

VIABILIDADE DE CONTROLE DE EROSÃO  
NAS PRAIAS DE CAIOBÁ E GUARATUBA

Rodolfo José Angulo (Coordenador) -  
e João Jorge de Andrade  
IPARDES - Fundação Edison Vieira  
Rua Paraguassú, nº 478 - Juvevê - Curitiba-Pr. Brasil

RESUMO

Neste estudo são analisados os desequilíbrios ambientais, principalmente os ciclos de erosão-sedimentação, nas praias de Caiobá e Guaratuba (PR) objetivando propor ações que visem prevenir, controlar e/ou minimizar os efeitos erosivos destes processos sobre as obras litorâneas e a própria praia. A abordagem do problema em duas etapas se fez necessária em função da urgência das soluções requeridas e pela falta de dados científicos. Uma etapa, a curto prazo, indica as ações mais urgentes, utilizando levantamentos feitos em campo e fotografias aéreas de diversas datas, o que possibilitou uma análise parcial de alguns aspectos da evolução das praias. Outra, a médio prazo, insere-se no trabalho como uma proposta de estudo da dinâmica litorânea que possibilitará a obtenção de soluções de maior alcance.

ABSTRACT

This paper aims at the analysis of environmental disequilibriums, with emphasis on the erosion-sedimentation cycles on the beaches of Caiobá and Guaratuba (PR). It also contains suggestions to prevent, control and minimize the effects that these process has on the beaches and constructions nearby. The urgency of the solutions to these problems and the lack of scientific data forced us to approach the subject in two stages. The first one - to be undertaken in the short run - in order to point out the most urgent actions to be taken. For this stage, field-survey and aerial-photographs of several dates were used. This made possible a partial analysis of some aspects of the evolution of the beaches. The second one - to be undertaken in the long run - is inserted in this paper as a proposal of studies on littoral dynamics. That will make it possible to get long-reach solutions.

INTRODUÇÃO

Inúmeros problemas relacionados com a instabilidade do meio ambiente, na região litorânea, têm preocupado nos últimos anos a particulares e órgãos públicos. Essa instabilidade é às vezes natural e outras, desencadeadas pela ocupação inadequada. Com o aumento da ocupação, multiplicam-se também o impacto dos processos naturais e os desequilíbrios antrópicos.

Os processos naturais são principalmente os ciclos de erosão-sedimentação das praias, movimentos de massa nas encostas dos morros e processos associados ao escoamento superficial das águas. Todos eles estão intimamente relacionados às características geomórficas e climáticas da região.

Os desequilíbrios antrópicos são desencadeados principalmente por uma ocupação inadequada da área mais próxima à praia, por cortes e aterros realizados nas encostas dos morros e pela inexistência de um sistema adequado de drenagem de escoamento superficial das águas.

Esses problemas requerem soluções rápidas porque, poucas vezes, são realizadas ações preventivas, ou quando há indícios dos processos que virão a se desencadear, isto é, as ações são solicitadas apenas quando os processos já alcançaram grandes proporções.

O principal problema dos estudos de caso é, na maioria das vezes, a falta de dados científicos que permitam previsões adequadas; por isso freqüentemente as soluções propostas resultam em obras caras e de efetividade incerta.

O presente trabalho também se defrontou com problemas dessa natureza, no entanto tentou-se reunir a maior quantidade possível das dispersas informações existentes; seqüencialmente foram elaborados outros dados compatíveis com o prazo de execução do estudo. Foram utilizadas fotografias aéreas nas escalas de 1:25.000 dos anos 1953 e 1980 e 1:70.000 de 1963; e perfis de praia levantados nos anos de 1976 e 77. Além disso, foram realizadas viagens ao local e levantados novos perfis de praia.

Para solucionar o problema da falta de dados, elaborou-se uma proposta de estudo da dinâmica litoral a médio prazo. Julga-se que es-

sa proposta permitirá a obtenção de soluções de maior alcance para os problemas de desequilíbrio ambiental hoje existentes e os que certamente virão a ocorrer.

### 1. DINÂMICA LITORAL

Quando se observa atentamente uma faixa costeira no período de algumas semanas, notam-se mudanças que acontecem, especialmente após as tormentas. Observações mais demoradas poderão detectar ciclos de mudanças de duração variável, como sazonais, anuais ou de vários anos.

