geomorfologia litorânea tropical* — 2

OLGA CRUZ **

4 — OS DEPÓSITOS DE PÉ-DE-SERRA: TALUDES DE DETRITOS E TERRAÇOS COLUVIAIS

Opiniões pioneiras sobre sua gênese e observações feitas nos trabalhos de campo

Diversos são os autores que procuram explicar a origem dos depósitos detríticos grosseiros em taludes de detritos nos pés da serra do Mar. MAACK (1947) atribui a formação desses depósitos a um clima semi-árido, em uma época do Quaternário antigo. TRICART (1959), além de citar outros depósitos desse tipo, refere-se ao cone do rio das Pedras, em Cubatão, perto de Santos, que desaparece sob formações de materiais litorâneos flandrianos. Cita também as camadas de seixos, distribuídos em *glacis*, ao sul de São Paulo, em Registro e Eldorado Paulista, como

* Transcrição da Série Teses e Monografias, n.º 11 do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo.

** Tese de Doutorado realizada sob orientação do Professor Dr. Aziz Nacib A'Saber apresentada em 18-12-1972. — Departamento de Geografia — F.E.C.L.H. — U.S.P.

N. da R. — Por razões de espaço, a publicação desta Tese está obedecendo à seguinte distribuição: Introdução e cap. I até o tópico 3, inclusive, na RBG ano 37, n.º 2; complementação do cap. I e cap. II, na RBG ano 37, n.º 3; cap. III e complementação final, na RBG ano 37 n.º 4.

traços das oscilações climáticas do Quaternário. Tais depósitos receberam de SILVEIRA (1952), BIGARELLA e MOUSINHO (1965) e FRANZINELLI (1971), tratamento especial em trabalhos sobre a bacia do baixo Ribeira.

FREITAS (1959) chamou a atenção para esses "depósitos de talus", sobretudo no litoral norte de São Paulo, os quais, segundo o autor, são muito mais abundantes do que geralmente se pensa. Fez referências à sua origem e acumulação ao pé das escarpas tectônicas, numa fase prévia de clima quente e seco. A sucessão de um clima quente e úmido teria sido responsável pelo amadurecimento mineralógico do material e seu grau de profundidade e decomposição. Causas tectônicas teriam reativado a velocidade da erosão sobre o regolito, permitindo uma rápida esculturação da frente de falha e dos seus degraus tectônicos adjacentes. Porém, os talus antigos teriam entravado a drenagem linear para o litoral, dando oportunidade a que se formassem os largos alvéolos facilmente esculturados no regolito mineralogicamente maduro, contrastando com o apertado *canyon* a jusante. O vale dos rios Guaxinduva, em Caraguatatuba e Saracura, em Petrópolis, seriam exemplos desse fato. O autor cita ainda o depósito de talus da praia do Engenho d'Água na ilha de São Sebastião.

BIGARELLA, MARQUES e AB'SABER (1961) descrevem os depósitos de pedimentos remanescentes nas fraldas da serra do Iquererim, em Garuva, SC., compostos de seixos e matações; pelo seu aspecto morfológico, enquadram-se na categoria de pedimentos detríticos ao pé de escarpas. Esses depósitos foram denominados "Formação Iquererim", diferenciada em duas fases. A fase I, mais recente, em posição topograficamente inferior, desenvolve-se, em grande parte, às expensas do retrabalhamento da fase II, mais antiga. Teria sido depositada em situação de clima rígoroso semi-árido (fase resistásica post-úmida), quando a serra do Mar sofreu rápida eliminação da densa cobertura florestal, efetivando-se principalmente uma desagregação mecânica ativa. Enxurradas possantes, em lençóis de lama, moviam-se encosta abaixo como verdadeiras avalanches de blocos de tamanhos variados. As duas fases seriam, portanto, documentos, na fachada atlântica da serra do Mar, de alternâncias de etapas semi-áridas e úmidas. Estas teriam provocado intensa decomposição química das rochas, enquanto aquelas desenvolviam uma morfogênese mecânica intensiva. Quando vigorava o clima semi-árido, a linha de costa deveria estar muito recuada para Leste e, portanto, o nível do mar muito abaixo do atual, correspondendo a fases glaciais do Pleistoceno. Ab'Saber, em 1965 e em 1969, torna a referir-se aos paleocones de dejeção dos sopés da serra do Mar, julgando, alguns deles, pleistocênicos.

De acordo com as observações efetuadas nos trabalhos de campo, as partículas finas e detritos grosseiros descem as encostas da serra por rastejo e por escoamento superficial. Essa descida é mais veloz nos momentos das fortes chuvas de verão. Os materiais depositam-se nos sopés de vertentes, formando taludes de detritos; os finos infiltram-se ou sobrepõem-se a terraços e a outros taludes mais antigos. Observa-se nesses taludes uma superposição de camadas correspondentes a vagas sucessivas de detritos (fig. 12). As vezes os mesmos formam terraços coluviais ao pé das vertentes, ocasionando contatos côncavos. Podem recobrir depósitos mais antigos e, nesse caso, a influência coluvial é mais nítida nos horizontes superiores. Outras vezes, conduzidas pelo lençol aquífero ou pelo escoamento superficial, as partículas mais finas podem ser transportadas para jusante, misturando-se a outros depósitos da baixada. A infiltração dos minerais ferruginosos, tanto no sentido vertical como no horizontal, tingem esses materiais em tonalidades

amareladas e avermelhadas. Essa impregnação nem sempre é contínua, mas pode ocorrer em manchas, de acordo com a disposição do relevo na área. Os "mochões" de Empresa, Queixo d'Anta e Utinga constituem altos terraços coloridos, com manchas esbranquiçadas intercaladas. Serão focalizados com maiores detalhes no item dedicado aos altos terraços da baixada.

Na maioria das vezes, porém, esses depósitos apresentam-se ao pé das vertentes sob a forma de talude de detritos, com blocos de diâmetro superior a 1 metro, envolvidos numa massa com blocos menores, grânulos, areias e materiais mais finos. Na baixada os materiais dispõem-se em leque, ou mais freqüentemente em línguas, muitas vezes preenchendo o fundo dos vales, estrangulados por baixos esporões. A medida que vão sendo depositados, sofrem a ação contínua do escoamento superficial. Neste caso, ao invés de serem espessados por novas camadas, podem firmar-se, transformando-se em pseudoterraços, em contatos côncavos com a baixa vertente. O contato torna-se anguloso quando cessa a descida de material, ou quando há um equilíbrio entre a descida e a ação de limpeza pelo escoamento superficial. Com a retirada da vegetação ou com pancadas de chuvas muito fortes e mais freqüentes, haverá um desequilíbrio morfogenético, acelerando a descida do material. Assim, a acumulação de tais depósitos não se faria necessariamente em condições climáticas mais secas que as atuais. Também em climas úmidos as áreas de pé-de-escarpa estão submetidas a esses processos de acumulação e ao mesmo tempo de desgaste.

É, pois, durante as chuvadas que a maior parte dos materiais desce. O diaclasamento e posterior ataque químico isolam núcleos rochosos mais resistentes, formando matacões. Estes, ocultos sob a capa superficial da rocha alterada ou expostos, poderão rolar com relativa facilidade, desde que haja um veículo de transporte violento e declividade suficiente. As zonas de escarpas são, portanto, bastante favoráveis à ocorrência desses fenômenos. Por toda parte, nas escarpas observadas, núcleos rochosos ocorrem em meio ao manto semi-alterado; nos momentos de fortes chuvas podem ser descarnados e embalados nas massas heterogêneas de detritos que descem das vertentes mais altas. Esses detritos, por sua vez, revolvem e remanejamos os depósitos anteriores, transportando parte deles um pouco para jusante, de acordo com o ritmo espasmódico das chuvadas. A retirada da mata favorece o descarnamento e arrastamento dos matacões. Por ocasião das chuvas de grande intensidades, nos verões úmidos, a mata é destruída nas vizinhanças da corrente fluvial. Uma massa heterogênea desce, misturada a troncos e galharias, pelos canais de escoamento, em correntes de lamias. Isso ocorre tanto nos canais de escoamento temporário, nas mais altas vertentes, como nos profundos talvegues que entalham as escarpas da serra.

A rede de drenagem fluvial e de escoamento concentrado das escarpas é, fora de dúvida, a via de transporte de todo esse material. O transporte é controlado pela topografia, sobretudo pelos declives. Os materiais poderão ficar retidos nos patamares ou serem arastados por movimentação brusca e depositados mais adiante. Esta movimentação é feita nas horas de maior intensidade de chuvas; é curta e controlada pela topografia e pela carga transportada. Há, então, um avanço lento para jusante, que com o tempo formará uma rampa de desgaste. Os sedimentos arenosos e os finos têm seu transporte controlado pelos mesmos fatores, mas, por serem mais leves, são transportados a maiores distâncias. O ravinamento dos taludes de detritos fornece novas cargas de materiais mais finos que vão enriquecer a sedimentação costeira.

O lençol aquífero é a grande alavanca que impulsiona, em parte, a descida do material. É o elemento lubrificante que faz escorregar a massa saturada de água no verão chuvoso. Por isto, na Serra, as zonas de afloramento do lençol aquífero em "minas", nascentes e fontes, são os lugares ideais de início de escorregamentos. Quando os detritos descem a encosta encontram outros materiais em desequilíbrio iminente, juntam-se a eles, aumentando o volume e peso da massa e precipitam-se em forma de *avalanche*.

A cada grande chuva os ravinamentos modificam-se e podem tomar posições diferentes. Novas cargas entopem os canais e a corrente de escoamento procura outras passagens em meio aos blocos revolvidos, subdividindo-se às vezes em canais anastomosados. Enquanto os blocos maiores vão ficando retidos nos lugares em que as vertentes perdem declividade, os menores e os materiais mais finos continuam, indo tamponar os baixos vales. Esse tamponamento levanta o nível do rio, que transborda e alarga sua calha. O "tampão" fluvial caminha lentamente, de ano para ano, ao sabor das enchentes de verão. É formado, na sua maioria, por areias e grânulos. Os sedimentos finos depositam-se como "vasa" em torno das desembocaduras, ou são retomados pelas correntes litorâneas, depositando-se em lugares mais calmos, nos fundos das enseadas.

Para se estabelecer uma cronologia dos depósitos de pé-de-encosta é preciso também correlacioná-los aos depósitos marinhos da baixada. A questão reside em saber se, sob eles, ocorrem sedimentos marinhos datáveis. Os escorregamentos de 1967 mascararam essas formações de pé-de-vertente, dificultando ainda mais qualquer verificação a respeito. Agora só as sondagens poderiam esclarecer essa questão.

Ocorrências de depósitos de pé-de-serra na área de pesquisa

Os depósitos de pé-de-serra ocorrem sob diversas formas e alguns deles merecem atenção especial.

No *bairro do Jaraguá* importantes depósitos foram identificados ao longo das baixas encostas da serra do Dom e no recôncavo do Jaraguá. A entrada do caminho que liga o bairro da Enseada ao do Jaraguá observa-se um talude de detritos com topo achatado em terraço. Apresenta-se, em meio ao material mais fino, sobretudo arenoso, matacões migmatíticos bem decompostos, alguns com eixo superior a 1,30 m. No sítio do Retiro, outro depósito, dissecado pelo córrego do Laranjal, entulha o vale entre dois baixos esporões. A montante predominam os elementos argilosos, envolvendo os grandes blocos e denunciando as proximidades das vertentes que os cercam. Esses elementos finos serão transportados pelas enxurradas em direção à baixada, misturando-se aos sedimentos aluviais do rio Perequê-Mirim, ou às areias das faixas frontais marinhas. Para Oeste, nas proximidades dos 6 morrotes coroados por baixos níveis, são vistos taludes de detrito entalhados pela profusa drenagem concentrada nesse pequeno recôncavo. Cortes profundos de 6 a 7 metros entalham os topos achatados. A sede da fazenda Jaraguá situa-se sobre um desses taludes, cortado pelo rio Jaraguá que desce em corredeiras por entre os grandes blocos. O fundo da baixada é preenchido por sucessivos cones de detritos, cada vez menos grosseiros, subdivididos pela drenagem proveniente da serra do Dom e do pico do Jaraguá. Os matacões podem apresentar uma capa de arena de decomposição que indica uma alteração anterior à descida. Entretanto, nas camadas mais antigas dos taludes, poder-se-ia admitir uma alteração posterior. Para com-

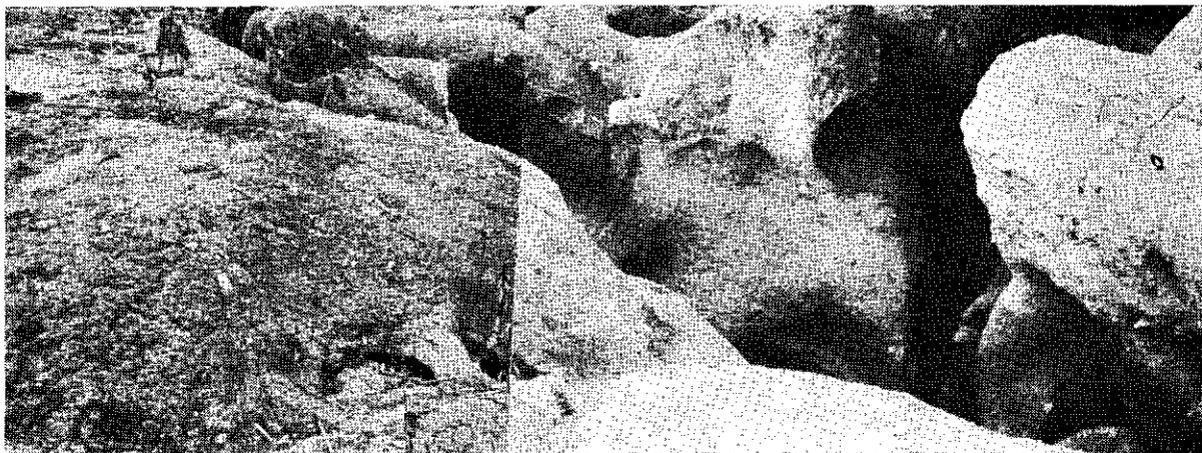


Fig. 11 — Os taludes de detritos depositados em 1967 foram posteriormente ravinados por outras enxurradas



Fig. 12 — As enxurradas de 1967 escavaram os taludes mais antigos, que mostram um leve acamamento, e formaram novos depósitos por entre os mesmos. Os blocos maiores são lascados e fragmentados em blocos menores, angulosos

provar essas hipóteses seria necessário um levantamento sedimentológico, pedológico e geoquímico das capas de alteração dos blocos e das formações envolventes.

Nas baixas encostas dos espigões do Tingui e do Cedro os depósitos coluviais ocorrem em forma de terraços estreitos. Recobrem, em geral, áreas deprimidas com solos orgânicos e aluviais dos rios Claro e Piraçununga. Ao chegar à baixada, o ribeirão Água Branca entalha, em corredeiras, enormes cones de detritos que preenchem reentrâncias por entre os baixos esporões. Não só no sítio de Piraçununga mas também por toda parte em que foram vistos, estes cones relacionam-se aos baixos e medianos níveis.

Nos bairros *Pau d'Alho* e *Aldeia* os taludes de detritos também ocorrem sob a forma de cones ou de terraços por entre os baixos esporões e morros já isolados das escarpas (fig. 15 e 16). Esses lugares foram muito atingidos pelos eventos de março de 1967, por efeito de remobilização do material anteriormente depositado. Apresentam-se em longas rampas com topos achatados e bordas íngremes elaboradas pelo entalhamento dos rios. Estes, geralmente, procuram passagem nas zonas de contato entre os taludes e as vertentes dos morros. Na *Aldeia* os taludes parecem mais antigos a montante. Isto porque o material que envolve os grandes blocos é mais compacto e apresenta um leve esboço de estratificação, mostrando sucessivas camadas de correntes de lama e uma ligeira concentração de blocos menores



Fig. 13 — Os taludes de detritos mais antigos foram desventrados pelas enxurradas, apresentando, às vezes, leve acamamento em meio à desordem do material



Fig. 14 — Os depósitos formados em 18/março apresentam a mesma heterogeneidade dos materiais, mas são menos compactos

nessa seqüência (fig. 12). A jusante os taludes constituem uma pasta endurecida avermelhada, argilo-arenosa, com seixos de calibres diversos. Esse material foi reentalhado posteriormente a 1967 por ravinas, em corredores sinuosos, estreitos e profundos, cujas paredes apresentavam marmitas de turbilhonamento (fig. 11). Tal material ocorre sob a forma de terraços de 1 a 1,50 m de altura, constituído por uma mis-

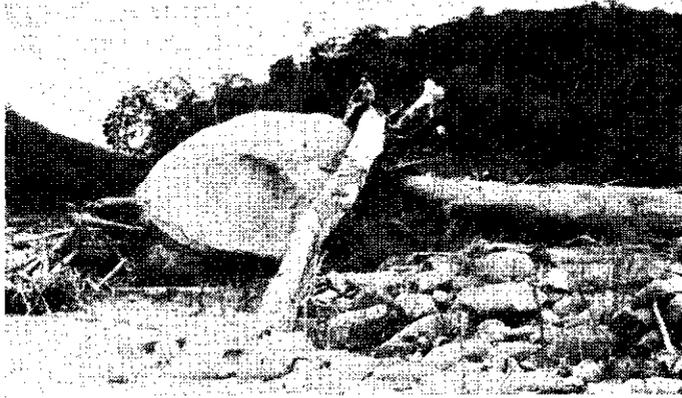


Fig. 15, 16 e 17 — Grandes blocos misturados aos detritos menos grosseiros depositaram-se em terraços até 5 m de altura. Na foto central tais deposições ficaram embutidas nos taludes de detritos mais antigos

tura de blocos grandes (3 e 4,5 m de eixo maior) e pequenos, sem acamamento ou ordenação, com detritos finos ou areias estratificadas.

No bairro do *Utinga* ocorreu um dos maiores escorregamentos de toda a área atingida pelos acontecimentos de 1967 (fig. 13). O material escorregado em vertente de forte declive deixou a rocha à mostra e foi depositar-se sobre outros taludes ao pé das vertentes. Estes últimos estavam, na ocasião, cobertos por vegetação tipo capoeira baixa.

Os taludes observados no bairro do *Jaraguazinho* apresentam grandes blocos de gnaiss facoidal e leptito, embalados em massa mais fina, mais consistente a montante. Esses materiais entulham a zona coletora de drenagem proveniente da face Nordeste do morro Jaraguá e parecem ter sido formados em duas etapas: deposições mais antigas a montante, encostadas ao morro e mais recentes a jusante. Estão entalhados por ravinas em grotões de 12 a 15 m de profundidade, em cujas paredes afloram grandes matacões, num equilíbrio precário que poderá ser rompido por novas chuvadas. As ravinas ocorrem apenas nas bordas dos taludes, sempre relacionadas às rupturas de declives. Durante os acontecimentos de março de 1967, as casas construídas nos topos achatados ficaram intactas e livres das correntes de lama. Apenas no bairro da Aldeia essas correntes atingiram os topos. Portanto, a proteção dos topos achatados dos taludes depende da direção da onda de enchente.

No *vale do rio Santo Antônio* os depósitos colúviais mais antigos foram desventrados pelas cheias de março de 1967. O leito de um dos formadores do Santo Antônio, o ribeirão Manteigueira, transformou-se em larga corrente de pedras, com blocos de todos os tamanhos que obstruíram e desviaram as águas. Esta desordem tenderá a uma regularização à medida que o rio for encontrando um talvegue definitivo. Por enquanto está subordinado a um escoamento turbilhonar em corredeiras alternadas com poços rasos por entre blocos empilhados e troncos de árvores. Os afluentes do rio Santo Antônio, ribeirão do Ouro, dos Quinhentos Réis, Manteigueira e córrego da Volta unem-se num grande alvéolo rodeado de patamares do nível intermediário, cheio de taludes de detritos e fechado por dois esporões. A jusante alarga-se novamente noutra alvéolo, também fechado por dois baixos esporões que estabelecem o limite entre os depósitos colúvio-aluviais e marinhos. No alvéolo de montante ocorrem os grandes cones de detritos, contendo blocos maiores misturados aos materiais mais finos, enquanto no alvéolo de jusante ocorrem apenas materiais menos grosseiros. No primeiro os depósitos grosseiros foram revolvidos e transportados, porém pouco avançaram para jusante, não ultrapassando o de montante. Os blocos menores caminharam um pouco mais, constituindo, nesse primeiro alvéolo, parte do material dos terraços que o rio entalha atualmente. Estes terraços, com barrancas de escavação de até 5 m de espessura, criam obstáculos ao trajeto atual do rio. No segundo alvéolo, materiais mais finos recobriram terraços de várzea pré-existentes. O escoamento torrencial formou barrancas de erosão, expondo sua estrutura heterogênea. Esses terraços poderiam ser explicados, pelo menos na parte superficial observada, por um escoamento torrencial semelhante, portanto pela ação de processos morfogenéticos atuais.

No bairro da *Casa Grande* e *morro do Querosene* foram constatados taludes de detritos entre as baixas vertentes e a várzea do rio Ipiranga. O médio e alto vale deste rio desenvolve-se num pequeno setor

intermontano em forma de alvéolo, encaixado no esporão que separa os rios Guaxinduva e Ipiranga. A planície alveolar é pequena, quase soterrada pelos terraços coluviais e taludes de detritos onde afloram grandes matacões. Estes taludes apresentam-se em rampas suaves que recobrem parte dos terraços aluviais e várzeas.

No bairro *Jituba*, ao sul da baixada de Massaguaçu, o ribeirão Casqueiro, ao descer a serra e penetrar na baixada, escavou taludes de detritos por ocasião da grande enxurrada de 1967 (fig. 13). O rio foi seccionado, alargado de 6 a 7 m a montante e de 1,5 a 2,5 m a jusante. Os depósitos feitos na época apresentam, também, um ligeiro acamamento com grande quantidade de seixos e blocos decompostos ou inteiros de 0,12 a 0,70 m de eixo maior, depositados na ocasião, nada tendo a ver com o transporte anterior do rio (figs. 14 e 17). A jusante já predominam formações mais finas, mais argilo-arenosas e são raros os blocos maiores. Noutra entrada, um pouco mais ao centro da mesma baixada, tais depósitos coluviais apresentam, na sua parte terminal, muitos grãos heterogêneos arenosos num conjunto amarelo-castanho argiloso. Ao sul do esporão que divide ao meio a baixada, vê-se novamente a parte terminal dessas línguas de colúvio com sedimentos mais finos. Os blocos maiores afloram a montante, sem indícios de revolvimento atual. Foi um dos depósitos coluviais de maior extensão observados na área de pesquisa. Desdobra-se em dois patamares, quase até a faixa frontal de areias marinhas, e distingue-se facilmente dos baixos esporões pelos seus topos mais baixos e achatados, onde afloram os matacões. A parte Norte da baixada, à retaguarda da localidade de Massaguaçu, apresenta grandes depósitos coluviais grosseiros entalhados pelo rio que vai desembocar na mesma localidade (fig. 9). Apresentam-se alongados com topos achatados e vertentes convexas que preenchem os vãos entre os baixos esporões e se prolongam até perto da faixa arenosa marinha. Quando o rio corrói suas margens, estas se tornam quase verticais, com alturas de 5 a 8 m, bastante vulneráveis a desmoronamentos.

No bairro da *Cocãina*, numa das pequenas propriedades capuavas instaladas ao pé de um esporão da serra, o ribeirão Cocãina entalha um outro talude, levemente inclinado em direção à baixada, separando-se da faixa arenosa marinha por terrenos orgânicos alagados.

Na *fazenda Hipólito* ou *Santana*, situada numa das pequenas baixadas entre a cidade de São Sebastião e o bairro de São Francisco no município de São Sebastião, ocorrem taludes de detritos. São entalhados pela drenagem e inclinados em direção ao litoral em patamares ou em rampas suaves, apertados entre esporões. Observam-se, às margens do riacho que os entalha, grandes blocos de mais de 1 metro de eixo por entre cascalho de arestas angulosas e polidas. Conforme informações locais, nada sofreram por ocasião das chuvas de março de 1967, mas foram atingidos pelos escorregamentos ocorridos em 1956 nos altos da escarpa. De fato, as cicatrizes desses escorregamentos são visíveis nas fotografias aéreas de 1962, fossilizadas por vegetação baixa.

Outros depósitos desse tipo ocorrem nas ilhas e pontas, a beiramar, sob a mata. Formam encostas íngremes sujeitas a solifluxão e a deslizamentos de verão, descarnando matacões que, às vezes, ocorrem com capas de esfoliação esbranquiçadas, contrastando com o núcleo rochoso são. Nos fundos da Prainha, em Picinguaba, aparece grande talude de detritos em depósitos argilosos, envolvendo blocos de 1,50 m, ou mais, de eixo maior.

Em conclusão, é normal que os depósitos de pé-de-serra, sobretudo os que se apresentam em cones de dejeção ou taludes de detritos, se relacionem aos baixos e medianos níveis de aplainamento, mas raramente apresentariam depósitos correlativos mais antigos. Apesar de assim parecerem a montante, essa antiguidade é relativa. Raras ocorrências seriam atribuíveis a épocas mais recuadas do Pleistoceno, uma vez que esses depósitos não teriam grandes condições de permanência no sopé de vertentes escarpadas. Em toda a área pesquisada, apenas à margem direita do ribeirão Manteigueira foi encontrado vestígio de um depósito nitidamente diferenciado dos demais; seu aspecto era mais consolidado, conglomerático, com pequenos seixos numa matriz detrítica mais fina. A observação mais detalhada deste depósito foi impossibilitada pelas condições caóticas do terreno e exuberância da vegetação. Somente quando essas escarpas forem mais conhecidas do ponto de vista geológico e pedológico, com datações e exames sedimentológicos precisos, é que se poderá aventar uma boa base geocronológica a respeito.

5 — AS PLANÍCIES COSTEIRAS — A BAIXADA DE CARAGUATATUBA

As planícies costeiras do litoral Norte

De maneira geral, as baixadas do litoral Norte de São Paulo raramente ultrapassam 70 m de altitude e são sempre embutidas em recôncavos por entre os esporões da serra. São constituídas de sedimentos detríticos recentes, dificilmente anteriores ao Pleistoceno.