Estas mudanças são originadas pela ação dos agentes da dinâmica do litoral. Os principais agentes que modelam as costas são as ondas e, em menor grau, as correntes litorâneas.

A onda possui uma propagação que provoca nas partículas de água um movimento praticamente rotativo. Quando a onda chega perto da costa e a profundidade da água é de aproximadamente igual à metade da longitude da onda, esta "atinge o fundo". A partir desse momento, o movimento oscilatório da massa de água vai se transformando em movimento de translação, finalmente, a onde se rompe em fluxo turbulento e atinge a costa. Assim, a onda realiza um trabalho sobre a costa que dissipa grande parte da sua energia.

O tipo e a quantidade de trabalho que a onda efetua, dependem das suas próprias características e das feições da costa. Essas características são principalmente a altura, comprimento, período e forma de ruptura. Por sua vez, elas dependem das do vento, como direção, intensidade, constância, distância da costa e largura da área onde ele sopra.

De acordo com alguns desses parâmetros mencionados e ação geomórfica da onda, segundo Bigarella (1966), coloca-se:

"dois tipos de onda são considerados por Lewis (citado por Keunen, 1950): destrutivas e construtivas. As primeiras são irregulares, íngremes e próximas uma das outras. Elas quebram perto da linha d'água e caem verticalmente segundo um movimento aproximadamente circular, produzindo um fluxo sobre a praia relativamente fraco e inefetivo, porém de grande volume. Nestas condições o refluxo é poderoso em virtude de quase não haver tempo para percolação. Estas ondas resultam de fortes ventos soprando do mar para a terra, e apresentam uma pronunciada tendência para erosão (fig. 1).

As ondas construtivas, resultam da ação de ventos longínquos. Aproximam-se da costa como ondulações longas e regulares. Elas quebram a maior distância da linha d'água,

caíndo obliquamente para frente, seguindo um movimento mais elíptico. Origina-se desse modo, um poderoso fluxo sobre a praia, embora de pequeno volume, acompanhado de considerável percolação com um refluxo inefetivo. Resulta, assim, que os sedimentos tendem a ser adicionados à praia (Keunen 1950).

Sparks (1961) menciona como ondas destrutivas aquelas com alta frequência (13 - 15 por minuto) e como construtivas aquelas de baixa frequência (6 - 8 por minuto). Refere-se também que no caso das primeiras onde a frequência é alta, o fluxo na praia além de fraco é impedido em seu movimento praia acima pelo refluxo da onda anterior. Resulta dessa maneira um efeito erosivo intenso."

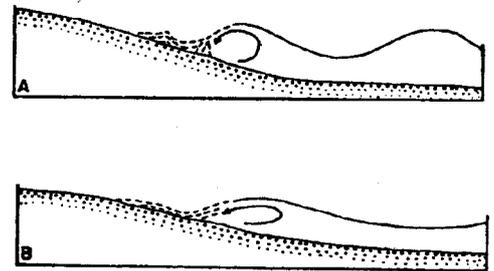


FIG. 1 - Ação das ondas sobre a praia (segundo Lewis, citado por Sparks 1961 e Bigarella 1966).  
A-ondas destrutivas; B-ondas construtivas.

Outras ações importantes das ondas sobre a costa, são:

- a) ação hidráulica, pressão da água sobre os materiais da costa. O efeito desta ação é mais importante geomorfologicamente nas costas rochosas. Registros em algumas costas européias indicam valores de mais de  $30t/m^2$ ;
- b) abrasão, desgaste das superfícies por partículas movimentadas pelas ondas. Esta ação adquire relevância nas costas rochosas e zona de arrebatção, local onde o mar atinge vigorosamente o fundo.

A energia das ondas não atinge toda a costa com a mesma intensidade, pois depende da morfologia desta última e da configuração do fundo marinho. Segundo estas características, as frentes de onda sofrem deslocamentos direcionais e diminuição de velocidade, denominados refração e reflexão de onda. Por este processo, a energia das ondas se concentra nas pontas e se dispersa nas baías e enseadas provocando uma erosão diferencial.