AB'SABER (1965), referindo-se aos depósitos residuais pós-Barreiras no Brasil, relaciona-os a dois compartimentos: um, o da vasta área continental brasileira e outro o da extensa faixa de sedimentação costeira do País. Chama a atenção para a impossibilidade de comparação entre os dois domínios, pois enquanto a pilha de sedimentos pleistocênicos das planícies costeiras atinge altitudes de 60 a 120 m, os depósitos anichados descontinuadamente na área continental são, via de regra, delgados.

A partir destas considerações, as questões referentes aos depósitos litorâneos das baixadas serão examinadas neste trabalho, sem que se considere qualquer relação entre os dois domínios. As baixadas desenvolvem-se sobretudo em função da evolução das vertentes das escarpas serranas, das variações do nível marinho e, conseqüentemente, do manejo e deposição dos sedimentos que flutuam em frente às escarpas da serra do Mar, na plataforma continental. Nesta, ora coberta pelo mar em transgressões marinhas ora descoberta, e ao sabor dos processos subaéreos climáticos que ocorreram no Quaternário, depositaram-se os sedimentos a serem estudados. O presente item refere-se especificamente aos problemas referentes à frente litorânea da serra do Mar, isto é, ao estudo da sedimentação nas baixadas.

Essa sedimentação regional é representada por praias e restingas atuais e feixes mais antigos de restingas certamente soerguidos. O nível marinho já atingiu os pés das encostas escarpadas; com os recuos do mesmo durante o Quaternário, depositaram-se areias marinhas que fo-

ram posteriormente recobertas por depósitos colúvio-aluviais, nos pés de escarpa ou acompanhando os rios. Estes divagam nas baixadas à medida que novos cordões são anexados ao litoral.

Como no litoral Norte a serra do Mar se aproxima do oceano, não há muitas possibilidades para o desenvolvimento de planícies litorâneas extensas como no litoral Sul do Estado. Em geral pequenas, essas planícies aninham-se por entre os esporões dos altos e baixos níveis, preenchendo antigas enseadas e baías. As faixas de deposição marinha são quase sempre recobertas à retaguarda pelos depósitos colúvio-aluviais. As baixadas maiores (Bertioga, Itaguapé, Guaratuba, Una) abrem-se para o Sul em extensas praias à frente da serra do Mar que, de Bertioga a Guaratuba e Una, tomam o rumo ENE. Em seguida seguem para Leste, em frente à serra da Boracéia, no planalto e ilha de São Sebastião. Após o desvio da serra para Leste, as baixadas tornam-se menores, às vezes insignificantes, criando recantos pitorescos que fazem desse trecho da costa paulista um dos mais belos litorais tropicais brasileiros.

A baixada de Caraguatatuba, bem maior que as demais, preenche o recôncavo que a serra faz ao recuar e mudar sua direção para Norte e depois para Nordeste. Este recuo possibilita o desenvolvimento da bacia fluvial do Juqueriquerê que se estende para o interior do planalto pela bacia do rio Pardo. A baixada não apresenta grandes depósitos de origem continental, a não ser as aluviões relacionadas sobretudo aos rios Claros, Piraçununga e Camburu. Outras pequenas bacias quase não deixam vestígios de sedimentação aluvial, serpenteando por entre os cordões arenosos até o mar e seguindo as direções de formação dos cordões praias, como é o caso do rio Lagoa. Ao chegar ao mar os rios abrem-se em largas bocas por onde circulam as correntes de maré, propiciando o aparecimento dos mangues.

A partir de Caraguatatuba, a serra volta a se aproximar do oceano. Suas cristas tomam a direção Nordeste e seus esporões mergulham no mar, como, por exemplo, na serra da Lagoa, nas penínsulas recortadas separando as enseadas do Mar Virado, da Fortaleza, do Flamengo, de Toninhas, de Ubatuba, de Ubatumirim, de Picinguaba e do Camburi. É um litoral do tipo "afogado", muito recortado, em que os pontões rochosos são entremeados de pequenas baixadas, maiores ou menores, sempre com as mesmas características das anteriores: uma faixa frontal arenosa marinha em feixes de restinga, recoberta parcialmente por bacias de solos orgânicos, e, nos fundos, depósitos colúvio-aluviais.

Por sobre as faixas frontais arenosas desenvolve-se uma formação vegetal típica, o jundu. ROMARIZ (1963) caracteriza-o como um conjunto de indivíduos lenhosos que se agrupam de forma densa e emaranhada, apresentando alturas de até 5 m, com mirtáceas, solanáceas, leguminosas, espinhentas bromeliáceas e cactáceas. Para LÖFGREN (1893) o jundu constitui o resultado dos esforços da floresta para chegar até o litoral, sofrendo com isso grandes adaptações ao novo meio. Nas areias, a partir da linha de maré, Romariz refere-se às plantas pioneiras halófitas substituídas pelas psamófitas quando há formações dunárias. ANDRADE (1968) faz referências específicas sobre plantas dunárias no litoral de São Paulo.

Para FRETAS (1959), os depósitos praiais do litoral Norte, no trecho entre São Sebastião e Ubatuba, apresentam areias de três tipos: de origem fluvial, de origem fluvial com retrabalhamento marinho (mistas) e de origem marinha com origem fluvial apagada. As mais comuns são as fluviais seguidas quantitativamente pelas mistas; as areias do terceiro tipo são relativamente raras.

Para a maioria dos autores, num dos últimos períodos em que o nível do mar recuou bastante, expondo a plataforma continental em largo trecho, o nível de base desceu e possibilitou uma intensificação do trabalho erosivo. Conforme situações climáticas diversas, os tipos de escoamento variaram, aprofundando os talwegues e aproveitando sobretudo as zonas de maior fraqueza tectônica. Assim, muitos vales apresentam, na serra, profundas aberturas que a solapam e a seccionam paralelamente. A jusante estes valores podem ser estrangulados por baixos esporões que sobraram desse recuo das escarpas. Isto pode ser explicado pelo fato de que a montante, à medida que o recuo das encostas e a conseqüente formação de alvéolos na junção dos cursos d'água aumentou no tempo, pelas facilidades de erosão diferencial e fraquezas de linhas tectônicas, a jusante o vale continuou apertado pelos esporões. É o caso típico do vale do Santo Antônio, do Guaxinduva, do Ipiranga e de outros rios que vão ter à praia de Massaguaçu. O posterior afogamento do relevo litorâneo fez o mar invadir, em parte, esses espaços alveolares que posteriormente foram recobertos pelos depósitos colúvio-aluviais. À medida que todo o material detrítico disponível era remanejado, tais espaços eram preenchidos por feixes de restingas, algumas das quais ainda hoje em formação. Portanto, a *extensão espacial das baixadas está na dependência total da evolução no tempo das vertentes da serra.*

A baixada de Caraguatatuba — Caracterização

A baixada de Caraguatatuba (fig. 1) é um bom exemplo de planície litorânea de regiões tropicais úmidas. É embutida num recôncavo festonado da serra do Mar que aí forma um arco com raio aproximado de 18°, com altitudes superiores a 500 m, algumas das quais chegam a atingir 800-900 m, a menos de dois quilômetros da linha de costa. Em latitude aproximada de 23° 37' a 23° 45' S, fechado por esse arco serrano à beira-mar, a baixada de Caraguatatuba apresenta, na maior parte do ano, condições atmosféricas de ar quente e muito úmido. Enquanto a orla litorânea é atingida pelas brisas marinhas, nos fundos da baixada o ar parado, o calor e a umidade dão uma sensação de abafamento nas horas mais quentes do dia. Somente quando se sobe os baixos patamares da serra ou os morros residuais (*shantung*s), essa situação é suavizada. Por isto os proprietários ingleses da fazenda de São Sebastião aí instalaram suas moradias, a cavaleiro da planície.

Contudo, não é a mais quente das baixadas do litoral Norte. Mesmo assim, os dados de temperatura do posto meteorológico da fazenda de São Sebastião ou dos Ingleses, no período de 1964-1967, indicam que há um predomínio de médias diárias de 30° ou um pouco superiores nos meses de verão (dezembro a março e mesmo até maio). No setor litorâneo, compreendido entre a Baixada Santista e a baía de Guanabara, a baixada de Caraguatatuba também não é uma das áreas mais chu-

vosas, como se poderia supor. Nota-se que a média anual de 40 nos (1928-1968) (Light S/A.) foi:

no posto de Caraguatatuba	— baixada — 1.893,4 mm
São Sebastião	— baixada — 1.478,8 mm
Passa Quatro — Alto Paraibuna	— planalto — 2.296,0 mm
Pedras — Barragem	— planalto — 4.315,1 mm
Saboó — Santos	— baixada — 2.374,0 mm
Paranapiacaba	— planalto — 3.420,3 mm
Placa — Itapanhaú	— planalto — 3.414,5 mm
Elevação 350 — Cubatão	— escarpa — 3.359,5 mm
Pilões — represa Billings	— planalto — 3.292,3 mm

Observa-se que a quantidade de chuvas é maior nas serras do Cubatão e Itapanhaú e as zonas mais chuvosas são as das altas escarpas, nas bordas dos planaltos. A baixada de Caraguatatuba e a de São Sebastião, conforme estes dados, parecem estar mais protegidas das correntes úmidas de Sul e Sudeste pelo planalto e ilha de São Sebastião e se apresentam como as áreas menos úmidas do litoral Norte.

As planuras da baixada de Caraguatatuba, subindo lentamente até 20-21 m, possuem em geral um contato anguloso com as baixas vertentes; quando ocorrem depósitos coluviais, o contato é côncavo. A baixada é drenada pela bacia do rio Juqueriquerê que a divide em dois setores, o da bacia do Camburu, ao Norte do espigão do Camburu e, ao Sul, o da bacia do rio Claro. Esses rios formam extensas planícies aluviais nos fundos da baixada. Somente a partir da junção das duas bacias o rio Juqueriquerê torna-se navegável. No extremo Sul da baixada o rio Perequê-Mirim recolhe as águas vindas da serra do Dom, do pico do Jaraguá e parte do espigão do Tingui. Seus depósitos aluviais misturam-se aos coluviais, provenientes de todas as vertentes desse recôncavo, formando um setor de solos bem mais aproveitáveis que os do resto da baixada. O rio Lagoa serpenteia por entre feixes de restinga, recebendo muito pouca contribuição coluvial das encostas do morro do Jaraguá. Tanto o Juqueriquerê como o Lagoa tomam, nos seus baixos cursos, a direção sul, o que faz crer que as correntes litorâneas, na enseada de Caraguatatuba, têm sido e ainda são orientadas de Norte para Sul. Os feixes de restingas frontais da baixada estão separados de outros mais antigos, mais altos e mais seccionados (chamados pela população local de “mochão”) por áreas deprimidas onde aflora o lençol aquífero. Essas depressões apresentam solos orgânicos negros e encharcados, conhecidos vulgarmente por “terra lixo”.

A paisagem das vertentes escarpadas, cobertas pela mata (bem preservada porque constitui reserva florestal do Estado), riscadas aqui e ali pelas cicatrizes dos escorregamentos de março de 1967, opõe-se à da baixada. A floresta Atlântica, compacta, com árvores altas, de 18 a 20 m de altura e copas arredondadas, muito bem individualizadas nas fotografias aéreas, opõe-se a mata do “jundu” que ocorre sobre os cordões arenosos logo atrás da praia. À medida que o jundu se afasta da orla litorânea, apresenta características da floresta Atlântica, porém com árvores mais baixas, de 10 a 20 metros de altura, adaptadas às condições edáficas dos terrenos arenosos. Entremeada a essa mata, ocorre, nas bacias de solos orgânicos encharcados, uma formação arbustiva emaranhada, de troncos bem finos e folhas coriáceas, chamada popularmente “cacheta”. Por esta razão, as bacias orgânicas são denominadas “cachetal”. Contrastando com essas matas, ocorrem áreas cultivadas, sobretudo os bananais na fazenda dos Ingleses, nos sítios de Piracununga, Gentio, Sítio Velho, Camburu, Ribeirão e Queixo d’Anta. Esses

bananais, abandonados em fins de 1967, estendiam-se pelas várzeas e bacias de solos orgânicos. Em 1970 já estavam em decadência, invadidos pelo capinzal alto. No bairro do Jaraguá os bananais, nas pequenas propriedades, por causa da incidência de pragas sucessivas, estão sendo erradicados e substituídos por hortas e chácaras. Também contrastam com a mata os cacauais sombreados com bananeiras, na fazenda do Rio Claro, mais conhecida como fazenda "Lacta". Ocorrem pequenos campos de horticultura explorados por japoneses nos bairros do Travessão, Jaraguá e Águas da Abra. Completam o quadro as capoeiras baixas e ralas das áreas, já há muito abandonadas, nas encostas e na baixada, como, por exemplo, ao longo do rio Claro, a jusante da fazenda do mesmo nome.

Nos bairros de Piraçununga, Pau d'Alho e Aldeia, nos patamares baixos e intermediários dos fundos da baixada, ou sobre cones de detritos, vive o "capuava", isolado, num regime primitivo de subsistência, agricultor e criador caseiro, sem nenhum liame com o mar próximo. Os que prestam serviços nos centros urbanos vizinhos, Caraguatatuba e São Sebastião, moram nos bairros de Aldeia, Utinga, Polares, Travessão, Porto Novo, Enseada e outros bairros fora desta área, onde não há loteamentos balneários. O pescador, por sua vez, vive nos bairros da Enseada, Porto Novo, Martinho de Sá e a Nordeste da cidade, perto da ponta do Camaroeiro.

Nos rebordos escarpados do Planalto Atlântico no litoral Norte o vale do rio Santo Antônio é um dos pontos que merece ser citado como exemplo de recuo de escarpa, em alvéolos, por facilidades de erosão diferencial em área de cruzamento de linhas tectônicas e contatos estruturais. Situado entre dois esporões rochosos, um dos quais provém do morro do Jaraguá, recua nas áreas de contato litológico entre dois tipos de gnaisses. Este contato coincide com uma linha de falha que segue os vales dos rios Canivetal, alto Santo Antônio e Manteigueira, formando o alvéolo mais interno, com taludes de detritos. No outro alvéolo a jusante, bastante evoluído e mais antigo, alojam-se depósitos colúvio-aluviais. Dois esporões limitam estes sedimentos, separando-os dos feixes arenosos de restinga onde se situa a cidade de Caraguatatuba. O rio Santo Antônio contornava esses cordões, encostado às vertentes dos morros situados à retaguarda da cidade. Retificado em 1948, segue direto para a foz, transversal aos cordões de areia.

Os morros residuais que separam as praias de Caraguatatuba e Martim de Sá constituem antigas ilhas que apresentam níveis baixos e medianos. São uma continuação do grande esporão que limita ao Norte, definitivamente, a baixada, separando-a de Massaguaçu. A exemplo do rio Santo Antônio, os pequenos rios Guaxinduva e Ipiranga recuam suas cabeceiras nesse esporão, formando alvéolos estrangulados pelos mais baixos esporões.

A baixada de Massaguaçu

A partir da baixada de Massaguaçu (fig. 2), a linha de costa passa a ter direção SW-NE. A praia de Massaguaçu apresenta um contorno levemente arqueado, mais pronunciado a Nordeste e é continuada pelas praias de Cocaina, Mococa e Tabatinga. Limita-se a Nordeste com esporão que a separa da pequena baixada de Cocaina. As baixadas de Mococa e Tabatinga são quase que uma continuação das de Massaguaçu e Cocaina, separadas uma das outras pelos esporões da serra de Massaguaçu. São limitadas a Nordeste pela serra da Lagoa, que

se liga ao continente por um grande tómbolo. Este separa a praia de Maranduba, na enseada do Mar Virado, da de Tabatinga. Tais baixadas são pequenos subcompartimentos litorâneos, encravados entre esporões que vão até o mar. Abertas para o Sul, suas praias são muito atingidas pelos ventos de quadrante Sul e por isso apresentam-se como praias-de-tombo. Nestas, a partir da localidade de Massaguaçu, as correntes marinhas litorâneas de vento parecem estar orientadas de Oeste para Leste, ou melhor, de Sudoeste para Nordeste, de acordo com a direção progressiva dos cordões arenosos atuais. Estes empurram as desembocaduras dos rios para Leste ou Nordeste, ao contrário do que ocorre na enseada de Caraguatatuba, onde as desembocaduras são desviadas para Sul.

Segundo FREITAS (1959), a ilha de Tamanduá protege as praias de Mococa e Tabatinga de uma dinâmica mais efetiva. As areias da primeira são predominantemente fluviais. As da segunda têm uma maior influência marinha, que decresce para Norte onde ocorrem areias mistas. Nas praias da serra da Lagoa (Figueira, Ponta Aguda e Lagoa, entre outras), transversais à direção do litoral, com aspecto de costa de submergência, as areias são finas, de origem mista e marinha.

A retaguarda dos cordões praias estendem-se pequenas baixadas semelhantes às de Caraguatatuba e Massaguaçu. Apresentam também pequenas bacias de solos orgânicos com "cacheta", represadas pelos cordões frontais ou por outros depósitos, como, por exemplo, restos de altos terraços, taludes de detritos coluviais ou deposições de tipo aluvial como as que ladeiam os rios Cocaina, Mococa e Tabatinga. Este último limita os municípios de Caraguatatuba e Ubatuba.

A baixada de Massaguaçu, por sua vez, está subdividida em duas secções pelo baixo esporão alongado: uma ao Sul, drenada pela maior parte da bacia do rio Massaguaçu, cujos principais afluentes são os rios Casqueiro e Jituba e outra, ao Norte, drenada ainda por afluentes dos rios Massaguaçu e do pequeno rio que vai desaguar na localidade de Massaguaçu. Estas secções evidenciam áreas de reentrâncias em que foram sobretudo acumulados os grandes depósitos provenientes das escarpas, em forma de taludes de detritos. Os mesmos alongam-se até onde terminam as vertentes mais avançadas dos esporões e têm uma participação bem grande na distribuição da ocupação humana na baixada. Entremeiam-se às depressões de solos orgânicos que, por sua vez, também ocorrem sobretudo relacionadas aos cordões frontais arenosos. Formam áreas brejosas ao longo dos rios, que podem ser confundidas com as de tipo aluvial. Suas praias, segundo FREITAS (1959), sofrem ação mais efetiva do mar que as praias mais ao Sul. Há um aumento da granulação das areias na parte Sul, enquanto na parte Norte se apresentam mais finas. Na parte Sul da baixada desenvolve-se o bairro de Jituba, colônia japonesa que aproveita todos os tipos de deposição coluvial, fluvial e marinha para suas atividades de horticultura e fruticultura, enquanto nas vertentes da serra, até 200-300 m de altitude, cultivam a banana. Os terrenos mais aproveitados para a agricultura são os dos taludes de detritos. Os terrenos areno-argilosos de deposição predominantemente fluvial são aproveitados, com irrigação, para as hortas e arrozais. Nota-se, em geral, a decadência total do cultivo da banana, atacada por pragas. As culturas de cereais, mandioca e banana são praticadas sobretudo nas encostas dos baixos esporões. As baixadas de Mococa e Tabatinga são ocupadas por bananais.

Subcompartimentação da baixada de Caraguatatuba

Foi possível fazer um reconhecimento mais pormenorizado e compartimentar da baixada de Caraguatatuba, de acordo com os tipos de deposição identificados. Assim, foram individualizados diversos subcompartimentos, os dois primeiros de características marinhas:

- A — Cordões litorâneos frontais
- B — Cordões litorâneos intermediários
- C — Bacias de solos orgânicos
- D — Terraços de construção marinha remanescentes
- E — Terraços de várzeas

A — Cordões litorâneos frontais

São cordões de restinga à retaguarda da linha de praia que bordejia toda a baixada. Apresentam-se abaulados, salvo quando aplainados para fins de loteamentos. Correspondem a feixes de restingas bem recentes, com até 4 m de altura; geralmente arqueados, demonstram a curvatura das praias na época de sua formação. São constituídos por areias finas e brancas. Estendem-se para o interior até as estreitas faixas brejosas que aparecem desde o Norte à retaguarda da cidade de Caraguatatuba (onde antes corria o rio Santo Antônio) até o rio Perequê-Mirim, ao Sul. Essas faixas brejosas constituem corredores encharcados que podem ocorrer entremeados aos cordões arenosos. Neles concentra-se a água de escoamento fluvial e nos seus solos orgânicos ocorre uma vegetação de *Typha dominguensis* (tabua), *Hedychium coronarium* (lírio do brejo), etc. Seus solos apresentam horizonte húmico de apenas alguns centímetros. Uma tradagem feita a uns 200 m da praia, na entrada Vó-Nena, km 216, apresentou o seguinte perfil:

- 0/8 cm — solo orgânico
- 8/60 cm — areia marinha branca
- 60/100 cm — areia marinha úmida acizentada
- nível freático

Este perfil corresponde ao regossolo típico dos solos arenosos litorâneos (Comissão de Solos, 1960).

Os solos arenosos dos cordões litorâneos, sob o jundu, são drenados por uma rede de canais rasos, secos no inverno, que drenam as águas de escoamento superficial ou de afloramento do lençol aquífero.

Observações feitas nas barrancas arenosas, às margens do rio Juqueriquerê, nas entradas para para Oeste e Noroeste do Porto Novo, mostraram que as areias marinhas dispõem-se em estratos finos horizontais e intercruzados. As vezes são entremeados por finas camadas ou lentes mais escuras, muito pouco ferruginizadas. O seguinte perfil exemplifica esta ocorrência:

- 0/15 cm — horizonte húmico
- 15/30 cm — areia fina amarelada
- 30/60 cm — areia fina amarelada com lentes de ferruginização
- > 60 cm — areia fina amarelada
- A 70 cm — nível da água do rio

Segundo QUEIROZ NETO e OLIVEIRA (1964), o pH de solos sobre areias marinhas situa-se entre 3,6 a 4,0, sendo portanto de acidez elevada. São pobres em nutrientes e apresentam índices de fertilidade muito baixos. A textura arenosa dos mesmos permite uma drenagem interna excessiva. Segundo observações de campo, logo que a mata é derrubada, podem ser cultivadas plantas de maior porte (milho, arroz) no horizonte húmico ainda bem desenvolvido, durante 3 a 4 anos. Após esse tempo, somente a horticultura é feita, inteiramente dependente de adubação, que os estabiliza e lhes dá um pH satisfatório, e da irrigação.

Tal planície de origem marinha não é inteiramente plana: além dos corredores brejosos, dos canais rasos de escoamento e das valas de drenagem, possui também pequenas depressões onde se acumulam elementos mais finos, silticos e argilosos, ou então areia mais grosseira. Na parede lateral de uma vala de drenagem de uma das propriedades horticuloras visitadas foi observada a ocorrência de 0,25 a 0,50 m de horizonte húmico barrento, de castanho ou cinza escuro a mais claro, sobre areia marinha fina branco-acinzentada.

Tentando esquematizar a descrição dos tipos de solo encontrados nesta primeira unidade sedimentar, foi elaborado o seguinte quadro:

Espessura aproximada	Vó — Nena	Travessão	Barranca à margem do rio Juqueriquerê
De 8 a 50 cm	horizonte húmico	horizonte barrento castanho ou cinza-escuro a mais claro	horizonte húmico
De 140 a 155 cm	areia marinha branco-acinzentada	areia fina marinha acinzentada	areias finas amareladas estratificadas
			horizonte levemente ferruginoso ou com lentes ferruginosas
	nível freático		nível do rio

B — Cordões litorâneos intermediários

Atrás dos corredores brejosos que atravessam a baixada de Norte a Sul ocorre um segundo feixe de restingas de formação anterior ao frontal. Apresenta-se em forma de terraços de topo plano, entre 5 e 7 m de altura, levemente abaulados nas bordas. Representam à sua reatguarda grandes bacias brejosas com solos orgânicos, tal como se ob-

serva na carta geomorfológica. Entre o morro de Indaiaquara e o da Lagoa observa-se uma faixa desses terraços, que exprimem a progressão da área continental sobre a plataforma submarina. Nesta segunda faixa de restingas observam-se indícios de uma formação mais antiga: aparecimento de um horizonte de acumulação castanho escuro ferruginizado e a coloração pardo-alaranjada de alguns terraços mais ligados às encostas. Esta coloração dos terraços seria dada pelas partículas finas colúvias transportadas por escoamento superficial e pela drenagem subterrânea. De acordo com NOGUEIRA e TRICART (1959) os solos com ocorrências de horizonte de acumulação são paleossolos de antigos pântanos de água doce, mal drenados, recobertos por areias em período mais seco, no Dunquerqueano, e com ocorrências maiores somente ao sul do Trópico. Foram verificadas algumas ocorrências desses horizontes de acumulação também à beira-mar; isto sugere que os cordões frontais mais recentes devem ter sido aí erodidos.

Foram observados alguns tipos de solo nessa faixa intermediária arenosa marinha. Na entrada da fazenda Indaiá há ocorrência dos terraços arenosos amarelados, em forma de "mochão". Na entrada do bairro Utinga, no campo de futebol, foi visto um horizonte ferruginizado por entre a areia branca marinha, como exemplo de um podzol hidromórfico. À retaguarda, os "mochões" se repetem, constituídos de fina areia marinha, com manchas amareladas, separados por estreitos corredores brejosos.

Na entrada da fazenda Poiares foi identificado o seguinte perfil (fig. 18):

- 0/10 cm — horizonte húmico
- 10/19 cm — areia fina amarelo-acinzentada
- 19/50 cm — areia fina amarelo-alaranjada

Esta areia amarelo-alaranjada passa a branca, em profundidade. Perfil semelhante aparece no "mochão da curva da Felícia" às margens do rio Juqueriquerê e no da fazenda dos Ingleses, à retaguarda do morro Indaiaquara.

Areias marinhas finas e brancas, pertencentes a esta segunda faixa de deposição da baixada, estendem-se a Leste do Cachetal, de Águas da Abra e da fazenda Rio Claro. Numa vala de drenagem foi verificado que, sobre essas areias, ocorrem de 10 a 20 cm de areia misturada a sedimentos siltico-arenosos, com horizonte húmico, superior a 10 cm. Este horizonte húmico é facilmente destruído quando a mata é derubada. A rápida lixiviação dos produtos solúveis dos solos arenosos (TRICART, 1961), é provocada pela infiltração de grandes quantidades de água ricas em matéria orgânica e gás carbônico. Por isto, também os adubos químicos usados nesses solos de Caraguatatuba são de proveito passageiro.