Devido às diferentes direções em que o vento sopra, as ondas em geral se aproximam da costa com um certo ângulo. Esse ângulo é dimi-

nũido pelo efeito da refraçãõ das ondas. No entanto, o mesmo ẽ suficiente para originar uma corrente de ẽgua paralela ẽ costa, que provoca um deslocamento longitudinal dos seus materiais.

A variabilidade da direçãõ dos ventos muda freqũentemente o sentido da corrente. Assim, o material que se movimenta na praia por este processo denominado deriva da praia, possui dois valores importantes: a deriva total, ou seja, a quantidade de material movimentado em qualquer direçãõ e a deriva líquida que indica a resultante do material movimentado num sentido, subtraindo os movimentos de retorno.

Uma característica importante dos agentes da dinâmica litoral em conjunto ẽ que eles nãõ possuem uma capacidade muito grande para originar sedimentos, isto ẽ, de transformar rochas em partĩculas soltas. Porẽm, possuem uma grande capacidade de transporte, o que leva a retrabalhar os sedimentos inconsolidados que estãõ a seu alcance e os materiais que lhe sãõ fornecidos pelos rios.

1.1. A PRAIA

Nas diversas definições de praia estãõ implĩcitos dois conceitos intimamente relacionados: a sua composiçãõ e a sua situaçãõ espacial.

Quanto ẽ composiçãõ, a praia ẽ um depõsito transitõrio de material solto e de granulometria variãvel. O tamanho do sedimento dependerã da energia ambiental, variando desde cascalho ou conchas de invertebrados (alta energia), areia (energia mẽdia) atẽ silte-argila (baixa energia).

Do ponto de vista de sua situaçãõ espacial, a praia abrange a ẽrea situada entre a baixa-mar e o nĩvel mĩximo do preamar; isto corresponde ẽ zona que se estende desde a bante de baixa-mar como limite inferior e o limite efetivo de açãõ das ondas como limite superior. Os sedimentos de praia estãõ depositados normalmente sobre uma superfĩcie de erosãõ cortada pelas ondas.

A terminologia da morfologia do perfil de praia ẽ muito variada e freqũentemente depende do tipo de praia considerado (figuras 2a e b).

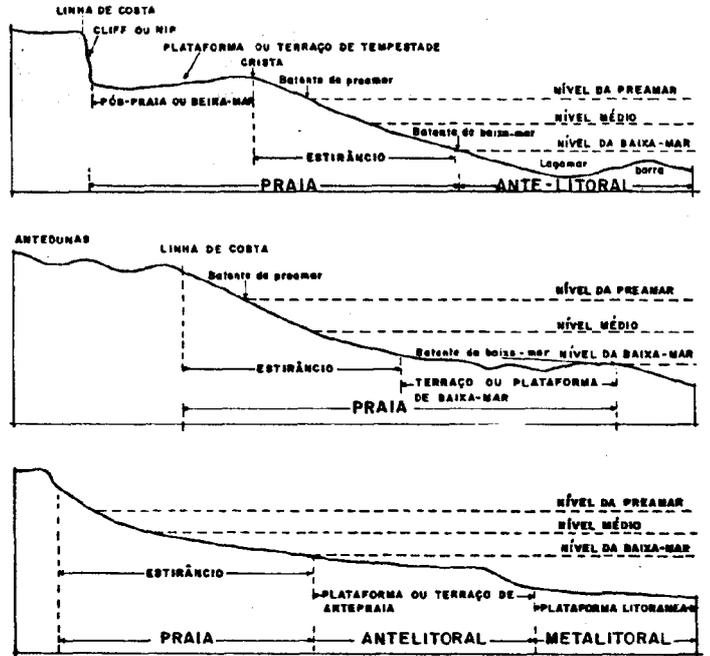


Fig. 2a - Terminologia do ambiente praiãl (Bigarella, 1966).

Em linhas gerais uma praia estã constituĩda pelo estirãncio, uma pendente ligeiramente cõncava, cuja declividade depende principalmente da granulometria do sedimento e situa-se entre os nĩveis de baixa-mar e preamar normais.

A põs-praia geralmente possui uma ligeira inclinaçãõ para o continente, sãõ ẽ atingida pelas ondas de tormenta ou de marẽs muito altas. A põs-praia estã constituĩda por bermas, terraços elaborados pelas ondas que atingem a põs-praia. As bermas começã a partir da cuspide praiãl ou crista e podem estar separadas entre si por pequenas escarpas.

Em direçãõ ao continente, a praia limita-se com as antedunas ou falẽsias e em direçãõ ao mar com antepraia.

A antepraia vai da praia atẽ o limite efetivo da açãõ das ondas. Apresenta uma morfologia resultante da açãõ das ondas, cujas feições principais sãõ: os terraços de baixa-mar, as canaletas e depressões e as barras - estas ultiimas freqũentemente conhecidas pelo

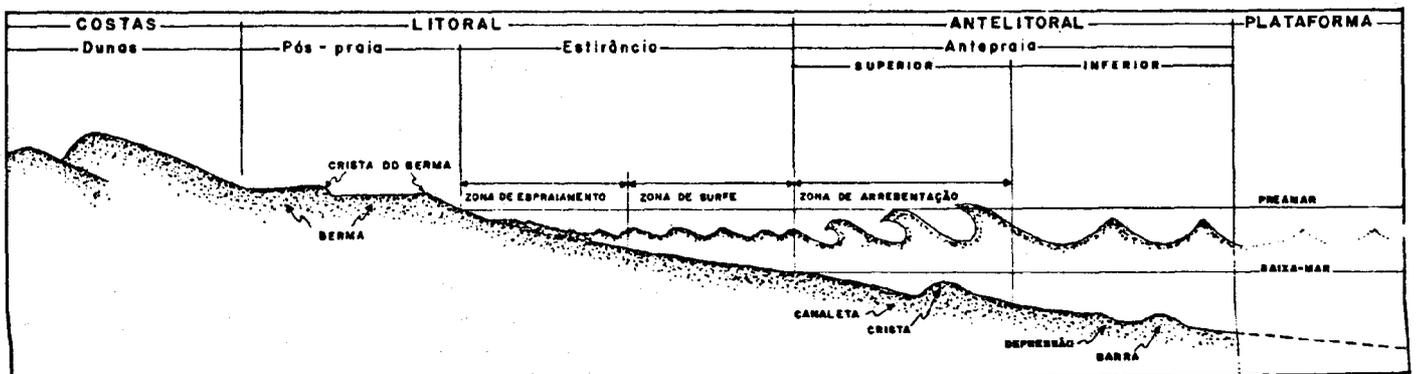


Fig. 2b - Terminologia da costa e litoral. Pires Neto (1978).

termo genérico de baixios.

Quanto à dinâmica, a antepraia constitui uma defesa natural contra o ataque das ondas e correntes. A dissipação da energia começa onde a declividade do fundo provoca a arrebatada das ondas. Este processo, por sua vez, frequentemente origina formas no fundo, como as barras, que auxiliam na dissipação da energia das ondas.

## 1.2. AS PRAIAS DO PARANÁ

As praias do Estado do Paraná podem ser subdivididas segundo a sua composição, em dois grupos principais: as praias de areia e as siltico-argilosas ou manguezais. As praias de areia por sua vez, quanto a sua localização, podem subdividir-se nas de mar aberto e nas de baía.

As praias de mar aberto situam-se em toda a extensão do litoral, desde o limite com o Estado de São Paulo na Foz do rio Ararapira no norte, até o limite com Santa Catarina no Rio Saiguaçu ao sul, estando interrompidas nas embocaduras das baías de Paranaguá e Guaratuba, no canal de Superaguí e em alguns pequenos morros, como os de Caiobá e Guaratuba. Incluem-se neste grupo as praias do leste da Ilha do Mel, sudeste da Ilha das Peças e Ilhas das Palmas.

As praias arenosas da baía são menos expressivas e limitam-se aos locais próximos aos canais onde existe uma maior energia ambiental. Estas praias situam-se no contorno da Ilha do Mel, no sudoeste da Ilha das Peças, na margem sul da embocadura da baía de Paranaguá entre Pontal do Sul e Ponta do Poço, em ambas as margens do canal de Superaguí e em ilhas menores, como as de Cotinha e das Cobras.

No litoral paranaense, o material geológico está formado quase que exclusivamente por restingas arenosas (originadas no Quaternário durante um nível do mar mais alto que o atual), que constituem hoje o principal material que, junto ao fornecido pelos rios, o mar retrabalha para formar as praias.