BIGARELLA, MARQUES e SALAMUNI (1960) estudaram os terraços de construção marinha de Ubatuba e Caraguatatuba; apresentaram perfis topográficos de todas as praias com seus diversos níveis, fornecendo os elementos para uma verificação dos vários estágios de desenvolvimento deste litoral. O perfil da praia Indaiá, em Caraguatatuba, permite observar a faixa frontal, com até 3 m de altura, em declive suave, enquanto os terraços intermediários menos recentes, entalhados pela drenagem, apresentam-se a alturas de 5,60 a 6,85 m. No perfil da parte centro-sul da praia de Massaguaçu notam-se, quase à beira-mar, terraços que se apresentam de 6,10 a 6,30 m. De fato, as observações de campo mostraram que as areias desses cordões possuem coloração

amarelo-alaranjada que atesta sua maior antiguidade. Os perfis das praias de Tabatinga e Mococa apresentam faixas frontais com 3,85 a 5,80 m de altura, em legítimas praias de "tombo", abertas para Sudeste e Sul.

Tipos de solo dos cordões litorâneos intermediários

Espessura aproximada	Poiares	Águas da Abra — fazenda Rio Claro
10 cm	horizonte húmico	horizonte húmico
De 9 a 10 cm ou a 20 cm	areia fina amarelo-acinzentada	areia siltico-argilosa amarelada
31 cm	areia fina amarelo-alaranjada	areia fina branca
	areia fina branca	

C — Bacias de solos orgânicos

Grandes bacias com terrenos encharcados e solos orgânicos, em geral considerados holocênicos, ocorrem represadas pela segunda faixa arenosa dos cordões intermediários, menos recentes. Esses solos orgânicos apresentam textura arenosa fina com contribuição de partículas argilosas e húmicas, dando um material pegajoso castanho escuro quase negro, localmente denominado de "terra lixo" ou "barro preto li-guento". Sua cor é atribuída (QUEIROZ NETO e OLIVEIRA, 1964) à alta percentagem de matéria orgânica, superior a 38%. Nas áreas florestadas, quentes e chuvosas do litoral, a grande decomposição química da matéria vegetal provoca o aparecimento do material húmico extremamente ácido.

Estas bacias estão diretamente vinculadas à concentração da drenagem confusa e divagante da baixada, alimentada, sobretudo na estação mais seca, pelos lençóis aquíferos provenientes das vertentes mais próximas. São também áreas de acumulação das águas da chuva; ao nível do mar ou abaixo dele, conservam-se permanentemente úmidas e alagadas, salvo quando artificialmente drenadas para a agricultura. Desenvolvem-se de preferência sobre terrenos arenosos marinhos, exatamente à retaguarda das duas faixas de restingas. Dissecam os terraços marinhos remanescentes, mais altos e mais antigos, ou instalam-se em depressões em pé de escarpa, em reentrâncias por entre baixos esporões. O represamento e a estagnação da água propiciam o desenvolvimento dessas bacias "turfosas". Quanto maior a quantidade de chuvas e menor o escoamento, tanto maior a possibilidade de sua ocorrência. Com drenagem artificial, tendem a desaparecer rapidamente, como em alguns trechos da fazenda dos Ingleses. O "cachetal" aí ocorre sobre terrenos marinhos como provam os achados de restos de baleia, sem qualquer traço de petrificação, a 4,5km da praia e a 1,20 m de profundidade

(BESNARD, 1950). Os terrenos marinhos, no entanto, não se limitam a essa zona: ocorrem sob as bacias e, segundo parece, estendem-se para o interior, onde são recobertos por depósitos aluviais e colúviais.

Um bom exemplo dessas bacias pode ser visto no bairro Travessão, entre a fazenda Rio Claro e Águas da Abra. Encravada entre esporões baixos e intermediários, quase separados da escarpa pelo vale do Rio Claro, a bacia é limitada a Leste pelos cordões arenosos marinhos e a Oeste e Norte pelos "mochões" mais altos dos terraços marinhos antigos. Outro exemplo ocorre na fazenda dos Ingleses, entre os morros residuais de Indaiaquara e da Empresa, por entre os terraços mais antigos e mais altos. Enquanto a parte Norte está ainda coberta por mata, a parte Sul foi aproveitada para o plantio da banana. Na bacia do rio Piraçununga há muitos terrenos nessas condições, que em 1967 ainda estavam sendo aproveitados para a cultura da banana. O morro do Gambiche, entre as bacias do rio Claro e Piraçununga, é quase todo rodeado por esses terrenos brejosos.

Conforme tradagem efetuada à margem do caminho entre Queixo d'Anta e morro da Empresa, o solo orgânico desaparece a 0,70 m para dar lugar à areia fina branca, marinha, a qual, a 0,90 m, ainda é pegajosa e moldável. No "varjão", (termo popular dado às várzeas úmidas e terrenos brejosos) do Ribeirão, ocorrem 0,20 m de material arenoso aluvial sobre 0,55 m de "terra lixo", abaixo da qual aflora o nível freático, em terreno areno-argiloso aluvial. No Travessão, numa mancha de "terra lixo" sobre sedimentos marinhos, foi visto claramente como esses terrenos se apresentam em profundidade (fig. 19). Chegam a atingir 2 m de espessura, mas a partir dos 0,50 m começa a surgir o lençol d'água. Segundo informação verbal, este solo pode apresentar-se, na mesma área, menos espesso. Na faixa de oscilação do nível freático, ocorre um material orgânico, rico em raízes e cascas muito pouco decompostas e de fácil combustão, que indica em profundidade um início de formação turfosa.

Entre uma película rasa e negra de solo orgânico e areia marinha pode ocorrer a "tabatinga", que é argila pura, cinza-azulada, de aspecto sercitoso e que parece estar ligada a deposições colúvio-aluviais. Segundo QUEIROZ NETO e OLIVEIRA (1964), é um gley pouco húmico, com elevados índices de pegajosidade e plasticidade, sempre saturado de água. O processo de gleização (Comissão de Solos, 1960) consiste principalmente na redução do ferro em áreas muito úmidas. Quando o ferro livre é reduzido, torna-se bastante imóvel; nas argilas, associa-se a outros elementos, dando tonalidades azuladas ou esverdeadas. Podem ocorrer manchas de "tabatinga" de 0,50 a 1,50 m de espessura e quando isto acontece os terrenos são bem mais férteis tanto para o cacau como para a banana. Em Águas da Abra, próximo às encostas da Pedra Preta, sob o "cachetal", a "tabatinga" se apresenta com cerca de 1 m de espessura e a "terra lixo" é menos espessa e menos encharcada. Nesses solos negros mais secos ocorre a "cacheta dura", com os troncos mais endurecidos. Nas áreas mais encharcadas e com "terra lixo" mais espessa ocorre a "cacheta mole", com as raízes diretamente mergulhadas na água.

Solos orgânicos, desde que adubados, podem sustentar um bananal, produzindo bem durante 6 anos. Após este tempo, se constantemente drenados, começam a diminuir sensivelmente de espessura e a se desgastar. Nesses terrenos o cultivo da banana inclui sempre uma drenagem em valas para a sua secagem imediata, mesmo antes da derrubada da mata. Com o dissecação e conseqüente compactação do solo há diminuição da sua espessura e rebaixamento do terreno, que em breve poderá ser novamente encharcado pelas águas proveni-

Tipos de solos orgânicos

Espessura aproximada	Queixo d'Anta	Ribeirão	Pedra preta	Águas da Abra — Faz. Rio Claro	Travessão
20 cm	solo orgânico	areia aluvial	solo orgânico	solo orgânico	solo orgânico
55 cm		solo orgânico		solo orgânico mais arenoso	
150 cm	areia fina branca	nível freático, alúvio areno-argiloso	tabatinga	areia fina branca	nível freático e solo orgânico mais claro com raízes e cascas
		?	?		areia fina branca

entes das partes mais elevadas. O cachetal da fazenda dos Ingleses baixou 1,5 m a partir de sua utilização e por isto foi abandonado. As tentativas de recuperação não deram resultados a longo prazo. Uma camada de lama, de aproximadamente 1 m de espessura, trazida pelas enxurradas de 1967, provocou a elevação do terreno.

D — Terraços de construção marinha remanescentes

Restos de terraço de origem marinha, de 10 a 12 cm, ocorrem na baixada, limitando as bacias de solos orgânicos. Alguns apresentam-se bastante dissecados pela drenagem. Localmente denominados "mochões", são nítidos, tanto na paisagem como nas fotografias aéreas. São áreas preferenciais de moradias e roças. Apresentam-se em ocorrências esparsas, fragmentados e arqueados como os cordões litorâneos frontais. Mais altos e mais distantes do mar, são muito dissecados pela drenagem que vai ter às bacias de solos orgânicos. O desnível entre estas e os terraços é da ordem de 1 a 1,50 m. Não são, portanto, contínuos: ou foram solapados e destruídos pela drenagem ou soterrados pelos depósitos colúvio-aluviais. São constituídos por areia fina com contribuição siltico-argilosa. Sua coloração varia do alaranjado ao castanho, o que os diferencia dos outros terraços marinhos mais recentes, esbranquiçados ou menos coloridos. Essa coloração é consequência da impregnação, feita *per descensum* pelas águas do escoamento superficial ou pelos lençóis subterrâneos, proveniente das vertentes vizinhas. Este tingimento é descontínuo. Podem ocorrer manchas esbranquiçadas, por falta de tingimento ou por posterior lixiviação dos horizontes superiores. É importante acrescentar que tais terraços estão sempre relacionados às encostas dos baixos esporões ou dos *shantungs*.

As observações de campo foram confirmadas por análises granulométricas sumárias de algumas amostras desses terraços. Efetuadas no laboratório de Pedologia e Sedimentologia do Instituto de Geografia da USP as análises mecânicas do material inferior a 2 mm foram feitas por peneiramento a seco para as frações grosseiras e por pipetagem para as frações finas, argila e silte. Esses exames visaram confirmar a hipótese de que a coloração resultaria da contribuição de partículas finas colúvias. Os resultados não foram satisfatórios para determinar com segurança a percentagem dessa contribuição. Mesmo assim, mostraram certo enriquecimento do material em frações finas.

As amostras 140 e (areia amarelada, ao pé do morro do Jaraguá — fazenda Indaiá) e 141 (areia alaranjada — ao pé do espigão do Tingui — fazenda Rio Claro) mostraram as maiores percentagens de silte, ao redor de 25%, com presença mínima de argila.

A amostra 137 c (areia castanha-alaranjada, ao pé do morro da Empresa — fazenda dos Ingleses) revelou uma percentagem menor mas ainda expressiva de silte, em torno de 13%, sem nenhuma contribuição argilosa.

As outras amostras, como por exemplo, a 139 d (depósito isolado no caminho para o Sítio Velho) e a 140 d (terraço perto do morro do Jaraguá — bairro Uttinga) acusaram ausência de argila e um teor de silte inferior a 5%, com mais de 45% de areia fina.

As fotografias aéreas da FAB, em escala aproximada de 1:5 000, mostram muito bem a ligação entre tais terraços e os depósitos colúviais nas baixas encostas, justificando a origem da coloração dos mesmos. Às vezes, os sedimentos colúviais camuflam de tal maneira os terraços que se torna difícil, nas observações de campo, distingui-los dos depósitos colúviais de pé de encosta, como, por exemplo, ao Sul e

Sudoeste do morro do Jaraguá, no Queixo d'Anta e Utinga. Onde houve desmatamento, foram delimitados, com relativa facilidade, tanto nas fotografias de escala 1:5 000 como nas de 1:2 500, graças à hiperes-tereoscopia e lançados na carta geomorfológica. Tais terraços também ocorrem nos pés de encosta, à retaguarda do cachetal das Águas da Abra, sítio Velho e, talvez, em outros lugares da baixada, não atingidos pelo trabalho de campo. Um fato realmente importante é que estão sempre separados das duas faixas frontais arenosas marinhas pelas bacias de solos orgânicos, podendo-se afirmar que evidenciam uma antiga linha de costa soerguida.

A bacia do rio Juqueriquerê mostra uma concentração da drenagem proveniente das escarpas ao Norte do espigão do Camburu, nas áreas de ocorrência desses terraços. A partir desse antigo nível marinho, o rio Camburu toma a direção Sudeste. O mesmo ocorre ao Sul do espigão, com as bacias dos rios Claros e Piraçununga, que se unem exatamente à retaguarda da faixa intermediária de cordões litorâneos. Estes rios unem-se, em seguida, ao Camburu para formar o rio Juqueriquerê. Assim, ao iniciar-se uma segunda fase de progresso do litoral para Leste, a drenagem da maior parte da baixada já recolhia as águas de quase todo o arco serrano, concentrando-se no Juqueriquerê.

Perfil esquemático de solo de terraço marinho mais antigo

Espessura	Entrada Queixo d'Anta Empresa
30 a 35 cm	Horizonte húmico
20 cm	material arenoso com pequena contribuição de silte amarelado e com grânulos de quartzo
20 cm	material areno-siltoso amarelo acinzentado com restos vegetais
	material areno-siltoso amarelo-castanho com detritos vegetais

E — Terraços de várzeas

Acima e à retaguarda dos depósitos descritos jazem, em largas ocorrências, os depósitos fluviais. São extensos e largas várzeas que acompanham os rios da bacia do Juqueriquerê e do Perequê-Mirim.

O rio da Lagoa corre por entre os cordões litorâneos frontais, sem deposição fluvial. O rio Santo Antônio dá origem a deposições fluviais ponderáveis a montante dos baixos esporões que estrangulam seu vale, antes de se abrir para a orla litorânea. Tanto o rio Guaxinduva como o Ipiranga não desenvolvem planícies aluviais, a não ser em pequenas nesgas em meio aos grandes taludes de detritos que ocorrem apertados entre médios e baixos esporões.

Serão estudadas as duas principais bacias acima citadas na baixada de Caraguatatuba. Focalizando inicialmente a bacia do Juque-

riquerê (fig. 1), observa-se que ao Norte e ao Sul do espigão do Camburu, na confluência dos formadores, respectivamente, dos rios Camburu e Claro, há uma coalescência das várzeas, com formação de planícies aluviais extensas; não apresentam cinturões meândricos expressivos, porque toda a área já foi drenada para plantação dos bananais da fazenda dos Ingleses. Estes rios unem-se para formar o Juqueriquerê que meandrea nas faixas frontais de cordões litorâneos da baixada.

O rio Camburu, a montante do morro da Empresa recolhe todas as águas, desde o espigão do Camburu até o morro do Jaraguá. Todos esses rios têm suas nascentes no alto da serra, salvo o Camburu que nasce no planalto, na serra do Juqueriquerê, com o nome de rio Pardo. São típicos rios de escarpa, com um regime torrencial violento, com cheias de verão. Sua carga, constituída preferencialmente de partículas finas (salvo algumas ocorrências de bancos de seixos), como ocorre regularmente nos rios de áreas tropicais úmidas, é depositada sobre a planície de sedimentação marinha. Verifica-se, assim, um enriquecimento de elementos areno-siltico-argilosos, com formação de solos tipo "barrento", favoráveis à agricultura. Nesses fundos de baixada quente e úmida os solos de tipo aluvial ou colúvio-aluvial, são superiores em fertilidade aos do cachetal. Principalmente os argilosos apresentam maior concentração de nutrientes (QUEIROZ NETO e OLIVEIRA, 1964), com níveis de fertilidade geralmente mais altos que os anteriores. Sua drenagem interna é imperfeita por causa da textura mais grosseira ou completamente argilosa, e do lençol aquífero quase sempre mais próximo da superfície, exigindo então drenagem constante.

Os vales dos rios Claro e Piraçununga recolhem as águas das vertentes escarpadas do espigão do Camburu até o recôncavo do Jaraguá, que também é drenado pelo rio Perequê-Mirim. As várzeas estendem-se ao longo dos rios, entremeadas por formações brejosas de solos orgânicos. São áreas de difícil penetração. O abandono em que se encontra a fazenda dos Ingleses tornou mais difícil ainda seu reconhecimento. A delimitação desse tipo de solo é portanto precária e provisória. Possivelmente algumas dessas áreas entremeadas, mapeadas como solos orgânicos, seriam na realidade aluviais e vice-versa. É possível que ocorram ainda solos orgânicos em finas camadas sobre os terrenos aluviais. Somente a realização de tradagens e das respectivas análises poderia levar a melhores esclarecimentos.

Foi realizado um caminhamento a partir da fazenda Rio Claro até o morro da Empresa, ao longo da várzea do rio Camburu. A planície aluvial deste rio é inundada em meados de março, no fim da estação chuvosa. Há 30 anos ocupada por bananais, foi abandonada em razão da umidade excessiva do terreno. A planície está hoje recoberta por mata reconstituída, com árvores de 8 a 12 m de altura. Seu solo é geralmente argiloso, de coloração castanha ("barro liguento"), sem areia e sem o aspecto sericitoso da "tabatinga". Essa camada pode alcançar de 1 a 1,50 m de profundidade sobre terrenos arenosos marinhos. Solo semelhante, um pouco mais escuro, ocorre próximo ao espigão do Camburu, à entrada do sítio do Gentio. O mesmo material foi encontrado na área brejosa da "curva da Felícia", à beira do rio Juqueriquerê e na entrada para o sítio Velho. Neste último, o material apresentava-se com 0,50 m de espessura, mais húmico em superfície. O nível freático oscila nesses 0,50 m e escurece as areias inferiores nas zonas de contato.

Outro caminhamento feito durante a pesquisa em direção ao sítio Velho registrou a ocorrência de solo argiloso com pequena contribuição de areia fina, de 0,90 m de espessura. Aos pés das vertentes

do espigão do Camburu estes solos tornam-se pardacentos, são os chamados "barro-boi". Nas barrancas de 1 a 1,50 do rio Camburu, entre os morros das Cobras e do Administrador, observa-se em superfície um horizonte arenoso com pouca argila. O teor de argila aumenta em profundidade até o nível da água, onde afloram pequenas fontes, em torno das quais há indícios de ferruginização. Trata-se de um material argiloso escuro, endurecido e folhetado na zona de oscilação do nível freático. A laminação e a contração das películas originam leves corruções. É outro tipo de "barro-boi", também favorável ao plantio da banana (fig. 20).

A margem esquerda do Ribeirão, uma barranca de 1,15 m de altura apresenta o seguinte perfil:

- 0/27 cm — horizonte húmico
- 27/37 cm — areia amarelada fina a média
- 37/60 cm — leito de seixos semi-arredondados, os maiores com 15-18 cm, outros de 8-10 cm e os menores de 5-8 cm (os mais frequentes são os de 10 cm) de eixo maior, misturados a fragmentos de quartzo de 1-2 cm
- >60 cm — areias com grânulos e seixos esparsos (3-4 cm de eixo maior)
- 115 cm — nível de água

Os depósitos colúvio-aluviais da bacia do Perequê-Mirim enquadram-se num tipo de solo com importante contribuição coluvial. Tais depósitos estendem-se desde a entrada do bairro Enseada até as faldas do pico do Jaraguá e até a encruzilhada para Águas da Abra. As vertentes escarpadas que limitam este setor da baixada são íngremes; vêm sofrendo, após a formação das escarpas, intenso ataque por ação do escoamento superficial e da meteorização, fornecendo continuamente material que desce pelas encostas e pelos pequenos cursos d'água. Nesse recôncavo concentram-se águas e detritos que se acumulam ao pé das encostas (talude de detritos) ou vão misturar-se aos sedimentos aluviais (leques aluviais) do Perequê-Mirim, às vezes sobrepostos aos terrenos arenosos marinhos. Os baixos níveis desse setor de concentração de drenagem já foram separados da escarpa e transformados em pequenos morros residuais mamelonizados. As partículas finais são também transportadas pelos lençóis subterrâneos até à baixada, onde vão colorir e enriquecer os solos, tornando-os relativamente férteis. Por este motivo, a área possui uma ocupação humana mais antiga e um melhor arranjo paisagístico que os terrenos arenosos marinhos.

Esses terrenos apresentam sobre a areia fina marinha um tipo de argila, chamado localmente "barro branco de telha". Perto do rio Perequê-Mirim, no caminho que segue para o bairro do Travessão, foi observada a seguinte seqüência:

- 0/50 cm — aluviões arenosas grosseiras com muito pouco sedimento sílico-argiloso
- 50/70 cm — tabatinga
- abaixo de 70 cm — areia grosseira aluvial

Nas Águas da Abra, próximo aos morros isolados, ocorre "tabatinga" a 0,50 m de profundidade, recoberta por uma pequena camada de solo orgânico, com horizonte superficial arenoso grosseiro.

Tipos de solos aluviais e colúvio-aluviais

Bacia do rio Camburu

espessura aproximada	Planície aluvial — bacia Camburu Trilhos Empresa-Porto Novo, entrada para sitio Velho	Planície aluvial — bacia Camburu, sitio Velho	Barranca margem direita rio Camburu, morro Administrador	Barranca margem esquerda — Ribeirão das Mortes
12 cm	horizonte húmico argiloso	horizonte húmico argiloso	horizonte húmico argilo-arenoso	27 cm horizonte húmico
38 cm	argila amarelada	argila amarela pardacenta c/pequena quantidade de areia fina	argila arenosa	10 cm areia fina amarelada seixos
32 cm	areia fina clara mosqueada (marinha)		argila compacta folhetada, fontes e ferruginização	areia com grânulos e seixos esparsos
38 cm	areia fina mais escura			
	nível freático		Nível da água do rio	Nível da água do rio

Bacia do rio Perequê-Mirim

espessura aproximada	Vizinhanças do baixo rio Perequê-Mirim margem direita	Águas da Abra	Bairro Jaraguá — Encruzilhada	Bairro Travessão — margem esquerda — rio Perequê-Mirim
50 cm	areia grosseira com poucos silticos argilosos	areia grosseira	35 cm areia grosseira	10 cm areia escura argilosa
20 cm	tabatinga	solo orgânico tabatinga	35 cm a 60 cm tabatinga cinza amarelada	50 a 80 cm areia grosseira argilosa e palhetas mica preta
	areia grosseira	areia grosseira	areia grosseira	30 a 50 cm solo orgânico areia fina branca

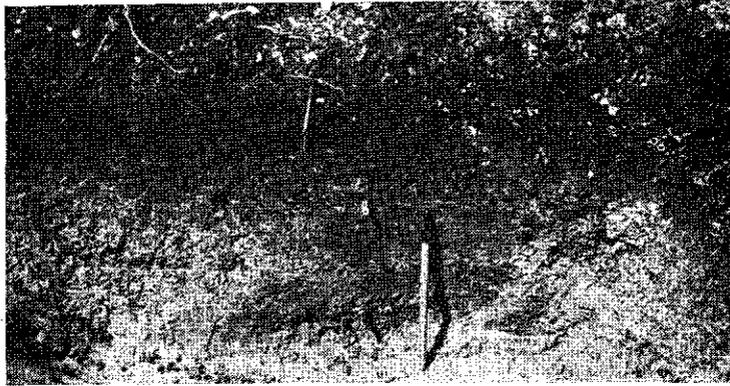


Fig. 18 — Tipos de solos na baixada de Caraguatatuba: nos cordões litorâneos intermediários



Fig. 19 — Solos orgânicos ocorrem em depressões, por entre os terraços arenosos intermediários



Fig. 20 — Solos aluviais à margem direita do rio Camburu, com ocorrências do tipo "barro-boi"

Na encruzilhada da estrada do bairro do Jaraguá com o caminho para Águas da Abra ocorre o seguinte perfil:

- 0/35 cm — areia grosseira
- 35/70 — 100 cm — camada tipo tabatinga, sericitosa, cinza amarelada
- abaixo de 100 cm — areia grosseira homogênea cinza

Logo após a encruzilhada, em direção ao Sul, foi encontrado material arenó-argiloso (com muitas plaquetas de mica preta, provenientes dos gnaisses das vertentes vizinhas) sobre areia grosseira acinzentada. Para aproveitamento agrícola desses terrenos arenosos grosseiros, com fina camada arenó-argilosa superficial, é necessária a irrigação.

Perfil geológico dos depósitos colúvio-aluviais no vale do rio Santo Antônio

Em 1967 foi efetuado pela Hidrosérvico — CESP um perfil geológico baseado em sondagens, seguindo o eixo do canal de fuga da futura usina de Caraguatatuba. Esta secção geológica (corte A-B na carta geomorfológica) atravessa terrenos da bacia do rio Santo Antônio e faixas frontais arenosas marinhas, até a praia de Caraguatatuba, ao Sul da foz do mesmo rio. A interpretação desse levantamento, levada a efeito nesta pesquisa, possibilitou as informações seguintes:

- os depósitos arenosos são entremeados por sedimentos de outros tipos: camadas alternadas, extensas e espessas, de areia e argila com material orgânico, passam a camadas da mesma textura sem material orgânico. Esses sedimentos apresentam maiores ocorrências no vale do Santo Antônio e nos bairros de Utinga e Indaiá. Podem ocorrer apenas superficialmente ou em profundidades de até 10 m. São as ocorrências mais expressivas, em meio às deposições puramente arenosas;
- as camadas de argila orgânica preta estendem-se quase sempre em superfície, às vezes recobertas por areia, raramente ocorrendo em profundidade;
- a argila pura é rara, só ocorre superficialmente em horizontes bem pouco espessos;
- próximo ao mar diminui a ocorrência desses materiais, dominando as formações arenosas.

Portanto, as formações arenosas, certamente de origem marinha, chegam até o interior do alvéolo de jusante do vale do Santo Antônio, onde então se apresentam entremeadas a camadas de origem colúvio-aluvial e orgânica.

Súmula paleogeográfica do litoral de Caraguatatuba

- Oscilações climáticas
- Variações do nível marinho
- Fases de sedimentação marinha e níveis de abrasão
- Remanejamentos erosivos e deposicionais na Plataforma Continental

O recuo das escarpas atuais efetuou-se a partir dos aplainamentos da superfície Monte-Serrate—Santa Teresa, segundo direções estruturais dos gnaisses resistentes dos frontões da serra do Mar (AB'SABER, 1965). Fases de dissecação fluvial, segundo o autor, teriam sido alternadas com fases rápidas de pedimentação pós-pleiocênica, culminando com o encaixamento dos vales durante a regressão pré-flandriana ou pré-Wisconsin.