## 1.3. ÁREA DE ESTUDO

A praia Brava de Caiobá e a de Guaratuba constituem a área específica deste estudo. No entanto, dadas as características espaciais e dinâmicas da área, foram feitas observações sobre todas as praias que vão das proximidades da Ponta de Matinhos ao norte, até Ponta Brejatuba ao sul (mapa 1).



## 2. RESULTADOS

A dinâmica das praias de Brejatuba e Matinhos apresenta-se relativamente mais simples, pois rege-se principalmente pelas dinâmicas das ondas e correntes litorâneas. Já a dinâmica das praias Mansa e Prainha de Caiobá e das Caieiras é mais complexa em função da proximidade da embocadura da Baía de Guaratuba, cuja dinâmica se introduz como um fator muito importante na configuração das praias. Na dinâmica das praias de Guaratuba e Brava de Caiobá, os efeitos da baía são menos marcantes.

A bacia de contribuição da Baía de Guaratuba tem uma extensão de 1 393 km<sup>2</sup>, segundo R. Maack (1968); o que somada às elevadas precipitações da região, origina um grande volume de água doce que flui para a foz da baía. A dinâmica das correntes desta baía, em diversas condições de marés e meteorológicas, é pouco conhecida.

A distribuição dos baixios, que se observam nas fotografias aéreas, mostra em linhas gerais uma forma de amplo leque com barras frontais bem desenvolvidas. Na parte central aparece nas proximidades da foz da baía um canal principal bem definido e que se torna difuso em direção ao mar.

Esta morfologia geral apresenta variações marcantes nas fotografias de diversas datas que, como se indicará, explicam em partes as mudanças constatadas nas praias.

A deriva litoral, na região considerada, é segundo J. Bigarella (1966), sul-norte, originada pela maior frequência de ventos de quadrante SE (fig. 3).

Os baixios existentes ao sul da embocadura da baía poderão ser explicados como formados a partir da areia fornecida pelos agentes da dinâmica litoral que é barrada pelo fluxo da foz da baía. Possivelmente existe também uma contribuição de materiais desta última, mas não existem dados a respeito. A areia, depois de barrada, seria empurrada mar adentro, onde pela

diminuição da energia do fluxo da baía se depositaria, ou poderia retomar sua caminhada para o norte, configurando os baixios frontais e setentrionais.

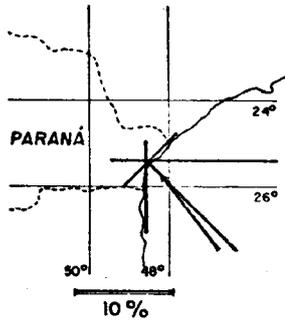
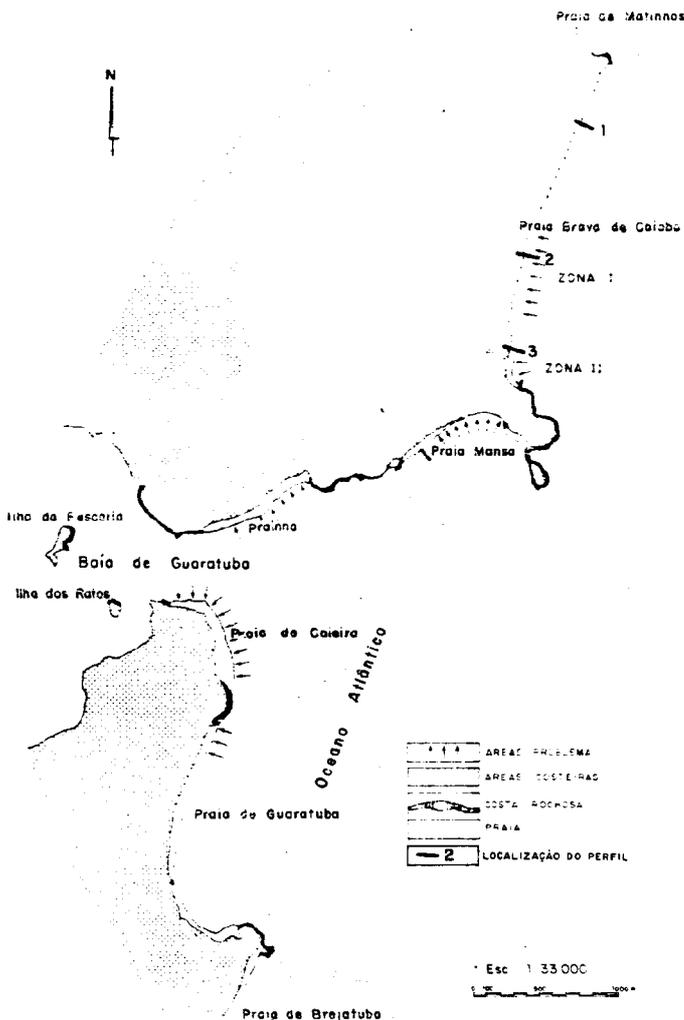