Para BIGARELLA, MARQUES e AB'SABER (1961), tais aplainamentos na fachada atlântica da serra do Mar estariam relacionados a níveis de mar muito abaixo do atual, correspondentes a fases glaciais do Pleistoceno. Os aplainamentos ocorridos no período da glaciação Gunz-Nebraskan (Pleistoceno inferior) corresponderiam ao pediplano Pd₁. Nas épocas glaciais, o nível do mar descia e os baixos cursos eram escavados, com alargamento dos canais. Nas interglaciais, com o levantamento do nível marinho, o litoral era submerso, formando um modelado em rias.

VANZOLINI (1972) e SPIEXER (1972) referem-se às relações existentes entre a mudança das paisagens litorâneas no Estado de São Paulo há 11-12.000 anos (SHEPARD, 1963) por ingressão marinha, e as suas mudanças ecológicas.

Autores diversos têm defendido a idéia de oscilações paleoclimáticas mais secas para a explicação dos depósitos litorâneos e sublitorâneos mais grosseiros, no Brasil Sudeste. BIGARELLA e MOUSINHO (1965a) referem-se à uma fase úmida, anterior à elaboração do pediplano (Pd₁), correspondente a uma paisagem muito dissecada, revestida de florestas sobre espessos regolitos. Na fase semi-árida, responsável pela formação do Pd₁, a floresta teria desaparecido e as chuvas concentradas em curtos períodos teriam embebido os detritos colúviais e elúviais, provocando processos de solifluxão, corridas de lama. Nessa fase ter-se-ia iniciado a acumulação dos detritos grosseiros litorâneos que seriam dissecados em fase úmida posterior.

BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA (1965) salientam o fato de que, na região úmida atual, é a área costeira, especialmente os sopés da serra do Mar, que apresenta os pedimentos mais conspícuos. A maioria das ombreiras encontradas na topografia hodierna são, segundo os autores, remanescentes de pedimentos. Nas épocas climáticas úmidas, a decomposição química das rochas progride nas zonas de maior diaclasmamento ou de litologia menos resistente, dando um manto de intemperismo de espessura variável e irregular. Nas áreas mais alteradas, o regolito é mais espesso e adquire forma lenticular ou em bacia. Nesses locais há uma maior infiltração pluvial, cujo excesso provoca solifluxão vertente abaixo, desmoronamentos e movimentos de massa, limitados às vertentes de maior declividade. Os vestígios desses processos passados estariam marcados na topografia sob forma de cicatrizes, sulcos ou amplos ravinamentos em forma de berço.

AB'SABER (1971) declara que as regiões litorâneas estiveram sujeitas a um outro estilo de variações climáticas, diferentes das do planalto, enquanto sofriam os efeitos da sua epirogênese marginal, da tectônica de falhas e dos outros efeitos da flexura continental. Seriam, por assim dizer, variações climáticas piemônticas e associadas à invasão, de Sul para Norte, de climas secos na fachada atlântica do Brasil. Acredita este autor que, nas épocas de nível de mar baixo, por controle glácio-eustático, as correntes frias do Atlântico Sul Ocidental se estendiam muito além do Norte da costa gaúcha. Tal avanço implicava em semi-aridez costeira. Essas regiões seriam paisagens de transição, em faixas de arranjo anastomosado, com inúmeras variações e combi-

nações fisiográficas e interferência de processos marinhos, eólicos, lacustres e fluviais.

Outros autores, porém, defendem uma tese diferente, a da influência definitiva da tectônica na formação dos depósitos litorâneos do Brasil de Sudeste. PETRI (1971) analisou sondagens realizadas pelo Instituto Geológico e Geográfico do Estado de São Paulo, nas proximidades de Iguape e na ilha Comprida. Nesta última foram evidenciados mais de 100 m de sedimentos grosseiros, mal selecionados, com abundância de minerais instáveis de ambiente não marinho, seguidos por seqüência salobra e depois marinha e, por fim, areias de regressão. O autor aventava a possibilidade de tais depósitos grosseiros serem de origem tectônica, associados a falhamentos. Salienta ainda que o estudo e conhecimento do Quaternário da faixa litorânea exigiria sondagens e técnicas de estudos como as análises de C 14 e de pólen e esporos. PETRI e SUGUIO (1971 e 1971a) também se referem a esses depósitos (seqüência I). Propõem para a sua formação um período de rápida subsidência tectônica. Tais depósitos teriam obstruído a ingressão do mar que, posteriormente, numa progressiva subsidência, teria depositado as seqüências II e III. Estas duas últimas deposições corresponderiam ao máximo dos movimentos eustáticos (fim da glaciação pleistocênica), concomitantes aos movimentos epirogenéticos. Uma fase de calma tectônica resultaria em regressão gradual, com a deposição da seqüência IV. Enfim, num período pouco intenso de epirogenese positiva, teria ocorrido sedimentação, resultando no levantamento das "piçarras" formadas durante esta última fase deposicional.

MIRANDA (1970), referindo-se à plataforma continental Sul-Brasileira, desde a ponta de Guaratiba, na Guanabara, até o Chui, no Rio Grande do Sul, divide-a, conforme estudos efetuados pela Petrobrás, em duas bacias tectônicas distintas: ao Norte a bacia de Santos e ao Sul o prolongamento submarino da bacia de Pelotas. A bacia de Santos, que se alonga da Guanabara até a altura de São Francisco do Sul — SC, afastada da costa, apresenta uma secção espessa a Oeste, com sedimentos terciários, sobrepostos a sedimentos possivelmente do Cretáceo e/ou mais antigos. Uma grande falha de direção NE-SW, subparalela à costa, limita a bacia a Oeste (falha de Santos) com o bloco Leste rebaixado, separando a parte oriental da bacia da pequena capa sedimentar, tentando o autor relacioná-la ao Terciário superior e recente, que recobre o cristalino a Oeste. O falhamento parece inclusive ter afetado camadas terciárias.

As observações de campo, realizadas no decorrer desta pesquisa, permitem tecer uma série de comentários a respeito da origem das deposições grosseiras litorâneas. Nesta área de pesquisa do litoral Norte não foram constatados depósitos superficiais espessos de cascalhos e paleopavimentos, mas apenas taludes de detritos grosseiros nos pés de escarpa, e horizontes pouco espessos cascalhentos em alguns terraços de origem colúvio-aluvial das baixadas. Em zonas de declividade forte como essas, com chuvas abundantes e intensas, os produtos das correntes de lama são evacuados rapidamente. Assim, não dão oportunidade a grandes acumulações mais duradouras, sendo mais difícil a conservação no sopé das escarpas de depósitos bem antigos e de paleopavimentos. Nos pés-de-serra nota-se uma maior antiguidade das camadas inferiores, a montante dos atuais taludes de detritos; mas o remanejamento sucessivo para jusante, por solifluxão ou movimento mais violento, nem sempre permite supor idades mais recuadas do Quaternário para essas camadas. Entretanto, esta antiguidade poderá ser apurada pelo estudo das formações superficiais nas baixas vertentes das escarpas. Conforme observação dos autores acima citados,

nas baixadas e sobre a plataforma continental ocorrem, em profundidade, formações espessas compostas de material grosseiro e de sedimentos atribuíveis ao Terciário. Sendo o litoral Norte dominado por setores tectônicos mais altos e caracterizado por uma costa afogada, em sua maior parte, pode-se crer que os sedimentos grosseiros mais antigos se apresentam sob o mar, na plataforma continental.

AB'SABER (1965), de acordo com as observações pioneiras de TRICART e CAILLEUX em 1956, refere-se ao cone de dejeção do baixo rio das Pedras, na Baixada Santista, chamando-o de paleocone. Para o autor não haveria atualmente condições propícias para a formação de cascalheiros pluviais similares a este paleocone. Não haveria também liberação de fragmentos ou calhaus nas vertentes íngremes ou nos interflúvios dos esporões, suficientes para alimentar os rios em materiais básicos para o afeiçoamento de seixos. Em 1969 torna a falar sobre os "rios das pedras" nos sopés da serra do Mar, atualmente alimentados por grandes seixos de gnaisses e xistos, oriundos do retrabalhamento de espessas massas de cascalho de paleocones de dejeção, os quais seriam anteriores aos baixos terraços fluviais com cascalho. Após a sua exumação ao longo dos talwegues, são arrastados lenta e isoladamente para setores mais baixos, ao longo dos leitos rochosos e relativamente limpos.

Isto realmente ocorre quando se sucedem chuvas de índices maiores que o normal (superiores a 100 mm em 24 horas) em quase todos os verões. Essas chuvas possibilitam escorregamentos locais nas vertentes e arrastamentos também locais de blocos nos talwegues dos rios de escarpa. Porém, chuvas excepcionais, como as de Caraguatatuba, acima de 450 mm em um dia, *depois de um verão extremamente úmido*, criam uma situação especial. Os processos habituais são acelerados e dão oportunidade a uma dinamização diferente da paisagem. Como se sabe, não são as situações quotidianas normais as responsáveis pela maior parte das modificações da paisagem, mas sim as situações de exceção. As primeiras preparam e oferecem condições para que as últimas possam agir, mesmo excepcionalmente. Assim, ocorrências excepcionais de grandes escorregamentos, com muito poder de desgaste e transporte, têm a capacidade de destruir, desventrar os depósitos anteriores e levá-los um pouco mais adiante. Cortes abertos na nova estrada da serra de Caraguatatuba mostram a profunda alteração química do gnaiss facoidal que, apesar de ser considerado uma rocha resistente, esfarela-se a ponto de perder toda a sua resistência. Na serra de Caraguatatuba é esse tipo de gnaiss alterado o grande fornecedor de material detritico. Em meio ao manto de decomposição ocorrem núcleos mais resistentes que são arrastados no momento das enxurradas e que podem compor a maior parte do material grosseiro dos taludes de detritos. Pode haver também influência da ação antrópica, como, por exemplo, cortes de estrada precariamente sustentados, que ajudam o deslocamento dos blocos.

Com referência à catástrofe de 1967, o fenômeno foi de tão grande amplitude que seria impossível atribuí-lo apenas aos cortes de estrada ou aos desmatamentos e mesmo dar-lhes maior importância. A amplitude dos acontecimentos foi de âmbito muito superior ao de uma pequena faixa de estrada na descida das escarpas. Foi um fenômeno "areolar" com maior concentração numa área de aproximadamente 180 km², na maior parte recoberta por uma reserva florestal, enquanto a faixa da estrada abrange apenas algumas dezenas de metros de largura.

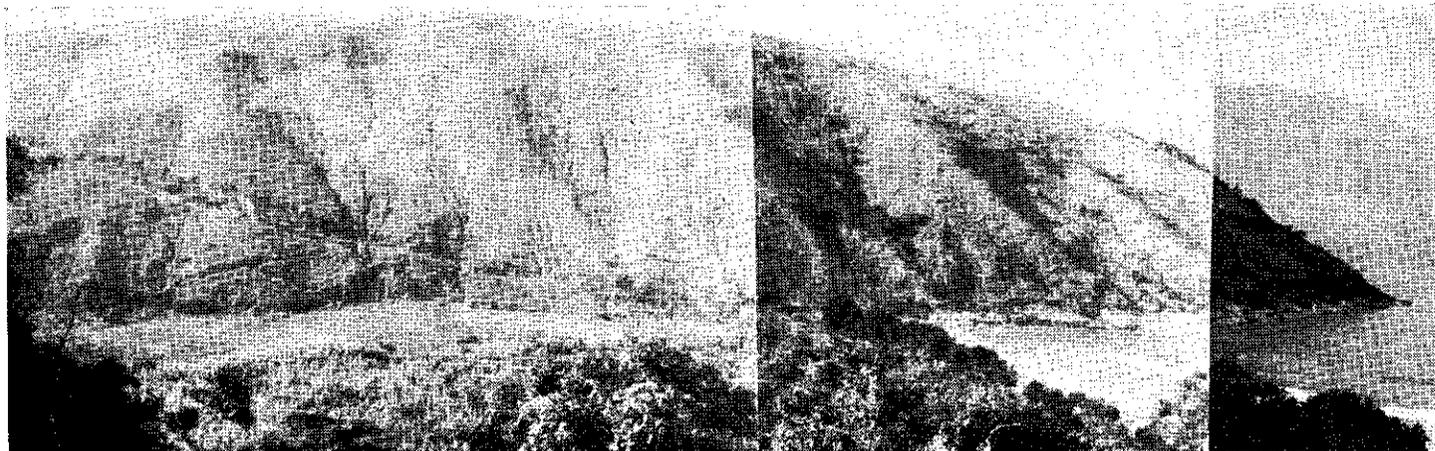
Nos altos das escarpas, o manto de alteração é o grande fornecedor do material arrastado pelas enxurradas, enquanto na base dos

esporões e nos patamares poderá haver maior influência dos materiais depositados anteriormente, que parecem não depender de determinadas situações paleoclimáticas. Conforme observações de campo, tais acumulações estariam relacionadas à ação de enxurradas, provocadas por chuvas muito intensas. Seriam facilitadas por uma grande quantidade de chuvas em períodos imediatamente anteriores. Em cada grande enxurrada há uma remobilização violenta dos sedimentos num percurso pequeno. Isto é válido sobretudo para os detritos maiores que pouco se afastam dos sopés de encosta. Ao alterar-se, subdividem-se em blocos menores e são carregados para jusante. Misturados à massa menos grosseira heterogênea, os blocos maiores depositam-se em taludes de detritos. Esses blocos podem apresentar camadas superficiais de alteração, testemunhando sua permanência há mais tempo no local, porém há casos em que se pode considerá-los já alterados por ocasião de sua descida. Ao descer, são quebrados e esfolados, eliminando boa parte dessa capa de alteração original.

Os cones de detritos ao pé das escarpas devem já estar bastante retrabalhados pelas águas fluviais e de enxurradas excepcionais. Se houve também retrabalhamento pelas águas do mar, durante as transgressões pleistocênicas marinhas (como acontece atualmente com os depósitos coluviais à beira-mar), boa parte deles deve ter sido destruída. Há nos pés de escarpas *dinâmica* intensa com remanejamento, ao lado de novas acumulações. Isto dificulta a reconstituição paleogeográfica litorânea. Mesmo num estudo detalhado de formações superficiais, seria necessário considerar a dinâmica morfogenética intensa das áreas de escarpas, sobretudo de escarpas tropicais úmidas. Em áreas de grandes declives como a serra do Mar, os movimentos de massa existem continuamente, fazendo parte integrante da evolução do relevo. Apesar da tendência atual das vertentes à mamelonização, os movimentos de massa também contribuem para torná-las angulosas, criando paredes íngremes, descarnadas do manto superficial, fazendo aflorar as rochas, correndo as baixas vertentes e derruindo as mais altas na zona de ocorrência de fontes. Esses movimentos de massa acabam por entalhar taludes profundos e ravinas, criam concavidades na própria capa detritica e desmancham, em parte, o arredondado das formas mamelonadas, caracterizadas por uma convexidade superior e espessamento nas vertentes médias e *inferiores* (superfície policonvexa, LIBAULT, 1971).

Assim, as cicatrizes, sulcos e ravinamentos seriam atribuíveis não apenas a situações climáticas pretéritas em fase de solifluxão generalizada, diferentes da atual, mas também provocadas por processos atuais antrópicos e de sistema morfogenético de áreas quentes e úmidas, aliados às influências estruturais. Isto possibilita supor que, a partir da formação das escarpas, de origem tectônica, seu *recuo* e *evolução*, neste setor da borda Sudeste Brasileira, se fez e se faz atualmente à base dos processos de movimentos de massa. Estes são acentuados pelos declives e independem das diferentes situações paleoclimáticas (figs. 21 e 22).

AB'SABER (1954 e 1965) refere-se ao intenso desenvolvimento do relevo, com recuo e esculpura das escarpas, antes das transgressões marinhas do Quaternário. O afogamento de caráter eustático das desembocaduras das drenagens anteriores vedou toda e qualquer oportunidade para a hierarquização dessas redes hidrográficas iniciais. Uma verdadeira paisagem de "golfões" (Pleistoceno antigo?) esboçou-se desde as rias do Estado do Rio ao Paraná. Os maciços granítico-gnáissicos de Monte Serrate—Santa Teresa e Santo Amaro, assim como os de todos os morros isolados nas baixadas costeiras paulistas, permaneceram sob a forma de ilhas de todos os tamanhos e níveis altimétricos. A



Figs. 21 e 22 — Um dos esporões da serra do Mar entre São Sebastião e Maresias, com vertentes desmatadas, apresenta bacias de captação e concentração de canais de escoamento superficial em direção à baixada ou ao mar. Os sulcos de ravinas são posteriores ao desmatamento. A mesma ou aproximada configuração ocorre nas vertentes atingidas pelos escorregamentos do manto de alteração na serra de Caraguatatuba

maior parte dos vales regionais foi afogada, criando para o conjunto feições de uma típica costa de submersão. Assim, as áreas onde hoje se situam as baixadas litorâneas constituíram golfos e enseadas e o mar teria chegado até as escarpas e esporões principais da serra do Mar. Uma fase de construção marinha posterior viria se processando ativamente, desde fins do Pleistoceno até os dias atuais. Os pontos de amarração para restingas, feixes de restingas e praias-barreiras foram as anfratuosidades daquela extensa linha de costas altas, onde apenas as pontas das ilhas e maciços isolados sofreram um processo de abrasão marinha. A última transgressão glácio-eustática pós-Wurm-Wisconsin, denominada Flandriana e atribuída ao fim do Pleistoceno, submergiu vales e depressões, atingindo de 5 a 6 m acima do nível atual. Criou um litoral afogado, com costas altas e irregulares, das quais subsistem feições preservadas no litoral Norte.

De acordo com as considerações do autor acima citado, pode-se tentar uma reconstituição paleogeográfica da área de Caraguatatuba, partindo do princípio de que a esculturação das escarpas de origem tectônica foi feita em altos, médios e baixos níveis que são encontrados até nos fundos da baixada e dos vales que penetram na serra, como é o caso do Santo Antônio. As ocorrências dos médios e baixos níveis devem estar presas, como já foi esclarecido, a uma anterior formação de alvéolos, evoluindo e corroendo a superfície Santa Teresa-Monte Serrate, rebaixando-a e dando oportunidade a que se desenvolvessem os outros níveis mais baixos. Uma epirogênese positiva e a fase II teriam propiciado esfalecimento e conseqüentemente penetração da drenagem, formação dos alvéolos mais interiores e instalação dos níveis mais baixos.

As rampas de aplainamento também teriam sido elaboradas a partir da formação dos baixos níveis e alvéolos, continuando até hoje retrabalhadas pelas descidas de material.

Na transgressão Flandriana o mar não deve ter chegado ao fundo desses alvéolos, porque eles já estariam sendo preenchidos com detritos colúvio-aluviais (possivelmente agora soterrados pelos mais novos ou já destruídos). Isto só poderá ser realmente confirmado por interpretações de sondagens. As da Hidroservice acusam sempre depósitos de areia (origem marinha) até mesmo no bairro Jaraguazinho, situado no alvéolo de jusante do vale do Santo Antônio. Talvez a nova estrada a ser construída de Salesópolis à baixada de Caraguatatuba possa trazer muitas informações novas a respeito dessa sedimentação de fundos de baixada.

A ingressão do mar no litoral de Caraguatatuba deve ter sido um pouco diferente daquela que ocorreu no litoral de Santos. Enquanto na Baixada Santista havia muitas passagens de penetração do mar, a baixada de Caraguatatuba, embutida num recôncavo quase aberto, facilitou a entrada do mar. Este penetrou pelas duas grandes aberturas atuais separadas pelo espigão do Camburu, afogando e transformando em ilhotes e morros isolados os medianos e baixos níveis. No vale do Santo Antônio teria entrado no primeiro alvéolo a jusante, o mais largo, que não apresenta terraços escalonados. A ausência deste escalonamento pode ser atribuída ao recobrimento da sedimentação marinha ou à ação das grandes enxurradas, igualando a planície.

A medida que as encostas íngremes iam fornecendo massas de material, o mar os redistribuía e os depositava aos seus pés, colmatando as reentrâncias. O material era logo remanejado e selecionado pelas vagas e correntes litorâneas, em feixes de restinga. Os vestígios de um antigo nível marinho, os altos terraços de 10 a 12 m de altura, seriam provenientes dessa fase e exprimiriam uma antiga linha de costa. Apesar de esparsos, tais terraços são bem visíveis logo à boca das reentrân-

cias maiores, principalmente na faixa final do espigão do Camburu, que dividia a zona em duas enseadas. Esses terraços antigos representam o feixe de restingas que uniu as duas enseadas numa só praia onde desembocavam os rios Camburu e Claro, recolhendo todas as águas fluviais da planície, respectivamente ao Norte e ao Sul desse espigão. Os *shantungs* que parecem estar dispersos, mas na verdade ocorrem alinhados na direção SSW-ENE, tiveram papel importante na amarração dessas restingas.

As restingas formadas com a regressão marinha pós-flandriana forçaram o rio Camburu a procurar uma saída em lugares mais profundos da baixada. Os *shantungs* e os morros isolados ao pé da escarpa na bacia do Pau d'Alho sugerem uma menor profundidade ao Norte do espigão do Camburu. Ao Sul, entre este espigão e o do Tingui, onde se desenvolve a bacia do rio Claro, as profundidades seriam maiores. A drenagem da bacia do Camburu foi concentrada na altura do atual morro da Empresa, e o rio Camburu dirigiu-se então para o Sul, à procura de talvegues mais baixos, encontrando-se com a bacia do rio Claro.

Uma terceira reentrância bem menor, hoje drenada pelas águas do Perequê-Mirim, também foi barrada pelos cordões arenosos que tampouaram as pequenas enseadas e uniram-se aos cordões da parte Norte.

A partir de então passou a existir a grande enseada. A baixada foi aumentada até o limites atuais por duas novas etapas de sedimentação de dois feixes de restingas, separados da primeira linha da costa pelas bacias pantanosas de solos orgânicos. Os cordões praias, tipo barra, formavam-se em áreas de tombo. Tais áreas constituíram então lagoas, transformadas mais tarde nos terrenos brejosos de solos orgânicos. A drenagem dessas depressões foi sempre trancada pelos novos cordões que se sucediam rapidamente em função da grande massa de material disponível. Os detritos, fracionados e remanejados, eram fornecidos tanto pelas escarpas quase à beira-d'água como pela sedimentação deixada na plataforma pela regressão pré-Flandriana. A progressão dos novos feixes de restinga soldou os morrotes isolados aos medianos e baixos níveis. O rio Camburu foi-se desviando para Sudeste; a fusão de suas águas com as do rio Claro formou uma só desembocadura, a do rio Juqueriquerê.

As duas etapas de formação dos feixes de restingas mais recentes, numa plataforma rochosa rasa, orientadas por correntes litorâneas de Sul e Sudeste, empurraram tanto o Juqueriquerê como o Lagoa e o Santo Antônio para Norte e Nordeste. Somente na última fase de sedimentação as bocas dos rios voltaram-se novamente para Sul. Os dois pequenos ciclos dessa sedimentação marinha, já referidos por outros autores, em outras áreas, formaram os terraços posteriormente soerguidos de 2 a 4 e 6 a 7 m, alguns com solos tipo podzol hidromórfico ("piçarras"). QUEIROZ NETO e KUPPER (1965) referem-se a estes solos como resultantes de uma passagem progressiva, sem solução de continuidade, de solos orgânicos para podzois hidromórficos. A espessura do horizonte A do solo orgânico diminui à medida que o nível freático se afasta da superfície. Um horizonte mosqueado indica o início de formação do horizonte de acumulação de ferro e matéria orgânica. Esses terraços foram soerguidos, posteriormente reentalhados pela ação fluvial e atingidos por um último pequeno ciclo de afogamento eustático.

AB'SABER (1965) refere-se ao nível entre 6 e 7 m dos cordões de Samaritá, no litoral de Santos e que se poderia correlacionar ao da segunda faixa de terraços marinhos em Caraguatatuba. Bigarella, Sônia Freire e Marques Filho (citação de AB'SABER, 1965) referem-se a um nível superior, suspenso de 12 a 13 m no litoral paranaense e MODENESI (1969) refere-se ao mesmo nível na ilha de Santo Amaro, município de Guarujá. Tal nível deve corresponder aos altos e mais antigos terraços marinhos de Caraguatatuba e provavelmente será encontrado em outras baixadas. Relaciona-se, possivelmente, ao máximo da transgressão flandriana.

Uma pequena plataforma de abrasão marinha, fóssil, recoberta em parte pelo mesmo material dos altos terraços, ocorre próximo ao morro da Empresa, com altura de 13 m e corresponde ao mesmo nível dos altos terraços mais antigos. Outra plataforma fóssil marinha, chamada morro da Pedra (5 m) corresponde ao nível dos cordões da penúltima fase de construção marinha (5-7 m). A terceira e mais recente, a faixa frontal (inferior a 4 m) é a mais estreita.

As duas fases mais recentes de sedimentação marinha em Caraguatatuba podem ser relacionadas às identificadas na Baixada Santista por AB'SABER (1965) (de 6-7 m, 2,5-3,5 m, e de 1,5-2,5 m de altura), e por MODENESI (1969) em Guarujá (9-11 m, 5-7 m e 2-3 m de altura). Recoberto por campos de dunas, na Baixada Santista, o nível mais baixo refere-se à última transgressão dunquerqueana. Não há correspondência altimétrica entre esses terraços e os de Caraguatatuba, mas nos dois casos, como em Caraguatatuba, os horizontes humo-ferruginosos subsuperficiais ocorrem na faixa arenosa intermediária. Esses solos tipo podzol hidromórfico também podem aparecer à beira-mar, provavelmente em consequência da destruição dos cordões frontais.

BIGARELLA (1964) procurou correlacionar fatos ocorridos no Holoceno, em outras áreas do globo, com as do Brasil, utilizando a curva de FAIRBRIDGE (1962) de variação absoluta do nível oceânico. Relaciona a fase de transgressão Flandriana, "Older Peron submergence" com o nível de 9-11 m que, em Caraguatatuba, corresponderia aos terraços de 11-13 m. Este nível apresenta-se nesta altitude porque sofreu a interferência "de movimentos epirogênicos no valor aproximado de 3-4 m". Para o autor, aos terraços de 5-7 m seguem-se os de 3-4 m e os de 1-1,50 m. As datações radiométricas apresentadas por BIGARELLA (1971) em madeiras, conchas e paleossolos, coletados em depósitos do Pleistoceno superior e Holoceno no Brasil revelaram instabilidade climática de caráter oscilatório. O autor correlaciona cronologicamente os sambaquis ao nível dos terraços mais baixos e suas datações concordam, em geral, com fenômenos correlatos observados em outras regiões da terra, confirmando em vários pontos a curva de Fairbridge.

Poder-se-ia supor uma ordem cronológica para os eventos e conseqüentes formações sedimentares superficiais na baixada de Caraguatatuba:

- cones de detritos anteriores (?) e posteriores à última grande transgressão marinha flandriana;
- antiga linha de costa originada em função dessa transgressão, marcada pelos altos terraços marinhos remanescentes;

- estabelecimento da drenagem atual da baixada e aluvionamento das áreas represadas pelos terraços;
- formação das duas faixas de cordões arenosos mais recentes com represamento de áreas úmidas ou lagoas e estabelecimento inicial das bacias e corredores brejosos de solos orgânicos;
- passagem gradativa dos solos orgânicos aos podzois hidromórficos atuais;
- formação das restingas e praias atuais.

Convém frisar, mais uma vez, que a grande instabilidade da paisagem nos pés de escarpas e uma contínua dinâmica na evolução do seu relevo torna difícil estabelecer com rigidez esquemática o quadro geocronológico da área, isso somado à ausência primordial de datações. As variações climáticas do Quaternário devem ter existido, mas a área está situada em zona de transição, com influências de processos azonais litorâneos e de “arranjo anastomosado” nas condições de biotaxia e resistasia concomitantes, típicas de áreas declivosas úmidas. Isto permite supor problemas de dinâmica permanente, deposição piemônica e respectivo remanejamento, tanto em situações de climas mais úmidos como em climas mais secos.

Além dos níveis de abrasão superiores ao nível marinho atual, citados anteriormente (13 e 5 m), outro nível inferior a 10 m foi constatado, correlacionável aos terraços de 5-7 m, na Ponta da Prainha, em frente a serra do Dom e em outras pequenas pontas entre os bairros de São Francisco e de São Sebastião. Alguns desses níveis apresentam-se recobertos por depósitos coluviais. Um nível de 3 m, correlacionável aos terraços arenosos frontais, foi observado em diversos pontos do litoral abrangido pela pesquisa. AB'SABER (1965) chama todos esses níveis de costeiras e as falésias mortas, acima deles, de costões.

BIROT (1959), comentando as costas em falésias dos litorais de regiões tropicais úmidas, chama a atenção para um traço marcante, o da ação mecânica marinha reduzida. Dispondo apenas de areia, sem o seixo marinho, grande agente de ataque, as costeiras e costões podem ser invadidos por vegetação que surge após uma evolução pedológica. Esta provoca certa convexidade nos topos e pode descer até o contato com as vagas. A mata firma-se a essas encostas rochosas íngremes e desce, na maior parte das vezes, o abrupto do costão. Nessas encostas, atingidas então pelos respingos, pela salinidade, pelos ventos fortes e pela agitação das vagas, estabelece-se um equilíbrio entre a evolução pedológica da vertente e o trabalho do mar.

Por isso não há, atualmente, grande desenvolvimento de largas plataformas rochosas. Se ocorrem, são estreitas e mergulham direto no mar. Assim, áreas rochosas, como os altos costões da serra do Dom, do Navio, etc., terminam em altas pontas rochosas que mergulham no mar, entremeadas de pequeninas praias.

Restos de um terraço detrítico, de 1-1,50 m de altura, ocorrem na ilha de São Sebastião (Pontinha), na extremidade de um baixo nível à beira-mar, talhado em quartzo diorito, com 40 m de altitude. Compõem um banco de seixos, no lado interior do baixo nível, à margem da estrada. São cascalhos misturados a blocos maiores (0,14 m), angulosos de quartzo-diorito, com sinais de decomposição de origem continental. Aparentemente desordenados, no barranco de 1,20 m de altura, os sei-

xos mais grosseiros aparecem no topo e na base, enquanto os menores, mais ordenados, ocorrem numa zona intermediária.

- 60/120 cm — seixos mais grosseiros
- 25/ 60 cm — seixos menores e mais ordenados
- 0/ 25 cm — seixos mais grosseiros
- estrada

Parece ter havido boa participação do mar na retomada dos detritos provenientes da formação rochosa vizinha. O mar fracionou-os, jogou-os contra o morro, misturando-os aos blocos de origem coluvial. Atualmente, a 1,20-1,50 m de altura aproximada acima do nível do mar, este terraço detrítico cascalhento é uma ocorrência, aliás muito rara, de deposição de seixos remanejados pelo mar e testemunham este nível acima do nível atual.

TRICART e CAILLEUX (1965) chamam a atenção, na evolução dos litorais tropicais úmidos, para o equilíbrio sedimentar atingido pelas praias depois da última transgressão dunquerqueana, portanto um equilíbrio sedimentar atual. Durante essa transgressão, o recobrimento da plataforma continental forneceu continuamente material abundante. Com a regressão marinha, e uma vez estabilizado o nível atual do mar, houve um deficit no volume do material a ser movimentado, selecionado e depositado, traduzido por uma fase erosiva nos cordões arenosos, diretamente ligados às vagas e às correntes litorâneas.

No caso da enseada de Caraguatatuba, os cordões mais recentes estão mais ou menos protegidos das ondas oceânicas e suas praias são tranqüilas. Apresentam areias de granulação fina, com contribuição continental e de remanejamento. FREITAS (1953 e 1960) fez estudos mineralógicos e geológicos das areias das praias no trecho de São Sebastião a Caraguatatuba, constatando aí uma acentuada influência fluvial dominando os compartimentos costais pró-gradados.

Após os acontecimentos de março de 1967 todas as praias da enseada foram enriquecidas com materiais continentais. Uma flecha arenosa, em desenvolvimento posterior a esses acontecimentos na ponta do Camaroeiro, aumentou consideravelmente de tamanho, recurvou-se e tende a açorear toda a zona Norte da enseada até a antiga desembocadura do rio Guaxinduva. A 13 de novembro de 1967 apresentava-se como uma língua recurvada, com vertente externa suave e lado interno abrupto, com águas profundas e areias mais grossas. Em julho de 1968 já atingia a desembocadura do Guaxinduva, subdividida em três pequenos setores. A 11 de janeiro de 1970 ligava-se ao pequeno gancho arenoso formado à esquerda da desembocadura, desviando-se para Sudoeste, em direção à cidade.

A deriva desses materiais arenosos, em processo, por correntes litorâneas de ventos locais canalizados nas enseadas com direções irregulares, depende da configuração atual das praias e pontas. As marés pequenas e os ventos, raramente violentos, impedem tempestades e conseqüentes modificações significativas no relevo praias, ainda mais amortecido pelas pancadas de chuva. As flechas arenosas estão circunscritas às pequenas praias e seguem a direção das correntes de ventos locais, empurrando as bocas dos rios no mesmo sentido. São alimentadas sobretudo pelas areias arrancadas aos feixes de restinga internos por ação das correntes fluviais. Por isso são pequenas, movendo-se ao sabor das direções das correntes originadas pelos ventos locais. Os manguezais, ao contrário do que ocorre no litoral Sul, na Baixada Santista e Bertioga, restringem-se às desembocaduras dos rios.

CAPÍTULO II

ANÁLISE CLIMATOLÓGICA REGIONAL — LITORAL SANTOS—RIO

Nas latitudes tropicais entre 5 e 25° no Hemisfério Sul, os contrastes climáticos entre as fachadas dos continentes são mais importantes que os seus contrastes zonais. De acordo com BIROT (1959), a fachada oriental desses continentes se opõe à ocidental, sobretudo pelas fortes precipitações que recebe. São geralmente costas atingidas e acompanhadas pelas correntes marítimas quentes, que mantêm a instabilidade do ar. Para o autor, porém, a costa oriental da América do Sul apresenta grandes diferenças em relação ao esquema geral no globo, porque aí os regimes pluviométricos são anômalos.

De acordo com os fatores geográficos, forma e posição geográfica do continente e contraste continente-oceano, as situações climáticas na região do Sudeste Brasileiro desenvolvem-se e variam conforme o encontro entre as massas polares e tropicais. Esse encontro forma a “frente polar” que se desloca segundo o grau de atividade polar: anos de grande atividade dão avanços sucessivos de frentes frias, trazendo aos trópicos instabilidade com chuvas.

MONTEIRO (1971) refere-se à sensível irregularidade no ritmo climático atual dessa região que se evidencia sobretudo na distribuição das chuvas. Um dos exemplos dessa irregularidade seria o último decênio no Estado de São Paulo: apresentou “seca” acentuada em 1963, contrastando com verões surpreendentemente chuvosos, como o foi, por exemplo, o de 1966-1967. “A agressividade do ritmo climático tem que ser considerada no complexo brasileiro como uma realidade vigente nos meados do século XX”. A fundamentação metodológica do autor está no ritmo, expressão da sucessão dos estados atmosféricos. “Só a análise rítmica detalhada ao nível de “tempo”, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos desta região”. Para uma melhor compreensão desse ritmo climático o autor recomenda a representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico, pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e que constituem o fundamento do ritmo. Seus trabalhos (1964 e 1969), dentre outros, são importantes exemplos dessa representação. Neste último, feita a análise dos invernos de 1957 e 1963, o ano mais úmido — 1957 — registrou, na altura do Trópico, entre os paralelos 20-24° (área na qual se inclui a desta pesquisa), uma atividade polar superior a 50% no conjunto dos sistemas atuantes, com maior atividade frontal no setor litorâneo, graças à oposição da massa Tropical Atlântica na rota litorânea. A análise do ano mais seco (1963) registrou a restrição da atividade polar a menos de 30% no Trópico, com predominância dos sistemas ligados ao anticiclone atlântico fortemente avançado para o interior e para o Sul. Poder-se-ia deduzir, pois, que o verão 1966-1967, como exemplo de um período muito úmido, também deve ter estado sujeito a maior atividade frontal na altura do Trópico e no litoral abrangido por esta pesquisa. Conseqüentemente, um dos problemas a propor seria o relacionado à influência das passagens de frentes em maior número e suas posições mais habituais nessa área durante verões extremamente úmidos.

O litoral do Sudeste Brasileiro não apresenta uma estação seca invernal, mas sim uma diminuição de pluviosidade, enquanto que os verões são muito úmidos. Por isto, procurou-se fundamentar este estudo climatológico na análise rítmica de alguns episódios do verão 1966-1967, no controle das passagens de frentes neste período e suas posições ao longo da costa, sobretudo do litoral Norte de São Paulo. Este apresenta-se como uma das áreas mais úmidas do Brasil, não apenas em quantidade de chuva mas também com um regime que comporta episódios fluviais intensos no verão, quando atingem frequentemente em alguns postos pluviométricos, em 24 horas, máximas entre 100 a 200 mm e, por hora, 40 a 50 mm.

SCHRÖDER (1956), referindo-se às chuvas no litoral Norte do Estado de São Paulo, comenta que a face da serra do Mar voltada para o oceano se encontra, na maior parte do ano, entre nuvens. A sua vegetação adapta-se a essa condição, apresentando nas bordas do Planalto a floresta típica de neblina de montanha. SANTOS (1965), numa análise da situação atmosférica regional da Baixada Santista, refere-se a esta característica climatológica, igualmente importante nas áreas escarpadas da Serra. Explica a formação de nevoeiros e garoas, relacionados aos fundos da Baixada e bordas do Planalto, que originam situações de umidade e nebulosidade elevadas e criam, nas altas vertentes da Serra, uma situação climática que contrasta com as áreas mais quentes da Baixada.

Nas áreas escarpadas da serra do Mar, com tal ambiente de nebulosidade quase constante, bem servidas de uma rede de drenagem densa e perene, superficial e subsuperficialmente, cria-se uma situação propícia à alteração das rochas e das formações superficiais sob floresta. As chuvas estivais, com altos índices de quantidade e intensidade já referidos, vão acentuar tal situação e provocar, de acordo com os declives, sérios problemas de dinâmica das vertentes. É um problema geomorfológico já focalizado por diversos autores e que poderá ser muito bem compreendido aliando-se esses fatos geomorfológicos aos climáticos. Como já foi referido, há um limite a partir do qual a intensidade das chuvas transformaria o escoamento difuso em escoamento concentrado; sob floresta de encostas escarpadas, isto facilitaria os movimentos de massa. Não há um modelo que indique o estabelecimento desse limite, mas, pelos dados meteorológicos coletados, pode-se ter, pelo menos, uma idéia das situações climáticas que caracterizam essas paisagens escarpadas e de baixadas do litoral de Sudeste, de Santos até Rio de Janeiro.

Na análise climática que será apresentada a seguir, ao lado de uma verificação inicial da quantidade de chuvas no litoral Santos-Rio de Janeiro, procurou-se também verificar a intensidade dessas chuvas em mais de 40 anos. Numa análise da variação rítmica do verão 1966-1967 foram examinados os principais episódios. Dentre eles destacaram-se, em janeiro, as chuvas que ocasionaram deslizamentos das encostas da serra das Araras-Estado do Rio, destruindo parte das usinas hidrelétricas da Rio-Light S.A. Em fevereiro destacaram-se as que ocasionaram o desastre de Laranjeiras—Rio de Janeiro e, em março, as que culminaram com a catástrofe de Caraguatatuba.

Ao se fazer essa tentativa de utilizar os dados meteorológicos disponíveis para o reconhecimento climático dessas áreas litorâneas e explicá-los, confrontando-os com os outros elementos ecológicos do complexo geográfico, existe a preocupação fundamental de caracterização de tais paisagens, de acordo com a concepção de HAMELIN (1964) de geografia total das paisagens e de BERTRAND (1968) na definição dos sistemas ecológicos de paisagem global.

Foram utilizados dados do Serviço Regional de Meteorologia São Paulo—Rio, do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE), da Light S. A. São Paulo—Rio, do Serviço Meteorológico do Ministério da Aeronáutica—Rio e da Fazenda São Sebastião — Cia. Anglo S. A. — São Paulo.

1 — Quantidade das chuvas

O mapa pluviométrico da Light S.A.—São Paulo (fig. 23) exprime em isoietas as médias de 40 anos 1928-1968, de postos situados no Planalto Atlântico e faixa litorânea central e Nordeste do Estado de São Paulo, Oeste dos Estados do Rio e da Guanabara. O mapa localiza todos os postos pluviométricos e simultaneamente dá uma imagem da distribuição das chuvas durante esses 40 anos na área mapeada. Observa-se que as isoietas se concentram em “ilhas” de 4.000 mm, na serra de Cubatão, 4.000 e 4.500 mm, na serra de Itapanhaú, indicando as duas áreas de maior pluviosidade no período considerado. A isoietas de 3.000 mm, ao mesmo tempo que engloba as duas serras, prolonga-se até o planalto de Salesópolis e, ao longo da serra do Mar, de Bertioxa a Maresias, reaparece em “ilhas” na serra dos Órgãos-Estado do Rio. A isoietas de 2.500 mm revela uma área chuvosa ao longo da serra do Mar para Sudoeste até Itanhaém; para Nordeste, ocorre em “ilha” na serra de Ubatuba. A isoietas de 2.000 mm prolonga as áreas chuvosas serranas desde Itanhaém até a serra do Parati e contorna as baías da Ilha Grande e Sepetiba até a represa de Lajes, não atingindo a serra das Araras. Comprova-se, por este mapa, que os valores abaixo de 2.000 mm somente ocorrem na área a Sudoeste de Itanhaém, na área São Sebastião-Caraguatatuba e nas áreas do litoral fluminense a Leste da baía de Sepetiba.

Da análise deste mapa podem ser tiradas algumas conclusões importantes:

— as bordas do Planalto Atlântico, isto é, os altos da serra do Mar, apresentam maior pluviosidade que as baixadas litorâneas;

— as áreas que apresentam isoietas com valores acima de 2.000 mm são visíveis em três áreas distintas: ao longo da serra do Mar, desde a serra de Itanhaém até o Planalto de São Sebastião, na serra de Ubatuba e na serra dos Órgãos — Estado do Rio;

— pluviosidade a partir de 4.000 mm só ocorre em trechos isolados, nas serras do Cubatão e de Itapanhaú (provavelmente porque faltam postos pluviométricos em outras áreas geralmente chuvosas);

— a área compreendida por esta pesquisa (município de Caraguatatuba e parte do de São Sebastião) é assinalada por isoietas de 1.750-2.000 mm;

— as três áreas atingidas pelos fenômenos catastróficos do verão 1966-1967: Caraguatatuba, serra das Araras e Rio de Janeiro, apresentam os menores valores pluviométricos.

Consideradas as áreas de maior pluviosidade nos litorais Norte do Estado de São Paulo e Oeste do Estado do Rio, foram analisadas as variações pluviométricas anuais das áreas restritas ao litoral Norte, registradas nos postos do DAEE (fig. 24). A observação dos gráficos de médias mensais e totais anuais no período de 1958-1968 proporcionou a confecção do quadro anexo que ressalta os anos e meses mais chu-

Quantidade de chuvas no período 1958-1968 (em mm)

Código	Nome do Posto	Totais dos Anos mais Chuvosos	Totais dos Anos mais Secos	Meses mais Chuvosos (Média dos Totais)	Meses mais Secos (Média dos Totais)	Total do Dia mais Chuvoso
1 E 1-3	Ponta da Trindade — Mun. Ubatuba — Litoral	1965 1966 1967 = 3.734,2	1963 e 1968 = 1.800,0	Dezembro = 347,3	Agosto = 105,7	24-01-67 = 351,9
2 E 1-4	Picinguaba — Mun. Ubatuba — Litoral	1965 1966 1967 = 3.646,2	1963 = 1.414,0	Março = 341,6	Junho/Agosto = 84,4	16-02-59 = 313,8
3 E 2-9	Bairro Mato Dentro — Mun. Ubatuba — Interior da Baixada	1966 = 3.974,0 1967 = 4.373,8	1963 = 1.776,6	Dezembro = 453,9	Junho = 86,2	10-04-66 = 414,2
4 E 2-52	Bairro Ponta Grossa — Ubatuba — Litoral	1965 1966 = 3.182,5 1967 = 3.039,1	1963 = 1.440,7	Fevereiro = 364,8	Junho/Agosto = 72,7	29-03-63 = 263,0
5 E 2-46	Caputera — Mun. Caraguatatuba — Litoral	1965 1966 = 2.349,5 1967 = 2.141,2	1963 = 1.254,3	Dezembro = 247,5	Junho = 46,7	19-03-67 = 240,8
6 E 2-45	S. Francisco — Mun. São Sebastião — Litoral	1958 1961 1962 = 1.880,9	1963 = 1.047,2	Fevereiro = 222,0	Junho = 41,6	15-02-59 = 308,2
7 E 2-12	Usina Ihabela — Mun. Ihabela — Escarpa	1958 = 2.035,0 1961 1962 1967 = 1.942,6	1964 = 998,2	Março = 238,0	Junho = 48,0	15-12-58 = 394,5
8 E 3-40	Usina Itatinga — Mun. Santos — Escarpa	1958 1962 1965 1966 = 3.755,6 1967 = 4.027,4	1963 = 2.202,7	Dezembro = 430,1	Junho = 92,9	18-02-67 = 297,0
9 E 3-106	Bertioga — Mun. Santos — Litoral	1958 1962 1965 1966 = 3.440,0 1967 = 3.380,7	1964 = 1.983,7	Dezembro = 351,1	Agosto = 74,6	15-12-62 = 300,6
10 E 3-177	Paranapiacaba — M. Santo André — Planalto	1958 1962 1965 1966 = 4.216,6 1967	1963 = 2.023,8	Janeiro = 433,2	Junho = 129,6	27-03-68 = 291,4
11 E 3-45	Fazenda Itapema — Mun. Guarujá — Interior Baixada	1959 1960 1961 1965 1966 = 3.151,6 1967	1964 = 1.472,2	Fevereiro = 325,3	Junho/Agosto = 85,0	17-02-59 = 248,2
12 E 3-109	Alto da Serra — Mun. São Bernardo do Campo — Planalto	1962 1965 1966 = 5.597,6 1967 = 4.949,7	1964 = 2.603,3	Dezembro = 509,8	Junho = 98,7	01-03-61 = 333,2
13 E 3-153	Curva da Onça — Mun. Cubatão — Escarpa	1959 1961 1965 1966 = 4.447,1 1967	1963 = 2.900,0	Dezembro = 501,0	Junho = 104,1	01-03-61 = 277,3

vosos e mais secos. Da análise dessas médias e totais foram feitas algumas considerações julgadas importantes para melhor entendimento da paisagem:

— os postos Curva da Onça, Alto da Serra, Paranapiacaba, Itatinga, de fato apresentam os valores mais altos, nos totais anuais, confirmando que os maiores índices de pluviosidade se apresentam nas bordas do Planalto, acentuadamente nas serras do Cubatão e Itapanhaú, ao passo que os postos situados nas baixadas apresentam menores índices;

— todos os postos apresentaram os anos de 1965, 1966 e 1967 como os mais chuvosos, salvo os de São Francisco e Ilhabela. Estes, com o de Caraguatatuba, registraram menor pluviosidade em todo o litoral Norte, assim como uma melhor distribuição das chuvas, protegidos pelos picos e escarpas da ilha e planalto de São Sebastião;

— ao Sul e Sudoeste de São Sebastião, nesses 10 anos, os postos registraram entre 3.151,6 a 5.597,6 mm de total anual, com índices mais altos na serra de Itapanhaú (Itatinga) e na de Cubatão (Alto da Serra e Curva da Onça). A Norte e Nordeste dessa mesma área os postos registraram entre 3.182,5 a 4.373,8 mm de total anual, com maiores índices em Picinguaba; a partir daí em direção a São Sebastião, os totais em geral decrescem, como por exemplo no bairro Ponta Grossa, ao Sul da cidade de Ubatuba (3.182,5 mm) sendo que o mínimo se estabeleceu no bairro São Francisco com 1.880,9 mm;

— o ano de 1963 foi o ano mais seco em quase todos os postos, vigorando sempre valores mais altos nos postos ao Sul e Sudoeste de São Sebastião;

— considerando as médias dos totais mensais, nota-se que há uma diferença acentuada entre os meses de inverno mais secos e os de verão mais úmidos. Os meses mais chuvosos, em ordem decrescente, são: dezembro, fevereiro, março e janeiro; os de junho e agosto são os menos chuvosos. Os postos de São Francisco, Ilhabela e Caputera foram os que registraram menor pluviosidade em todos os meses. Mesmo nos meses mais secos, foram os postos ao Sul e Sudoeste de São Sebastião, que apresentaram os índices de quantidade de chuvas mais elevados, sobretudo os postos situados em escarpas;

— enfim, pode-se muito bem observar que, segundo o total dos dias mais chuvosos nos 10 anos, não há propriamente uma relação entre esses dias, anos e meses mais chuvosos. Esse total indica chuvas concentradas num dia que nem sempre corresponde aos meses e anos mais chuvosos, mas sim acusa chuvadas locais nos diferentes postos.