FIG 3 - Diagrama de freqüência dos ventos em Paranaguá. (Bigarella, 1966).

Devem ser considerados também os efeitos do movimento da areia perpendicular à praia que certamente contribuem na morfologia e distribuição dos baixios.

### 2.1. PRAIA BRAVA DE CAIOBÁ

Foram detectadas duas zonas de erosão, tratadas individualmente (mapa 2).



FORNE: IPARDES

ÁREAS PROBLEMA

### 2.1.1. Zona I

Situação Atual - É a zona de maior criticidade, situa-se na parte central da praia alcançando uma extensão de aproximadamente 1000m, a erosão é mais intensa na parte central, diminuindo progressivamente para os extremos.

Na parte mais atingida, as últimas "ressacas" têm destruído completamente a calçada, alcançando o meio fio e o começo do asfalto.

Na mesma área, em outros locais, também se observa danos na calçada e destruição do muro de arrimo. Este, em outros pontos, encontra-se descalçado, ameaçando cair a curto prazo. Em toda a extensão da área erodida existe enrocamento de pedras de tamanho muito variável e escasso volume. Nas marés cheias normais, as ondas atingem a base do enrocamento, cobrindo totalmente a praia, e nas ressacas atingem violentamente o muro de arrimo.

Causas da Erosão - A praia, neste setor apresenta na sua configuração algumas variações evidenciadas pelas bermas que recuam ou avançam em função de ciclos ainda mal conhecidos, mas relacionados às flutuações climáticas. Também se observam variações sazonais com tendências à erosão no inverno, pela maior freqüência dos fortes ventos do sul e sudeste, que acompanham os avanços das frentes frias e que propiciam a geração de ondas curtas.

As praias, as antedunas e as restingas antigas que formam o embasamento geológico da área, fornecem o material necessário para dissipar a energia das ondas e reestabelecer o equilíbrio dinâmico durante as variações cíclicas do perfil de praia.

Como se pode observar na comparação das fotografias dos anos de 1953 e 1980 (mapas 3 e 5), a avenida beira-mar neste setor foi construída sobre a praia. Foram feitos aterros e muros de proteção alterando a dinâmica litoral e impedindo o desenvolvimento dos ciclos descritos. Como consequência, a energia das ondas, que antes se dissipava pela praia, hoje provoca a erosão e o ataque às obras.

Salienta-se que os problemas erosivos ocorrem em toda a extensão onde foram construídos aterro e muro de contenção. Além dos extremos das construções não se verificaram problemas erosivos, embora não existam obras de proteção.

Um fato que possivelmente contribui para acentuar a erosão neste setor da praia é a existência de uma linha de baixios perpendiculares à costa, situados algumas centenas de metros para o sul. Estes baixios provocam refração das ondas. No caso destas serem geradas por ventos sudestes, como se observa na foto aérea de 1980 (mapa 6), a refração faz com que as ondas atinjam a praia frontalmente, originando-se uma zona de divergência que provoca a retirada de areia para ambos os lados da praia.