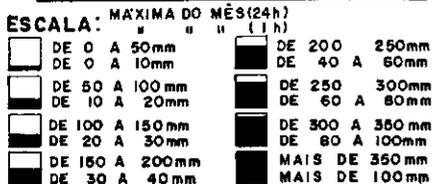
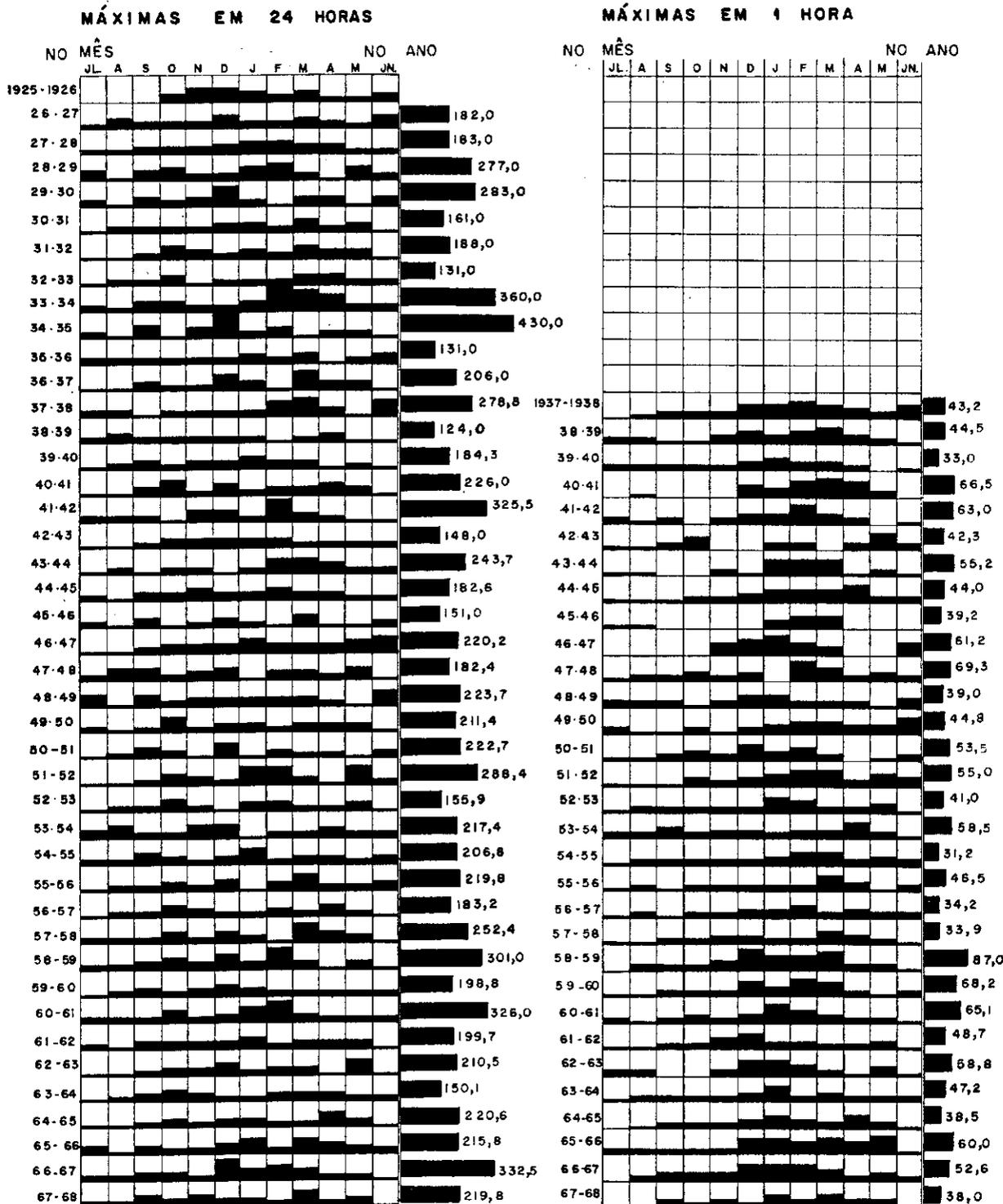
2 — Intensidade das chuvas

Os gráficos de intensidade de chuvas (figs. 25, 26, 27, 28 e 29) foram feitos de acordo com os dados de 5 postos meteorológicos da Light S. A. no litoral Norte de São Paulo (a escala dos gráficos que exprime figurativamente esta intensidade de chuvas está expressa na folha Represa Pedras): Itapanhaú, Represa Pedras, São Sebastião, Caraguatatuba e Represa Lajes. A posição dos postos é estratégica em relação às áreas com índices pluviométricos contrastantes. Pedras e Itapanhaú, por exemplo, representam as mais chuvosas, enquanto São Sebastião e Caraguatatuba, nas baixadas, são as que recebem menores precipita-

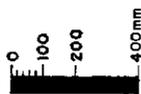
ESTUDOS DE INTENSIDADE DE CHUVAS REPRESA PEDRAS

ALT.: 733 m
LAT.: S 23° 52'
LONG.: Gr. W 46° 31'

Fig. 25

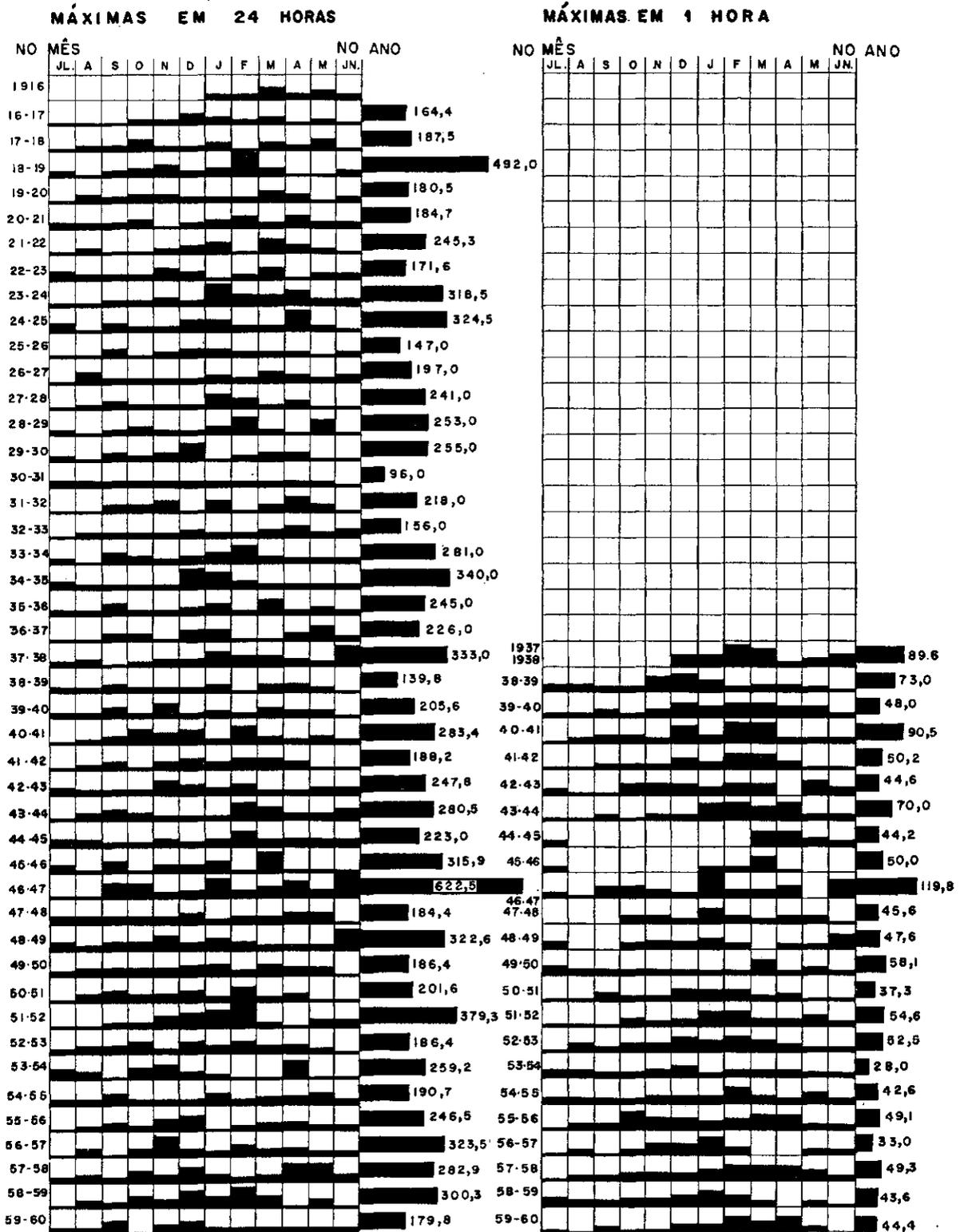


ESCALA: MÁXIMA DO ANO (24h)



ESTUDOS DE INTENSIDADE DE CHUVAS ITAPANHAÚ

Fig.26

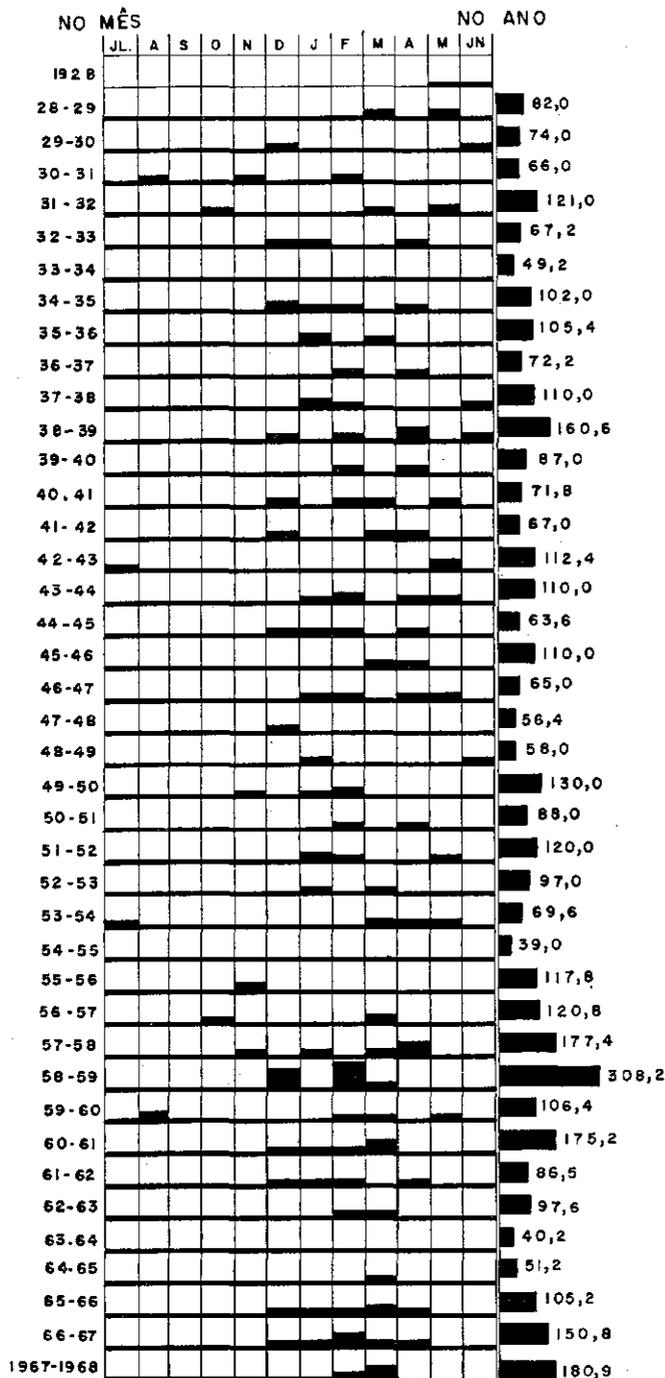


ESTUDOS DE INTENSIDADE DE CHUVAS SÃO SEBASTIÃO

Fig.27

ALT.: 10 m
LAT.: S 23°48'
LONG.: Gr. W 45°24'

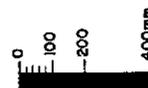
MÁXIMAS EM 24 HORAS



ESCALA: MÁXIMA DO MÊS (24h)



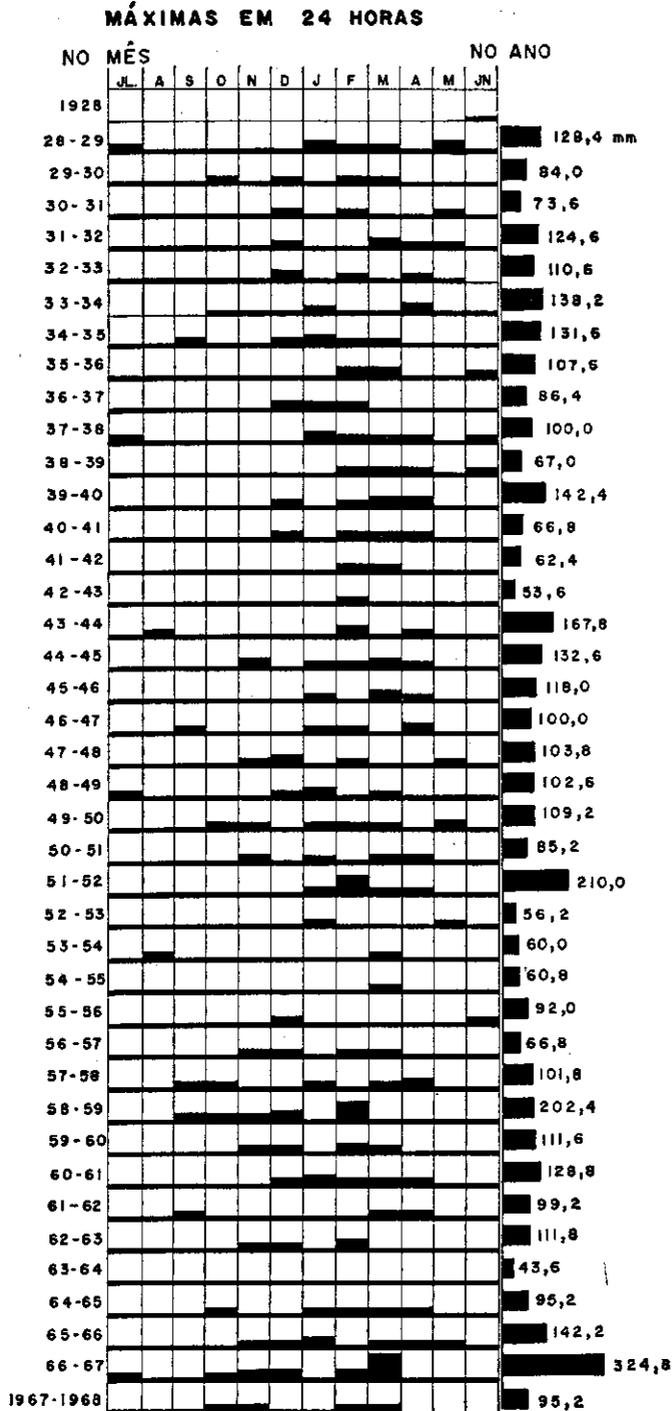
ESCALA: MÁXIMA DO ANO (24h)



ESTUDOS DE INTENSIDADE DE CHUVAS CARAGUATATUBA

Fig.28

ALT.:
LAT.: 23° 37' S
LONG.: Gr. W 45°24'



ESTUDOS DE INTENSIDADE DE CHUVAS · REPRESA LAJES · ALT.: 462,8m - LAT.S. 22° 72' 25" - LONG.: W 43° 57' 02"

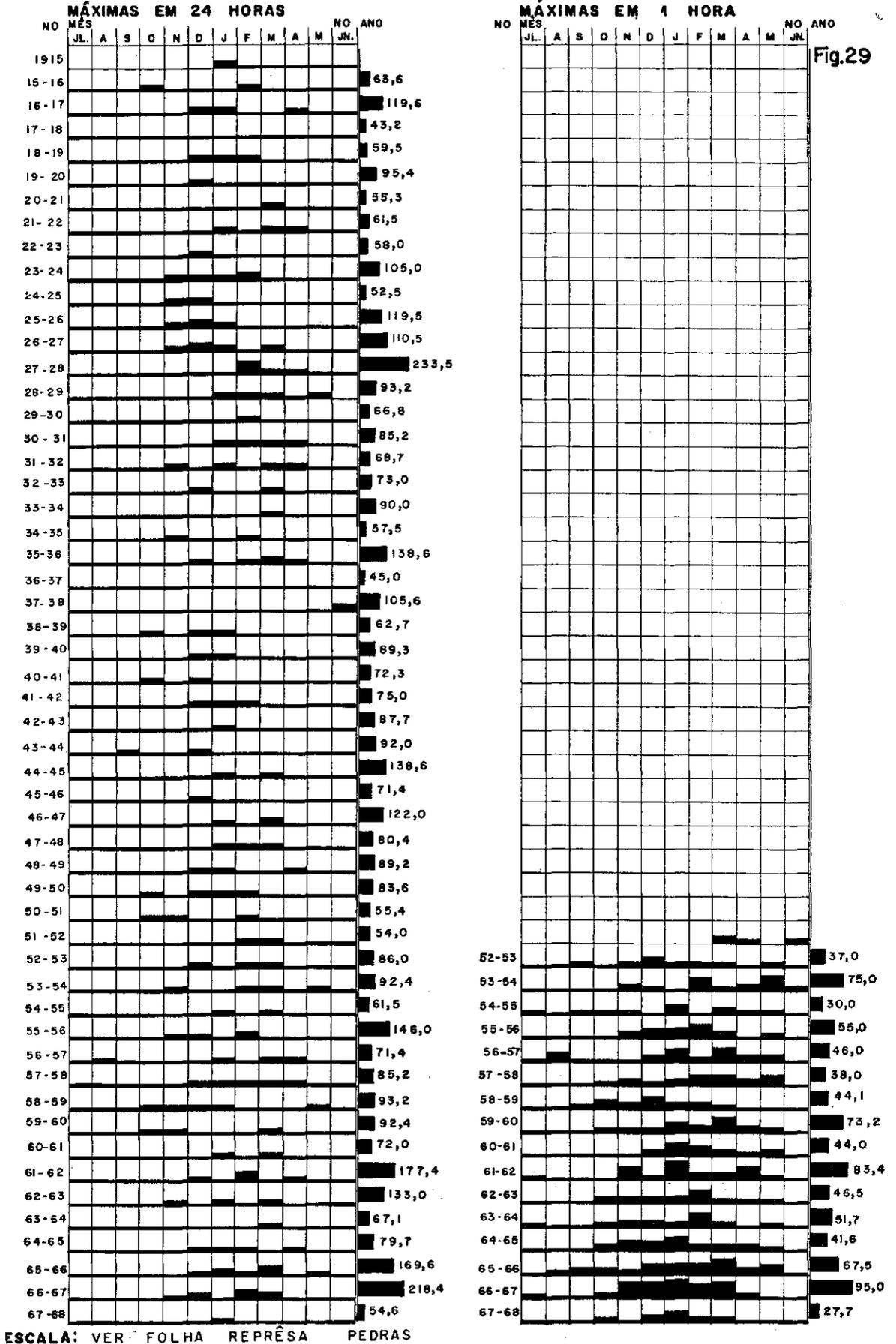


Fig.29

ções. O de Lajes, situado em um setor serrano rebaixado, apresenta também valores mais baixos:

— observa-se que os postos de Represa *Pedras* e *Itapanhaú*, além de representarem áreas com índices de grande pluviosidade, também representam os mais altos índices de intensidade de chuvas. Em ambos os locais chove durante todo o ano e ambos apresentam intensidades elevadas nos meses de novembro a março;

— o contraste entre o inverno menos úmido e o verão mais chuvoso salta à vista quando são consideradas as máximas de intensidade em 1 hora: Represa Pedras chegou a apresentar *máxima horária* de 87 mm em dezembro/1968 e Itapanhaú 119,8 mm em janeiro/1947, em contraste com máximas bem mais baixas de inverno;

— em 24 horas, as máximas chegaram em Pedras a 430,0 mm em dezembro/1934 e em Itapanhaú a 622,5 mm em junho/1947;

— de 1928 a 1930, 1933 a 1935, 1937-1938, 1943-1944, 1946-1947, 1951-1952, 1957 a 1959, nestes dois postos, as máximas em 24 horas foram aproximadamente concomitantes, em episódios extremos, agravando os verões normalmente chuvosos. Nota-se também, às vezes, que não coincidem, o que mostra que *as chuvas de grande intensidade são locais e não regionais*. Outras vezes há anos em que as chuvas mais intensas prolongam-se até o outono e mesmo no início do inverno, como, por exemplo, em Itapanhaú em 1947. Os anos ou série de anos que apresentam chuvas de excepcional intensidade são intercalados em épocas ou anos mais secos. Mas há uma certa desorganização nas ocorrências dessas intensidades. A área de Itapanhaú recebe chuvas de maior intensidade mais freqüentemente que a de Pedras.

Situados em baixadas, os postos de *Caraguatatuba* e *São Sebastião* apresentam menores índices, com um contraste pluviométrico entre inverno e verão mais acentuado, sobretudo em São Sebastião. Em 24 horas os índices mais altos no período nos dois postos foram:

Caraguatatuba: 324,8 mm, em março-1967 e 210,0 mm, em fevereiro-1952;

São Sebastião: 308,2 mm em fevereiro-1959 e 177,4 mm em abril-1958;

— Caraguatatuba apresenta, no inverno e primavera, maiores índices que São Sebastião, apesar de que em ambos os postos não ocorreram dias de grande intensidade de chuvas nesta época.

— Em Caraguatatuba há uma leve acentuação de mais altos índices até 1951-1952, ocorrendo posteriormente diminuição em 1964, quando então as intensidades diárias começam a elevar-se, culminando com 1966-1967. Um fenômeno a ser observado é que os anos com maiores intensidades são sucedidos por anos contrastantes, com chuvas pouco intensas, e quanto menores são os índices de intensidade mais acentuados são os contrastes chuvosos no inverno e no verão.

Em *Lajes*, à meia escarpa da serra das Araras, os dados evidenciam mais baixos índices que no litoral Norte. Não há termo de comparação entre os mesmos e os de Pedra e Itapanhaú, sendo também mais baixo que os de Caraguatatuba e São Sebastião. Seus índices mais altos foram:

233,5 mm em fevereiro-1928 e 218,4 mm em janeiro-1967.

Como as máximas diárias não atingem freqüentemente 100 mm, seus valores extremos são exceções; já as máximas em 1 hora são mais

expressivas, igualando-se aproximadamente às de Pedras e Itapanhaú. Isto indica que os *índices de intensidade em 1 hora* são os *mais importantes para um melhor estudo da dinâmica da paisagem*.

Em conclusão: — Os verões muito úmidos do litoral Norte comportam um regime de chuvas com episódios pluviais intensos, nos meses de novembro a março, podendo ocorrer raramente em outros meses, sobretudo nos de outono. Esses contrastes entre os invernos menos úmidos e os verões mais úmidos são bem visualizados nos índices de intensidade pluvial em 1 hora; nos de 24 horas nota-se que também, em outros meses, ocorrem chuvas concentradas. Os anos de excepcional intensidade podem ser intercalados com anos bem mais secos. Em geral, são chuvas que se concentram não só no tempo mas também no espaço, e por isto são em geral *locais*, ocorrendo nos verões mais chuvosos, nos mais diversos pontos, em dias e meses diferentes. A quantidade e intensidade das chuvas aumentou a partir de 1964 e culminou com um período excepcional no verão 1966-1967.

3 — Distribuição diária das chuvas na área de Caraguatatuba durante o período 1964-1967

A área foi atingida no verão de 1966-1967 por fenômenos de alta quantidade e intensidade pluviométrica, culminando com as chuvas de 18 de março de 1967 que, em poucas horas, acarretou centenas de escorregamentos nas vertentes escarpadas de parte das serras de Caraguatatuba e Massaguaçu. Por isto, esta área foi considerada de maneira especial, tendo sido analisados os dados diários pluviométricos dos 3 postos aí existentes a partir de 1964, ano a partir do qual foram obtidos os dados de chuva e de temperatura do posto Empresa da Fazenda dos Ingleses. A localização desses postos em pontos diferentes é bem significativa:

Rio do Ouro (DAEE) situa-se na base da serra de Caraguatatuba, no interior do alvéolo interno da bacia do rio Santo Antônio (fechado em fins de 1967)

Caputera (DAEE) na cidade de Caraguatatuba, quase à beira-mar

Empresa (fazenda São Sebastião) no interior da baixada drenada pelo rio Juqueriquerê (fechado em 1967, como também foram fechados em 1964 e 1965 os postos Camburu e Piraçununga, pertencente à mesma Companhia).

Rio do Ouro: as máximas diárias desses 4 anos até março/1967 foram:

1964	—	109,1 mm em 9 de março e
		70,6 mm em 3 de setembro
1965	—	182,7 mm em 20 de abril e
		99,7 mm em 20 de janeiro
1966	—	110,0 mm em 24 de dezembro e
		90,6 mm em 7 de outubro
1967	—	200,9 mm em 13 de janeiro e
		195,5 mm em 18 de março
		194,5 mm em 24 de outubro

— Durante estes anos, nos meses de novembro a março, choveu sempre acima de 14 dias, sendo que, em 1967, choveu diariamente nos 3 primeiros meses, salvo raros dias em fevereiro e março.

— Os totais anuais foram de: 1.954,4 em 1964
2.556,8 em 1965
2.208,6 em 1966
2.404,4 em 1967

— Houve, em geral, um acréscimo de totais mensais a partir de 1964, culminando com os 3 meses iniciais de 1967 (janeiro com 541,2 e fevereiro com 268,6 mm; março não foi computado porque o posto, assim como o da Empresa, destruído no dia 18, só recomeçou a funcionar em abril).

Caputera: Choveu menos que no Rio do Ouro. As máximas diárias foram:

1964 — 67,8 mm em 1 de maio e
49,8 mm em 5 de outubro
1965 — 75,7 mm em 20 de abril e
73,6 mm em 29 de abril
1966 — 120,1 mm em 13 de novembro e
117,5 mm em 23 de dezembro
1967 — 240,8 mm em 18 de março e
103,2 mm em 19 de fevereiro

— Os meses de verão nestes 4 anos acusaram sempre 13 ou mais dias de chuva, sendo que no de 1966-1967 choveu em

novembro — 14 dias
dezembro — 18 dias
janeiro — 28 dias
fevereiro — 20 dias
março — 25 dias

Empresa: Como nos 2 postos anteriores, as máximas diárias aumentaram até 1967:

1964 — 77,0 mm em 6 de março e
31,5 mm em 28 de março
1965 — 80,0 mm em 19 de janeiro e
61,0 mm em 21 de dezembro
1966 — 136,0 mm em 23 de dezembro e
130,0 mm em 12 de novembro
1967 — 420,0 mm em 18 de março e
232,0 mm em 18 de fevereiro

— Somente o verão de 1966-1967 caracterizou-se por um número mais elevado de dias de chuva:

12 dias em novembro e 10 dias em dezembro 1966
20 dias em janeiro
14 dias em fevereiro

em março choveu quase diariamente, culminando nos dias 17 e 18 de março, respectivamente com 115,0 e 420,0 (segundo informações, no dia 18, as chuvas devem ter superado 420,0 mm).

— O posto registrou variações térmicas expressivas. Assim, o número de dias com máximas iguais ou acima de 30° no verão foram frequentes, atingindo às vezes 38°. Mas, somente em 1967 verificou-se um inverno mais rigoroso em junho e julho, com 14 dias de mínimas abaixo de 10°.

Concluindo, pode-se afirmar que a área de Caraguatatuba, como uma das menos chuvosas do litoral Norte, apresentou também um período de pluviosidade crescente a partir de 1964, cujo clímax foi atingido em 1967, a 18 de março. Este fato é evidente, constatado nos 3 postos que apresentaram nos meses de verão, de novembro a março, mais de 14 dias de chuva. O da Empresa, em meio à baixada, foi o que acusou máximas diárias mais altas, coincidindo com máximas térmicas mais elevadas, culminando no mês de março com chuvas diárias e no dia 18 com 420 mm ou mais.

4 — Os episódios mais destacados no verão 1966-1967

Depois do ano mais seco em 1963, as chuvas tenderam a ser mais frequentes e duradouras, a partir de 1964-1965 e atingiram os índices mais elevados em 1966-1967, o que exigiu uma análise mais detalhada deste verão. Foram feitos gráficos de distribuição diária de chuvas de 22 postos pluviométricos (DAEE e Light S.A.), divididos em 4 grupos instalados ao longo do litoral Norte, a partir da Baixada Santista até Rio de Janeiro. Foi incluído também o mês de novembro, porque é a partir daí que as chuvas se tornam bem mais expressivas. Estes postos são:

— Alto da Serra, Pedras e Curva da Onça (serra do Cubatão), Fazenda Itapema e Bertioga (baixada), Paranapiacaba (serra do Mogi) e Usina Itatinga (serra Itapanhaú);

— Passa Quatro (planalto Alto Paraibuna), São Sebastião e Caraguatatuba (baixadas) e Usina Ilhabela (morro do Cume, ilha de São Sebastião);

— Bairro Ponta Grossa e Bairro Mato Dentro (baixada de Ubatuba), Picinguaba (baixada) e Ponta da Trindade, na divisa do Estado de São Paulo com o do Rio de Janeiro;

— Rio de Janeiro, Praça Quinze (baixada), Lajes (serra das Araras), Fazenda Santa Rosa, Ipê, Vargem e Tocos (planalto).

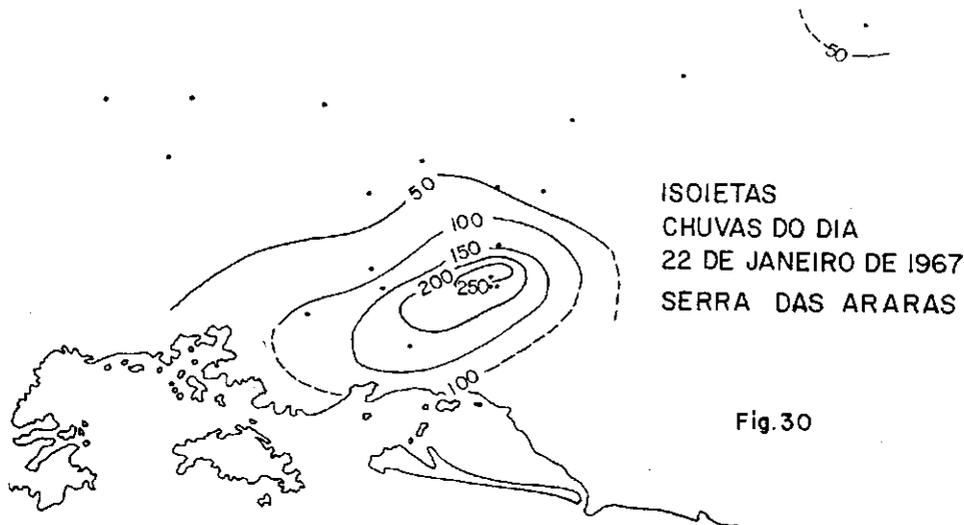
A partir destes gráficos foram selecionados os episódios marcantes, isto é, aqueles que apresentaram altos índices de chuvas em quase todos os postos:

— *novembro*: o episódio destacado foi o dos dias 11 a 14. As chuvas acentuaram-se em Paranapiacaba no dia 11 com 132,6 mm e em Lajes e Ipê no dia 13, com 90 mm. Mato Dentro registrou neste mês 22 dias de chuva;

— *dezembro*: o episódio dos dias 21 a 24 repercutiu em Pedras no dia 22 com 272,2 mm. Passa Quatro registrou 21 dias de chuva.

— *janeiro*: o primeiro episódio de 10 a 14 provocou no dia 10 em Pedras 170 mm; o segundo, de 20 a 26, destacou-se na Ponta da Trin-

dade no dia 24 com 351,9 mm e em Santa Rosa no dia 22 com 275 mm. Este último episódio ficou bem marcado pela ocorrência de fortes chuvas na serra das Araras. O mapa de isoietas do dia 22 (Light S.A.) (fig. 30) revela uma concentração das chuvas sobre a serra, atingindo também a do Leandro e o vale do Mazomba, no Estado do Rio. Ocorreram neste mês mais de 20 dias de chuva em 17 dos 22 postos (26 em Caraguatatuba)

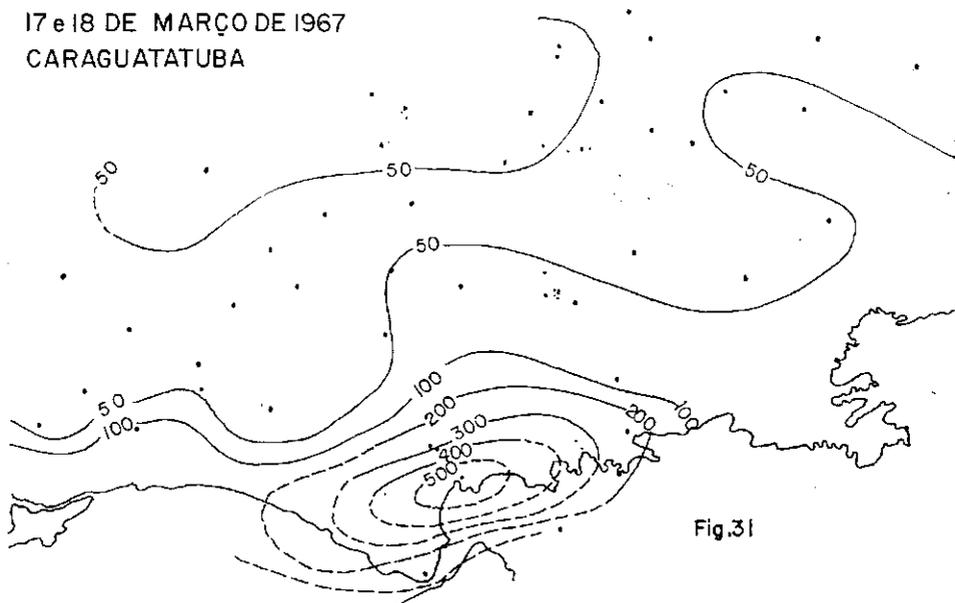


— *fevereiro*: o episódio de 17 a 20 foi o mais importante. Itatinga registrou 297,5 mm e Pedras 240,8 no dia 18. Rio de Janeiro acusou nos dias 18 e 19, respectivamente, 138,2 e 181,4 mm. Foi no dia 18 que se sucederam nesta cidade fenômenos de escorregamentos com graves conseqüências. Ocorreram mais de 20 dias de chuva em Paranapiacaba, Alto da Serra, Pedras, Passa Quatro, Ilhabela e Mato Dentro;

— *março*: o sexto grande episódio deste verão foi o que ocorreu nos dias 17 a 20. Passa Quatro registrou 196,4 mm, São Sebastião 119,8 mm, Pedras 120 mm e Santa Rosa 126,2 mm. Caraguatatuba acusou 260,0 mm no dia 17 e 324,8 mm o dia 18. O mapa de isoietas dos dias 17 e 18 (Light S.A.) (fig. 31) revela uma concentração das chuvas em Caraguatatuba-Massaguaçu; as isoietas de 400 e 500 mm figuram exatamente sobre as áreas atingidas pelos fenômenos de dinâmica das vertentes do dia 18. Ocorreram mais de 20 dias com chuvas em Fazenda Itapema, Paranapiacaba, Alto da Serra, Pedras, Passa Quatro, Caraguatatuba, Ilhabela, bairro Mato Dentro, Santa Rosa e Tocos. Os totais deste mês atingiram em Caraguatatuba, Passa Quatro e São Sebastião os mais altos índices, 945,6 mm, 608,0 mm e 468,0 mm, respectivamente.

Concluindo, pode-se afirmar que este verão foi muito favorecido, durante os 5 meses, por episódios de alta pluviosidade neste trecho da costa Sudeste brasileira. Não somente impressionam seus altos índices pluviométricos diários como também a freqüência das chuvas. Verifica-se que há postos que acusam pluviosidade durante quase todo um mês ou pelo menos 13 a 20 dias de chuvas. Esta freqüência, associada à intensidade das chuvas, faz compreender que tal zona escarpada marítima apresenta constantemente problemas de dinâmica geomorfológica, co-

ISOIETAS DE
17 e 18 DE MARÇO DE 1967
CARAGUATATUBA



mo os de Caraguatatuba. Não há dúvida de que outras áreas da serra do Mar, neste trecho, também devem ter sido atingidas por fenômenos idênticos. No entanto, são difíceis de serem identificadas, pela ausência de grandes repercussões na ocupação humana e de observações meteorológicas. Somente uma nova cobertura aerofotogramétrica da mesma área poderia registrar tais fenômenos e assim fornecer informações a respeito.

5 — Variação rítmica combinada dos elementos do clima no verão 1966-1967

Dos dados de 6 estações meteorológicas fornecidos pelo Serviço Regional de Meteorologia e da Light S.A. existentes no litoral entre Rio de Janeiro e Santos, foram feitos gráficos de variação diária dos elementos do clima com a indicação das alturas mensais de chuva. Infelizmente, muito poucas estações existem. A de Ubatuba, por exemplo, é uma das únicas existentes no litoral Norte; por isto, foi escolhida para representar os sistemas atmosféricos regionais que também são válidos para as 5 outras estações escolhidas. Foram registrados os dados dos elementos atmosféricos de novembro a março, interpretados e inter-relacionados, para dar uma visão conjunta da variação rítmica nesse verão, tentar definir os sistemas atmosféricos mais frequentes e chegar a um entendimento dos fenômenos já referidos.

Procurou-se, com os dados diários, figurar essas variações rítmicas e interpretá-las de maneira a poder chegar a definir seus sistemas atmosféricos. Para isto, recorreu-se à consulta das cartas sinóticas da Diretoria de Rotas Aéreas do Ministério da Aeronáutica, de acordo com a orientação do Laboratório de Climatologia do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, adotando-se uma legenda segundo os trabalhos de MONTEIRO (1969) e GUADARRAMA (1971).

Análise da variação rítmica combinada dos elementos climáticos:

As 5 estações que representam áreas climáticas diferentes estão ligadas ao litoral e à borda escarpada do Planalto Atlântico entre Santos e Rio de Janeiro (figs. 32, 33, 34, 35 e 36):

Pedra, na serra de Cubatão, representa uma das áreas de maior pluviosidade do litoral focalizado;

Ubatuba representaria boa parte do litoral Norte e mais diretamente a área de pesquisa;

Angra dos Reis, na baía da Ilha Grande, intermediária entre o litoral Norte e a região do Rio de Janeiro;

Guanabara situada na sede do Observatório Meteorológico (Praça Quinze);

Lajes, na serra das Araras, Estado do Rio.

Pela observação das alturas mensais percebeu-se que as chuvas, em novembro, ainda não são quantitativamente elevadas, mas já apresentam episódios de maior intensidade, típicos das épocas estivais. É um mês de transição entre a fase menos úmida do inverno e primavera e a superúmida dos meses seguintes. Esta transição faz-se num crescente, ou bruscamente, conservando alturas mensais expressivas até fins de março. Isto é bem visível em todas as estações:

— em Ubatuba as alturas mensais apresentaram 294,4 mm, em novembro e culminaram com 960,3 mm, em março;

— em Pedras as alturas mensais, em novembro, foram de 456,4 mm e em fevereiro, 930,8 mm;

— em Angra dos Reis choveu menos, mas os totais mensais em janeiro subiram a 850,2 mm;

— em Lajes o máximo mensal foi de 676,5 mm em janeiro;

— Guanabara apresentou os menores índices, atingindo o máximo, em fevereiro, de 432,0 mm.

Os episódios mais significativos ocorrem em geral relacionados a elevadas precipitações, que são antecedidas por ventos do quadrante Oeste, altas temperaturas, maior evaporação e valores mais baixos de umidade relativa e de pressão. Durante as mesmas, conseqüentemente, os índices de nebulosidade, umidade relativa a pressões crescem, em oposição ao declínio das temperaturas e evaporação, predominando os ventos do quadrante Sul.

O gráfico de Ubatuba (escolhido como padrão) mostra uma *nebulosidade* constante, apresentando, nos 151 dias, uma freqüência de 67,7% (em março, 72% das 3 médias diárias indicam céu totalmente coberto. As *temperaturas* médias estão sempre entre 20 e 30°, atingindo somente uma máxima de 35,6°, em dezembro e mínima de 11,3°, em novembro. Concomitantemente, a *umidade relativa* apresenta-se sempre elevada, em oposição aos valores mínimos de *evaporação*, enquanto que a *pressão atmosférica* varia entre 1.000 e 1.020 mb. Percebe-se que a direção dos ventos é predominantemente de Sudeste, acusando um máximo em dezembro, com 91,3% de direções do quadrante Sul, sendo 61,3% de Sudeste.

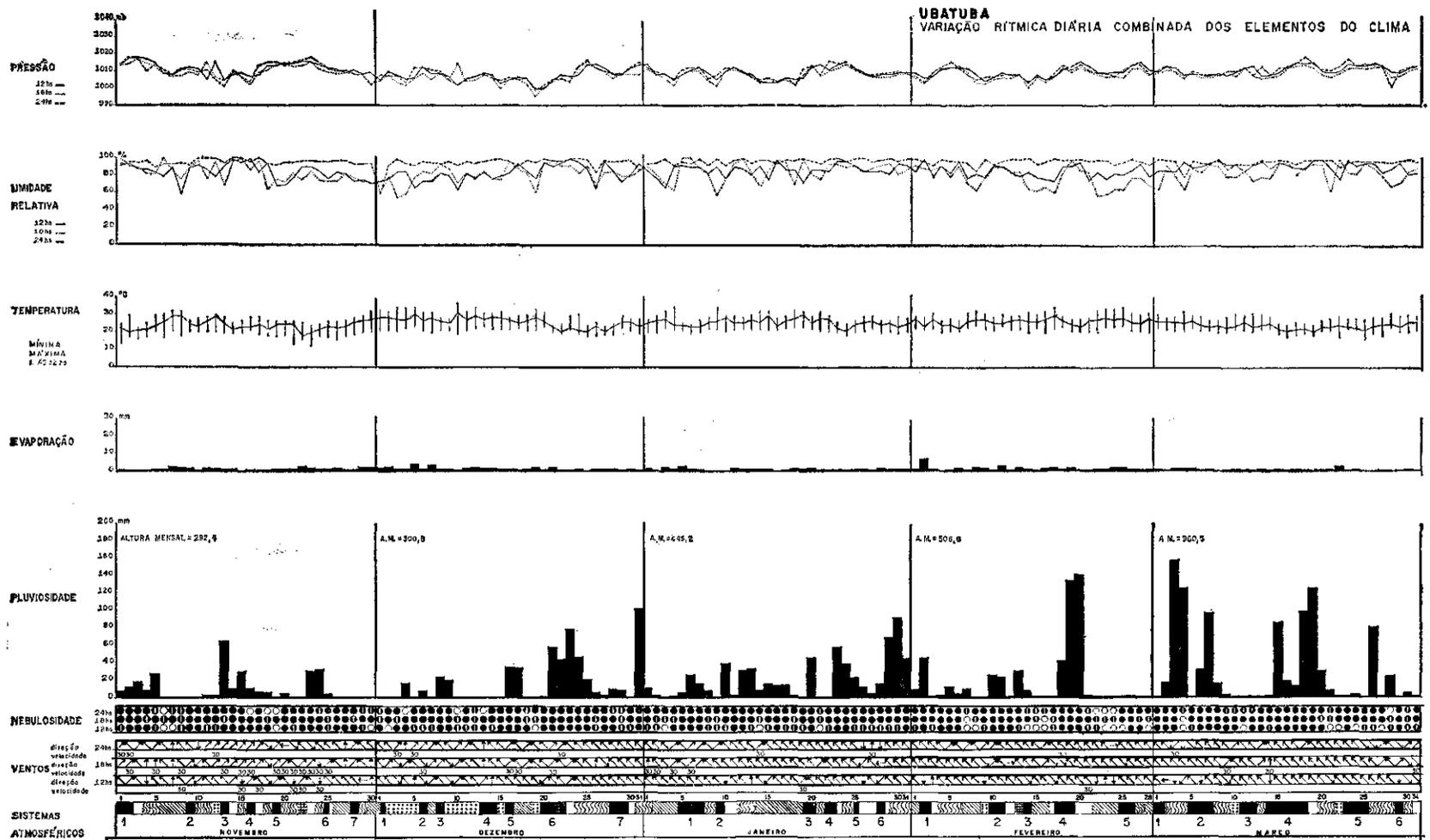
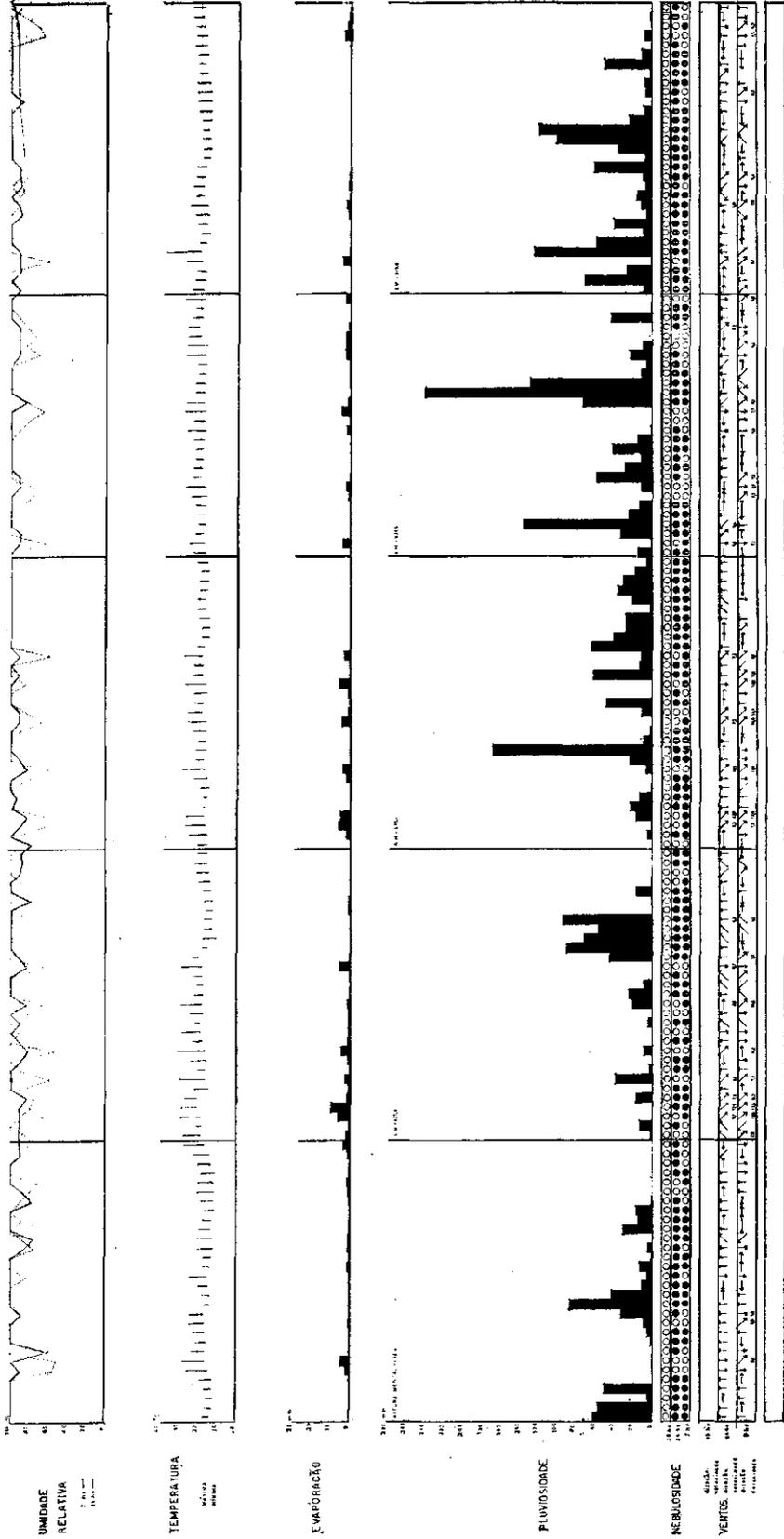