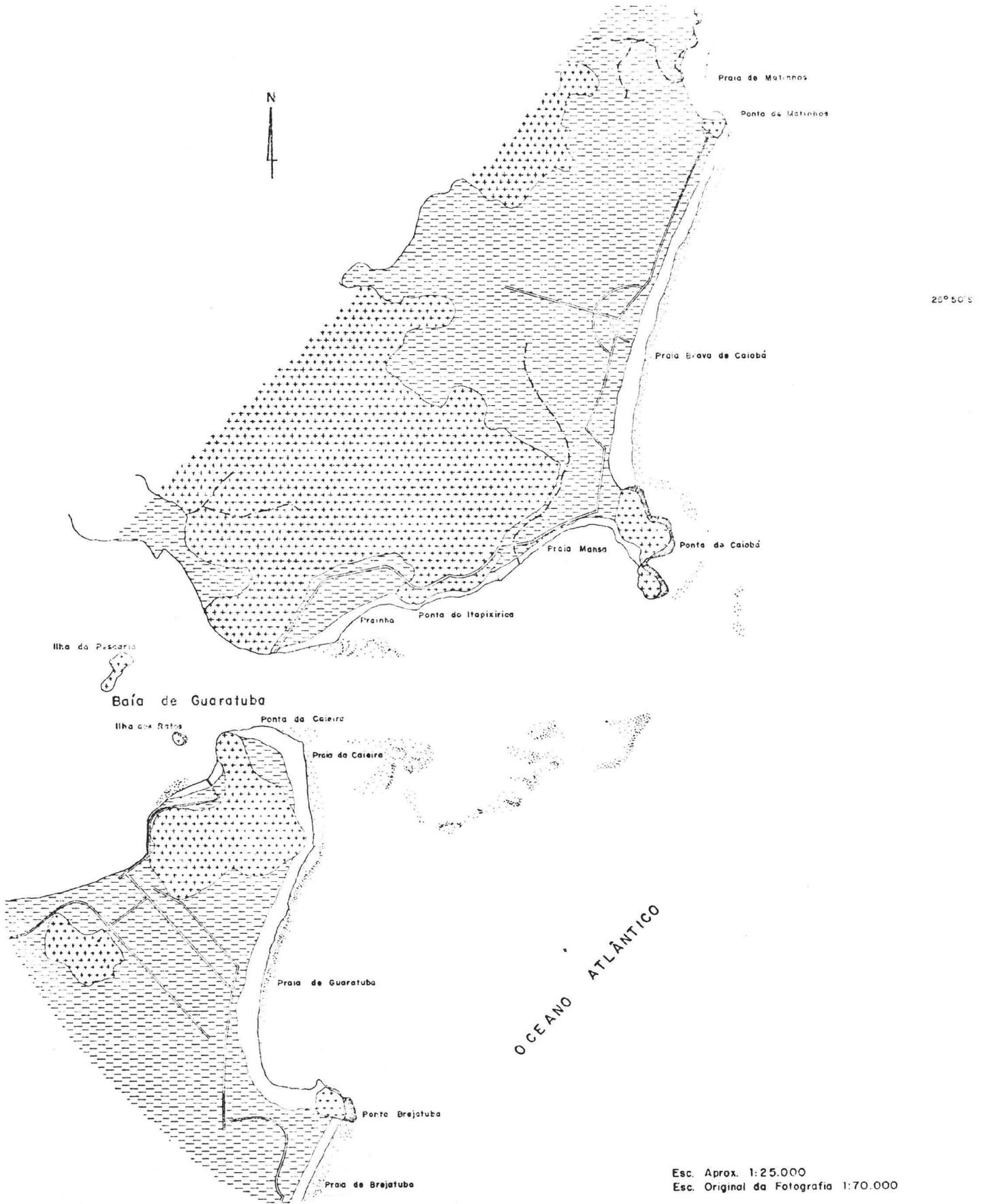


	MORROS		RIOS
	PLANÍCIES		RUAS E ESTRADAS
	PRAIA		
	COSTA ROCHOSA		
	BERMAS		
	BAIXIOS E ZONA DE ARREBENTÇÃO		

Esc. Aprox. 1:25.000  
 Esc. Original da Fotografia 1:25.000

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO  
**IPARDES** INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL  
 VIABILIDADE DO CONTROLE DE EROSÃO NAS PRAIAS DE CAIOBÁ E GUARATUBA  
 MORFOLOGIA DO LITORAL - 1953  
 CURITIBA - PARANÁ