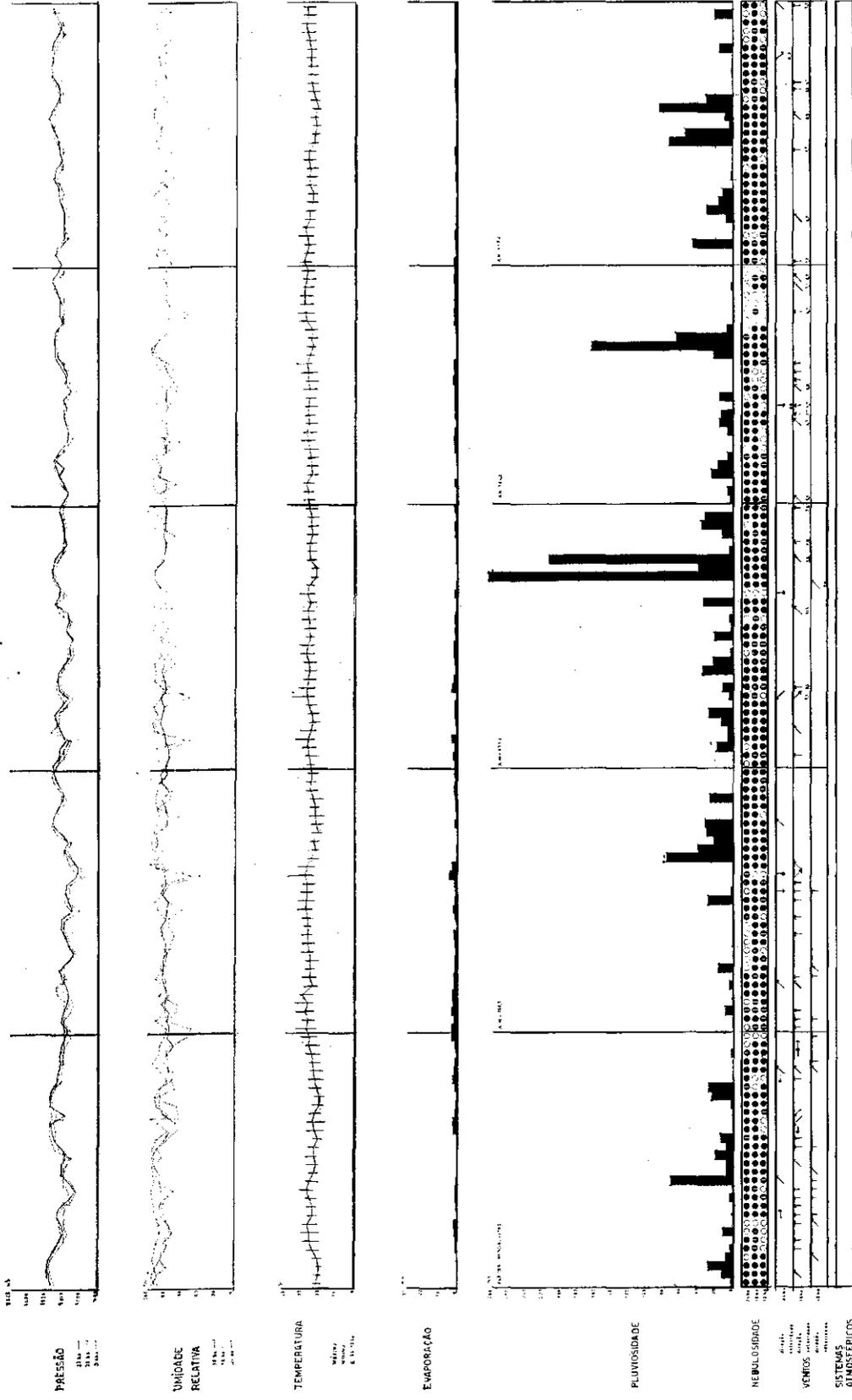
Fig.32

P E D R A S



10/11/2008, 10:00:00 AM

A N G R A D O S R E Í S



LEGENDA
 OBSERVADO
 1000 1010 1020
 1013 1014 1015 1016 1017
 1018 1019 1020
 1021 1022 1023
 1024 1025 1026
 1027 1028 1029
 1030 1031 1032
 1033 1034 1035
 1036 1037 1038
 1039 1040 1041
 1042 1043 1044
 1045 1046 1047
 1048 1049 1050
 1051 1052 1053
 1054 1055 1056
 1057 1058 1059
 1060 1061 1062
 1063 1064 1065
 1066 1067 1068
 1069 1070 1071
 1072 1073 1074
 1075 1076 1077
 1078 1079 1080
 1081 1082 1083
 1084 1085 1086
 1087 1088 1089
 1090 1091 1092
 1093 1094 1095
 1096 1097 1098
 1099 1100 1101
 1102 1103 1104
 1105 1106 1107
 1108 1109 1110
 1111 1112 1113
 1114 1115 1116
 1117 1118 1119
 1120 1121 1122
 1123 1124 1125
 1126 1127 1128
 1129 1130 1131
 1132 1133 1134
 1135 1136 1137
 1138 1139 1140
 1141 1142 1143
 1144 1145 1146
 1147 1148 1149
 1150 1151 1152
 1153 1154 1155
 1156 1157 1158
 1159 1160 1161
 1162 1163 1164
 1165 1166 1167
 1168 1169 1170
 1171 1172 1173
 1174 1175 1176
 1177 1178 1179
 1180 1181 1182
 1183 1184 1185
 1186 1187 1188
 1189 1190 1191
 1192 1193 1194
 1195 1196 1197
 1198 1199 1200
 1201 1202 1203
 1204 1205 1206
 1207 1208 1209
 1210 1211 1212
 1213 1214 1215
 1216 1217 1218
 1219 1220 1221
 1222 1223 1224
 1225 1226 1227
 1228 1229 1230
 1231 1232 1233
 1234 1235 1236
 1237 1238 1239
 1240 1241 1242
 1243 1244 1245
 1246 1247 1248
 1249 1250 1251
 1252 1253 1254
 1255 1256 1257
 1258 1259 1260
 1261 1262 1263
 1264 1265 1266
 1267 1268 1269
 1270 1271 1272
 1273 1274 1275
 1276 1277 1278
 1279 1280 1281
 1282 1283 1284
 1285 1286 1287
 1288 1289 1290
 1291 1292 1293
 1294 1295 1296
 1297 1298 1299
 1300 1301 1302
 1303 1304 1305
 1306 1307 1308
 1309 1310 1311
 1312 1313 1314
 1315 1316 1317
 1318 1319 1320
 1321 1322 1323
 1324 1325 1326
 1327 1328 1329
 1330 1331 1332
 1333 1334 1335
 1336 1337 1338
 1339 1340 1341
 1342 1343 1344
 1345 1346 1347
 1348 1349 1350
 1351 1352 1353
 1354 1355 1356
 1357 1358 1359
 1360 1361 1362
 1363 1364 1365
 1366 1367 1368
 1369 1370 1371
 1372 1373 1374
 1375 1376 1377
 1378 1379 1380
 1381 1382 1383
 1384 1385 1386
 1387 1388 1389
 1390 1391 1392
 1393 1394 1395
 1396 1397 1398
 1399 1400 1401
 1402 1403 1404
 1405 1406 1407
 1408 1409 1410
 1411 1412 1413
 1414 1415 1416
 1417 1418 1419
 1420 1421 1422
 1423 1424 1425
 1426 1427 1428
 1429 1430 1431
 1432 1433 1434
 1435 1436 1437
 1438 1439 1440
 1441 1442 1443
 1444 1445 1446
 1447 1448 1449
 1450 1451 1452
 1453 1454 1455
 1456 1457 1458
 1459 1460 1461
 1462 1463 1464
 1465 1466 1467
 1468 1469 1470
 1471 1472 1473
 1474 1475 1476
 1477 1478 1479
 1480 1481 1482
 1483 1484 1485
 1486 1487 1488
 1489 1490 1491
 1492 1493 1494
 1495 1496 1497
 1498 1499 1500
 1501 1502 1503
 1504 1505 1506
 1507 1508 1509
 1510 1511 1512
 1513 1514 1515
 1516 1517 1518
 1519 1520 1521
 1522 1523 1524
 1525 1526 1527
 1528 1529 1530
 1531 1532 1533
 1534 1535 1536
 1537 1538 1539
 1540 1541 1542
 1543 1544 1545
 1546 1547 1548
 1549 1550 1551
 1552 1553 1554
 1555 1556 1557
 1558 1559 1560
 1561 1562 1563
 1564 1565 1566
 1567 1568 1569
 1570 1571 1572
 1573 1574 1575
 1576 1577 1578
 1579 1580 1581
 1582 1583 1584
 1585 1586 1587
 1588 1589 1590
 1591 1592 1593
 1594 1595 1596
 1597 1598 1599
 1600 1601 1602
 1603 1604 1605
 1606 1607 1608
 1609 1610 1611
 1612 1613 1614
 1615 1616 1617
 1618 1619 1620
 1621 1622 1623
 1624 1625 1626
 1627 1628 1629
 1630 1631 1632
 1633 1634 1635
 1636 1637 1638
 1639 1640 1641
 1642 1643 1644
 1645 1646 1647
 1648 1649 1650
 1651 1652 1653
 1654 1655 1656
 1657 1658 1659
 1660 1661 1662
 1663 1664 1665
 1666 1667 1668
 1669 1670 1671
 1672 1673 1674
 1675 1676 1677
 1678 1679 1680
 1681 1682 1683
 1684 1685 1686
 1687 1688 1689
 1690 1691 1692
 1693 1694 1695
 1696 1697 1698
 1699 1700 1701
 1702 1703 1704
 1705 1706 1707
 1708 1709 1710
 1711 1712 1713
 1714 1715 1716
 1717 1718 1719
 1720 1721 1722
 1723 1724 1725
 1726 1727 1728
 1729 1730 1731
 1732 1733 1734
 1735 1736 1737
 1738 1739 1740
 1741 1742 1743
 1744 1745 1746
 1747 1748 1749
 1750 1751 1752
 1753 1754 1755
 1756 1757 1758
 1759 1760 1761
 1762 1763 1764
 1765 1766 1767
 1768 1769 1770
 1771 1772 1773
 1774 1775 1776
 1777 1778 1779
 1780 1781 1782
 1783 1784 1785
 1786 1787 1788
 1789 1790 1791
 1792 1793 1794
 1795 1796 1797
 1798 1799 1800
 1801 1802 1803
 1804 1805 1806
 1807 1808 1809
 1810 1811 1812
 1813 1814 1815
 1816 1817 1818
 1819 1820 1821
 1822 1823 1824
 1825 1826 1827
 1828 1829 1830
 1831 1832 1833
 1834 1835 1836
 1837 1838 1839
 1840 1841 1842
 1843 1844 1845
 1846 1847 1848
 1849 1850 1851
 1852 1853 1854
 1855 1856 1857
 1858 1859 1860
 1861 1862 1863
 1864 1865 1866
 1867 1868 1869
 1870 1871 1872
 1873 1874 1875
 1876 1877 1878
 1879 1880 1881
 1882 1883 1884
 1885 1886 1887
 1888 1889 1890
 1891 1892 1893
 1894 1895 1896
 1897 1898 1899
 1900 1901 1902
 1903 1904 1905
 1906 1907 1908
 1909 1910 1911
 1912 1913 1914
 1915 1916 1917
 1918 1919 1920
 1921 1922 1923
 1924 1925 1926
 1927 1928 1929
 1930 1931 1932
 1933 1934 1935
 1936 1937 1938
 1939 1940 1941
 1942 1943 1944
 1945 1946 1947
 1948 1949 1950
 1951 1952 1953
 1954 1955 1956
 1957 1958 1959
 1960 1961 1962
 1963 1964 1965
 1966 1967 1968
 1969 1970 1971
 1972 1973 1974
 1975 1976 1977
 1978 1979 1980
 1981 1982 1983
 1984 1985 1986
 1987 1988 1989
 1990 1991 1992
 1993 1994 1995
 1996 1997 1998
 1999 2000 2001
 2002 2003 2004
 2005 2006 2007
 2008 2009 2010
 2011 2012 2013
 2014 2015 2016
 2017 2018 2019
 2020 2021 2022
 2023 2024 2025
 2026 2027 2028
 2029 2030 2031
 2032 2033 2034
 2035 2036 2037
 2038 2039 2040
 2041 2042 2043
 2044 2045 2046
 2047 2048 2049
 2050 2051 2052
 2053 2054 2055
 2056 2057 2058
 2059 2060 2061
 2062 2063 2064
 2065 2066 2067
 2068 2069 2070
 2071 2072 2073
 2074 2075 2076
 2077 2078 2079
 2080 2081 2082
 2083 2084 2085
 2086 2087 2088
 2089 2090 2091
 2092 2093 2094
 2095 2096 2097
 2098 2099 2100
 2101 2102 2103
 2104 2105 2106
 2107 2108 2109
 2110 2111 2112
 2113 2114 2115
 2116 2117 2118
 2119 2120 2121
 2122 2123 2124
 2125 2126 2127
 2128 2129 2130
 2131 2132 2133
 2134 2135 2136
 2137 2138 2139
 2140 2141 2142
 2143 2144 2145
 2146 2147 2148
 2149 2150 2151
 2152 2153 2154
 2155 2156 2157
 2158 2159 2160
 2161 2162 2163
 2164 2165 2166
 2167 2168 2169
 2170 2171 2172
 2173 2174 2175
 2176 2177 2178
 2179 2180 2181
 2182 2183 2184
 2185 2186 2187
 2188 2189 2190
 2191 2192 2193
 2194 2195 2196
 2197 2198 2199
 2200 2201 2202
 2203 2204 2205
 2206 2207 2208
 2209 2210 2211
 2212 2213 2214
 2215 2216 2217
 2218 2219 2220
 2221 2222 2223
 2224 2225 2226
 2227 2228 2229
 2230 2231 2232
 2233 2234 2235
 2236 2237 2238
 2239 2240 2241
 2242 2243 2244
 2245 2246 2247
 2248 2249 2250
 2251 2252 2253
 2254 2255 2256
 2257 2258 2259
 2260 2261 2262
 2263 2264 2265
 2266 2267 2268
 2269 2270 2271
 2272 2273 2274
 2275 2276 2277
 2278 2279 2280
 2281 2282 2283
 2284 2285 2286
 2287 2288 2289
 2290 2291 2292
 2293 2294 2295
 2296 2297 2298
 2299 2300 2301
 2302 2303 2304
 2305 2306 2307
 2308 2309 2310
 2311 2312 2313
 2314 2315 2316
 2317 2318 2319
 2320 2321 2322
 2323 2324 2325
 2326 2327 2328
 2329 2330 2331
 2332 2333 2334
 2335 2336 2337
 2338 2339 2340
 2341 2342 2343
 2344 2345 2346
 2347 2348 2349
 2350 2351 2352
 2353 2354 2355
 2356 2357 2358
 2359 2360 2361
 2362 2363 2364
 2365 2366 2367
 2368 2369 2370
 2371 2372 2373
 2374 2375 2376
 2377 2378 2379
 2380 2381 2382
 2383 2384 2385
 2386 2387 2388
 2389 2390 2391
 2392 2393 2394
 2395 2396 2397
 2398 2399 2400
 2401 2402 2403
 2404 2405 2406
 2407 2408 2409
 2410 2411 2412
 2413 2414 2415
 2416 2417 2418
 2419 2420 2421
 2422 2423 2424
 2425 2426 2427
 2428 2429 2430
 2431 2432 2433
 2434 2435 2436
 2437 2438 2439
 2440 2441 2442
 2443 2444 2445
 2446 2447 2448
 2449 2450 2451
 2452 2453 2454
 2455 2456 2457
 2458 2459 2460
 2461 2462 2463
 2464 2465 2466
 2467 2468 2469
 2470 2471 2472
 2473 2474 2475
 2476 2477 2478
 2479 2480 2481
 2482 2483 2484
 2485 2486 2487
 2488 2489 2490
 2491 2492 2493
 2494 2495 2496
 2497 2498 2499
 2500 2501 2502
 2503 2504 2505
 2506 2507 2508
 2509 2510 2511
 2512 2513 2514
 2515 2516 2517
 2518 2519 2520
 2521 2522 2523
 2524 2525 2526
 2527 2528 2529
 2530 2531 2532
 2533 2534 2535
 2536 2537 2538
 2539 2540 2541
 2542 2543 2544
 2545 2546 2547
 2548 2549 2550
 2551 2552 2553
 2554 2555 2556
 2557 2558 2559
 2560 2561 2562
 2563 2564 2565
 2566 2567 2568
 2569 2570 2571
 2572 2573 2574
 2575 2576 2577
 2578 2579 2580
 2581 2582 2583
 2584 2585 2586
 2587 2588 2589
 2590 2591 2592
 2593 2594 2595
 2596 2597 2598
 2599 2600 2601
 2602 2603 2604
 2605 2606 2607
 2608 2609 2610
 2611 2612 2613
 2614 2615 2616
 2617 2618 2619
 2620 2621 2622
 2623 2624 2625
 2626 2627 2628
 2629 2630 2631
 2632 2633 2634
 2635 2636 2637
 2638 2639 2640
 2641 2642 2643
 2644 2645 2646
 2647 2648 2649
 2650 2651 2652
 2653 2654 2655
 2656 2657 2658
 2659 2660 2661
 2662 2663 2664
 2665 2666 2667
 2668 2669 2670
 2671 2672 2673
 2674 2675 2676
 2677 2678 2679
 2680 2681 2682
 2683 2684 2685
 2686 2687 2688
 2689 2690 2691
 2692 2693 2694
 2695 2696 2697
 2698 2699 2700
 2701 2702 2703
 2704 2705 2706
 2707 2708 2709
 2710 2711 2712
 2713 2714 2715
 2716 2717 2718
 2719 2720 2721
 2722 2723 2724
 2725 2726 2727
 2728 2729 2730
 2731 2732 2733
 2734 2735 2736
 2737 2738 2739
 2740 2741 2742
 2743 2744 2745
 2746 2747 2748
 2749 2750 2751
 2752 2753 2754
 2755 2756 2757
 2758 2759 2760
 2761 2762 2763
 2764 2765 2766
 2767 2768 2769
 2770 2771 2772
 2773 2774 2775
 2776 2777 2778
 2779 2780 2781
 2782 2783 2784
 2785 2786 2787
 2788 2789 2790
 2791 2792 2793
 2794 2795 2796
 2797 2798 2799
 2800 2801 2802
 2803 2804 2805
 2806 2807 2808
 2809 2810 2811
 2812 2813 2814
 2815 2816 2817
 2818 2819 2820
 2821 2822 2823
 2824 2825 2826
 2827 2828 2829
 2830 2831 2832
 2833 2834 2835
 2836 2837 2838
 2839 2840 2841
 2842 2843 2844
 2845 2846 2847
 2848 2849 2850
 2851 2852 2853
 2854 2855 2856
 2857 285

Os estados do tempo e sua evolução: Para este estudo foram confeccionados os gráficos e efetuada uma análise rítmica diária, correlacionando os elementos do tempo em episódios que marcaram o verão 1966-1967 nas estações citadas. Esta análise rítmica foi controlada pela observação das cartas sinóticas.

Em *novembro* de 1966 houve passagem de, pelo menos, 7 FPA (Frente Polar Atlântica), sendo as duas do episódio dos dias 9 e 16 as mais características. A passagem da primeira, no dia 9, trouxe névoa úmida, chuvas de repercussão, diminuição de temperatura, pressão entre 1.010 e 1.015 mb e ventos de quadrante Sul em todo o litoral abrangido pelas 5 estações. Nos dias 10 a 12 houve tendência à tropicalização da massa polar pela ação da Tc (massa tropical continental) prenúncios da nova FPA e chuvas em Lajes e Pedras. No dia 13 definiu-se a nova FPA com tempo instável e nebuloso, ventos de SE e SW e chuvas abundantes (86 mm-Pedras, 74 mm-Ubatuba e Angra dos Reis e 91 mm-Lajes). Nos dias 14 e 15 a Pa (Polar atlântica) passou a predominar, mas ainda com repercussões de instabilidade da FPA. Neste episódio dos dias 10 a 15 Lajes acusou 160,6 mm, isto é, 42% do total mensal. A concentração de precipitações durante o mesmo episódio também ocorreu em Ubatuba, Angra dos Reis e Pedras, sendo que nesta última estação o total pluviométrico dos dias 9 a 15 foi de 189,4, isto é, 41% do total mensal.

Em *dezembro* de 1966 o episódio de 20 a 24 foi o que mais se destacou. A primeira quinzena do mês foi marcada por 5 passagens de FPA, mas dominaram, na maior parte do tempo, condições impostas pelas massas tropicais, sobretudo a Tc, com temperaturas altas e constantes, maiores índices de evaporação, baixas pressões, caindo a umidade relativa para valores abaixo de 60%, como pode ser verificado nos gráficos Guanabara e Lajes. No dia 19 a Tc ainda predominou, com temperaturas que atingiram em Angra dos Reis 38°, com diminuição de pressões e umidade relativa, céu claro e maior evaporação. A FPA, semi-estacionária em Santa Catarina e Paraná, avançou muito lentamente, com uma linha de instabilidade perpendicular à frente, com pancadas de chuvas e trovoadas esparsas. Nos dias 20, 21 e 22, a FPA semi-estacionou entre Rio e São Paulo, com declínio violento de amplitudes de temperaturas, aumento de umidade e de pressão, com precipitação copiosa. No dia 22 a FPA já ultrapassou a Guanabara, seguida no dia 23 pela Pa, identificada por um poderoso anticiclone polar (1,018 mb). Porém o litoral focalizado ainda continuava sob a influência da área frontal, com chuviscos e chuvas contínuas. No dia 24 a pluviosidade ainda estava ligada à FPA semi-estacionária no litoral por influências de fluxos de NW da Ta. A formação de uma frente oclusa nos dias 23 e 24, na altura do Rio de Janeiro, permitiu esse prolongamento de um período fartamente chuvoso, graças a essa perturbação frontal da FPA. As maiores concentrações de chuvas durante este episódio foram registradas em Lajes, com 218,4 mm, isto é, 62% do total mensal, em Angra dos Reis (de 20 a 25) com 207,6 mm, isto é, 69% do total mensal, na Guanabara (de 21 a 25) com 89,0 mm, ou seja 60% do total mensal.

Em *janeiro*: mês muito úmido, 2 episódios destacaram-se: o de 9 a 14 e o de 20 a 26. A passagem de FPA nos dias 5, 6 e 7 trouxe chuvas de repercussão em São Paulo e Rio. Uma Ta estabeleceu-se no dia 9, com considerável aumento de temperatura e diminuição de pressões e umidade. Concomitantemente, nova FPA chega a Santos, com precipitações em Pedras e com aquecimento pré-frontal em Ubatuba. No dia 10 esta última atravessou o litoral Norte em rápida passagem, com pancadas de chuva. A Pa passou a dominar a zona com ventos de SE e S, en-

quanto no Rio ainda ocorriam ventos de NE e chuvas de convecção. No dia 11 a FPA recuou para o Sul, originando uma frente quente, e a Pa tropicalizou-se, com névoas úmidas, céu encoberto, provocando em Lajes 160,8 mm de chuva. No dia 12 a FPA semi-estacionou como frente quente no litoral São Paulo—Rio, trouxe pluviosidade descontínua em toda a área, entrando em frontólise no fim do dia. No dia 13 dispôs-se semi-estacionária ao longo do litoral, trazendo chuvas intermitentes. Finalmente no dia 14 a Ta dominou, ainda com linha de instabilidade e chuvas.

Segundo episódio teve conseqüências calamitosas que culminaram com a destruição de 2 usinas hidrelétricas, Fontes e Nilo Peçanha, da Rio-Light S.A., na serra das Araras. O gráfico de Lajes indica altos valores pluviométricos nos dias 22 e 23 (e o de Angra dos Reis de 23 a 25), com o respectivo cortejo de variações dos outros elementos. Já no dia 19 a frente apresentou-se semi-estacionária, com chuvas descontínuas em toda a área litorânea, entrando em frontólise no dia 20. No dia 21 a Ta dominou, mas nova FPA foi chegando na altura de Santos com chuvas, trovoadas, relâmpagos e aquecimento pré-frontal em Ubatuba. No dia 22 a FPA trouxe diminuição de temperaturas, evaporação, aumento da pressão e umidade relativa, com chuvas violentas (225 mm em Lajes). No dia 23 estas continuaram, intermitentes, desde Santos até Norte do Rio. Em 24 o ar polar tropicalizou-se, formando-se uma frente quente estacionária, com chuvas intermitentes ou contínuas, névoas úmidas, tempo encoberto e conseqüente diminuição da amplitude de temperatura. Em 25 a frente quente entrou em dissolução no Rio, com chuvas e névoas úmidas. No dia 26, finalmente, a Pa tomou posição mais para o interior, ao passo que no litoral continuou a situação de frontólise, com precipitações. No gráfico de Ubatuba percebem-se abundantes chuvas nos últimos dias do mês, provenientes de nova FPA que se tropicalizou e estacionou novamente na área litorânea. Os maiores valores pluviométricos durante este último episódio foram registrados em Lajes (dias 22 e 23) com 261,2 mm, isto é, 38% do total mensal e em Angra dos Reis (dias 20 e 26) com 584,2 mm, ou seja, 68% do total mensal.

Em *fevereiro* o episódio de 17 a 20 foi o mais destacado. Duas FPA ocorreram na primeira quinzena, trazendo chuvas de repercussão, seguidas por massas polares que logo se tropicalizaram, formando frentes quentes semi-estacionárias no litoral, com névoas úmidas e chuvas:

em Pedras	— 240,8 mm no dia 18 e 128,8 mm no dia 19
em Ubatuba	— 141,2 mm no dia 20 e 133,8 mm no dia 19
em Angra dos Reis	— 164,0 mm no dia 19
em Lajes	— 132,0 mm no dia 18
no Rio de Janeiro	— 154,6 mm no dia 19 e 144,9 mm no dia 20

No dia 17 a Tc dominou totalmente a área litorânea com tempo bom pré-frontal, altas temperaturas, ventos de NW e pressões baixas (1.007 mb), seguindo-se uma rápida passagem da FPA e precipitações. Nos dias 18 e 19 houve formação de frente quente semi-estacionária no litoral Norte-Rio, com chuvas frontais. A resistência da Ta fez estacionar a FPA no Estado do Rio e Guanabara. No Rio choveu durante todo

o dia 19. Nos dias 20 e 21 a Pa dominou, com chuvas e névoas úmidas. Os maiores valores pluviométricos durante este episódio foram:

na Guanabara	— 331,7 mm ou 76% do total mensal (dias 18 a 20)
em Lajes	— 192,4 mm ou 52% do total mensal
em Angra dos Reis	— 252,9 mm ou 65% do total mensal
em Ubatuba	— 317,0 mm ou 62% do total mensal (dias 18 a 20)
em Pedras	— 453,4 mm ou 48% do total mensal

SERRA (1970) fez um exame deste episódio que também trouxe conseqüências graves para a cidade do Rio de Janeiro. Comparou o aguaceiro que o caracterizou com o de janeiro de 1967 (o qual apresentou índices mais discretos, porém ainda significativos) e com o de janeiro de 1966, mais intenso, trazendo valores de quase 300 mm em 24 horas (558 mm em 48 horas na Tijuca). Além da análise das cartas sinóticas dos dias 17 a 21, indicou a trajetória dos anticiclones, previsão das frentes e do tempo. Estudos de tal natureza, com análise meteorológica aprofundada de episódios, trazem, indubitavelmente, uma compreensão melhor dos fatos que caracterizaram o verão 1966-1967.

Em março: foi o mês que se registraram os maiores índices pluviométricos no litoral Norte de São Paulo. O gráfico de Ubatuba, com um total mensal de 960,5 mm, demonstra bem este fato. Mesmo no mês de janeiro, com maior número de dias de chuva, não foi atingido este valor. A primeira quinzena de março destacou-se pela passagem de 3 frentes. No dia 3 o gráfico de Ubatuba apresenta 158,3 mm de chuvas frontais e 125,1 mm no dia 4, com a penetração da Pa que tendeu a tropicalizar-se nestes dias. Em 5 nova FPA atingiu Santos; os ventos mudaram, girando de NE para SW e Sul, com aquecimento frontal. Nos dias 6, 7 e 8, semi-estacionária e com leves oscilações, a Pa deixou chuvas em todo o litoral Norte. Diminuíram as temperaturas e as pressões entre Pa e Ta (1.014 e 1.016 mb). No fim do período a frente entrou em dissolução e a Pa tropicalizou-se. No dia 9 ocorreram novamente chuvas e nevoeiros. A carta sinótica das 12 horas acusa, neste mesmo dia, o domínio da Ta e Tc, enquanto nova FPA se aproximava de Santos. Nos dias 11 e 13 a frente percorreu o litoral Norte até o Rio e tornou-se semi-estacionária, retornando no dia 13 como frente quente com chuvas e nevoeiros. No dia 14 a quarta e mais importante FPA aproximou-se, produzindo aquecimento pré-frontal no Rio, Lajes e Angra dos Reis. A FPA veio trazendo pancadas de chuvas e névoas úmidas, colocando-se perpendicularmente à costa, numa setor estacionário. Depois de ultrapassar o Rio, retornou com chuvas e a massa polar tropicalizou-se. No dia 15, semi-estacionária, foi localizar-se ao Norte do Rio, com chuvas e nevoeiros. Um grande anticiclone polar (1.022 mb) expressou o domínio da Pa nesse dia.

No dia 16 continuaram as chuvas intermitentes em todo o litoral e no dia 17 a FPA entrou em frontólise ao Norte, enquanto a Pa se tropicalizava.

O episódio, nos dias 17 e 18, responsável pelos acontecimentos catastróficos em Caraguatatuba, foi expresso nas cartas sinóticas fornecidas pelo Serviço Meteorológico (Ministério da Aeronáutica). As interpretações deste Serviço foram de grande utilidade para o estudo

dessas Cartas, podendo ser resumidas da seguinte maneira: no *dia 17* a FPA achava-se em dissolução sobre a área São Paulo-Rio, com ramo oceânico atuante. Em condições criadas pela circulação superior com *jet-stream* intensificado, as chuvas aumentaram nas áreas escarpadas da Serra, que interrompia a descontinuidade de massa no litoral São Paulo-Rio. Às 18 horas o *jet-stream* apresentava velocidade máxima (mais de 120 km) rumo Sudeste, ao nível de 250-300 mb. Com convenção mecânica do *jet*, a frente iniciou ondulação na área. A sua proximidade, unida à corrente de jato, criou um sistema de grande atividade convectiva no litoral Norte. As 24 horas o *jet-stream* mantinha direção e velocidade, conservando a grande atividade do sistema. No *dia 18*, às 12 horas, com ondulação da frente e baixas pressões, houve início de oclusão. O *jet* continuou a aumentar a intensidade do sistema, que começou a se dissolver às 18 horas. Em resumo, o dia 18 foi caracterizado no litoral São Paulo-Rio por uma forte oclusão, ligada ao efeito da corrente da *jet-stream* entre 10 e 11.000 metros, criando baixas pressões na área. Foram instabilizados todos os níveis, formando densas camadas de nuvens pesadas e instáveis até grandes altitudes, dentro e em torno da área de baixa pressão. A advecção de ar marítimo das altas pressões posteriores ao sistema pouco influenciou no fenômeno. Somente manteve o ar carregado de umidade próximo à superfície, contribuindo para a formação do sistema de nuvens, com elevados índices pluviométricos na área.

Essas chuvas, sob condições particulares de circulação superior, podem tornar-se catastróficas, sobretudo quando atingem localidades ou cidades instaladas nos sopés das escarpas. As maiores concentrações durante este episódio foram em Caraguatatuba, enquanto que em Ubatuba foram registrados apenas 223,1 mm (dias 17 e 18) isto é, 23% do total mensal.

Concluindo, podem ser feitas algumas considerações finais a respeito de todos esses problemas climáticos focalizados. Uma delas, a mais importante, é que o verão 1966-1967 foi de contínuas perturbações atmosféricas, dando origem a sistemas variados, muito relacionados às passagens das frentes polares. Estas foram freqüentes, tomando em geral a direção NE-SW, coincidindo com as escarpas costeiras. No gráfico de Ubatuba observam-se no mínimo 7 passagens de FPA em novembro, 7 em dezembro, 6 em janeiro, 5 em fevereiro e 6 em março. A passagem de frentes, os efeitos da circulação superior e as suas interferências no jogo dos elementos que se sucede nos verões, exatamente sobre o litoral Norte de São Paulo e o dos Estados do Rio e Guanabara, trazem situações de instabilidade, com chuvas ligadas à dinâmica frontal.

A característica principal dessas frentes é terem sido, nesse verão, barradas pelas massas tropicais, tanto Ta com Tc, exatamente na altura do litoral São Paulo-Rio, entrando em frontólise em geral ao Norte do Estado do Rio ou do Espírito Santo, raramente atingindo o Sul da Bahia. Isto acarretou um estado de perturbações constantes nessa área litorânea, ainda mais acentuadas pela oposição das escarpas da serra do Mar e avanço das massas oceânicas, provocando condensações orográficas. Os festões e profundas reentrâncias da área escarpada da Serra acentuam o caráter semi-estacionário das frentes, barrando o seu deslocamento e aumentando a instabilidade. Quando as frentes frias do Sul avançam em maior número no verão multiplicam-se os índices pluviométricos mais elevados. Conseqüentemente, com o encharcamento progressivo e escorregamento dos mantos detríticos nas encostas, alguns dos episódios pluviais tornam-se catastróficos.