FORTE : IPARDES



	MORROS		RUAS E ESTRADAS
	PLANÍCIES		
	PRAIA		
	COSTA ROCHOSA		
	BAIXIOS E ZONA DE ARREBENTANÇA		
	RECS		

Esc. Aprox. 1:25.000  
 Esc. Original da Fotografia 1:70.000

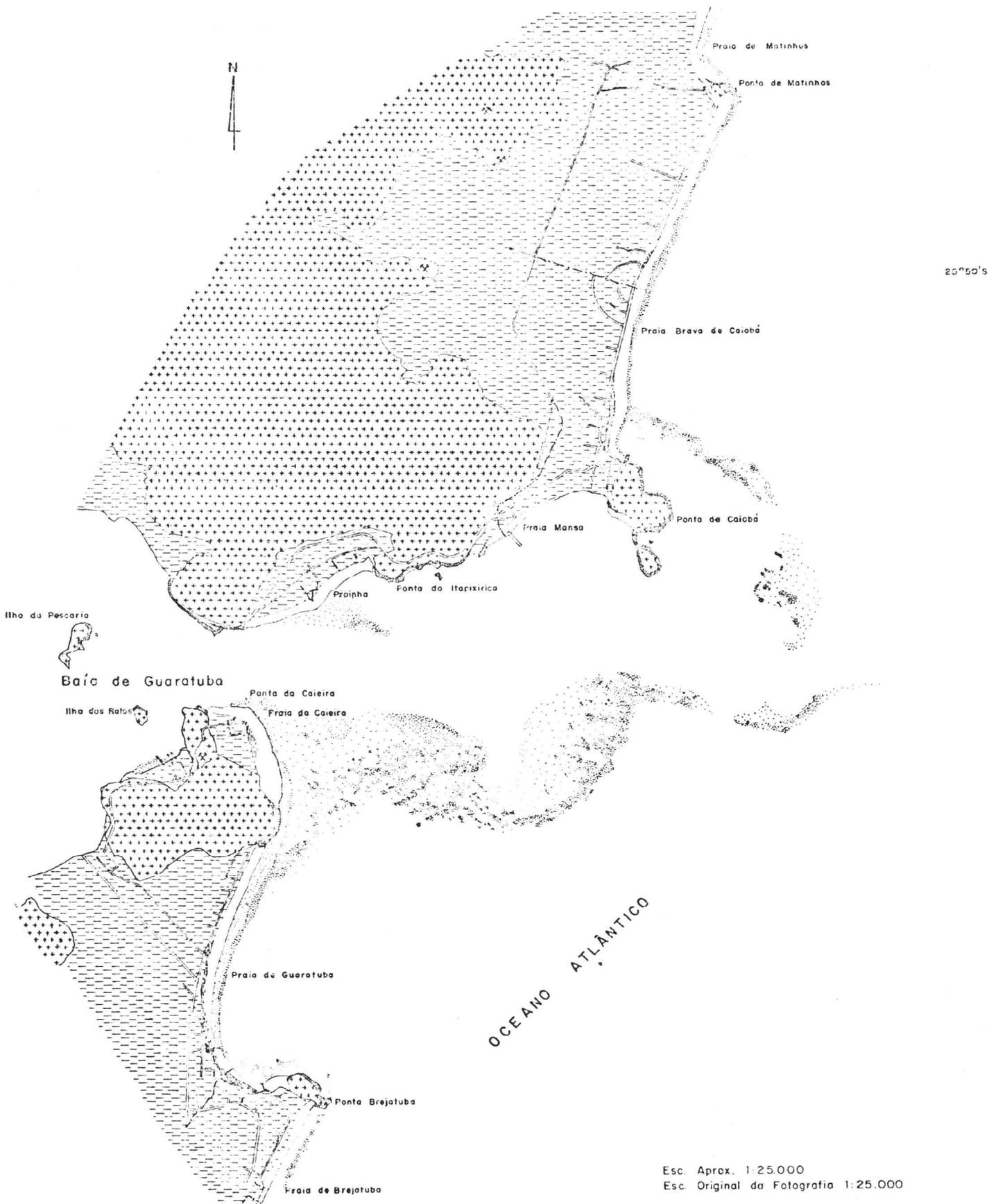
SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO  
**IPARDES** INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL

VIABILIDADE DO CONTROLE DE EROÇÃO NAS  
 PRAIAS DE CAIOBÁ E GUARATUBA

MORFOLOGIA DO LITORAL - 1963

CURITIBA - PARANÁ

FONTE: IPARDES

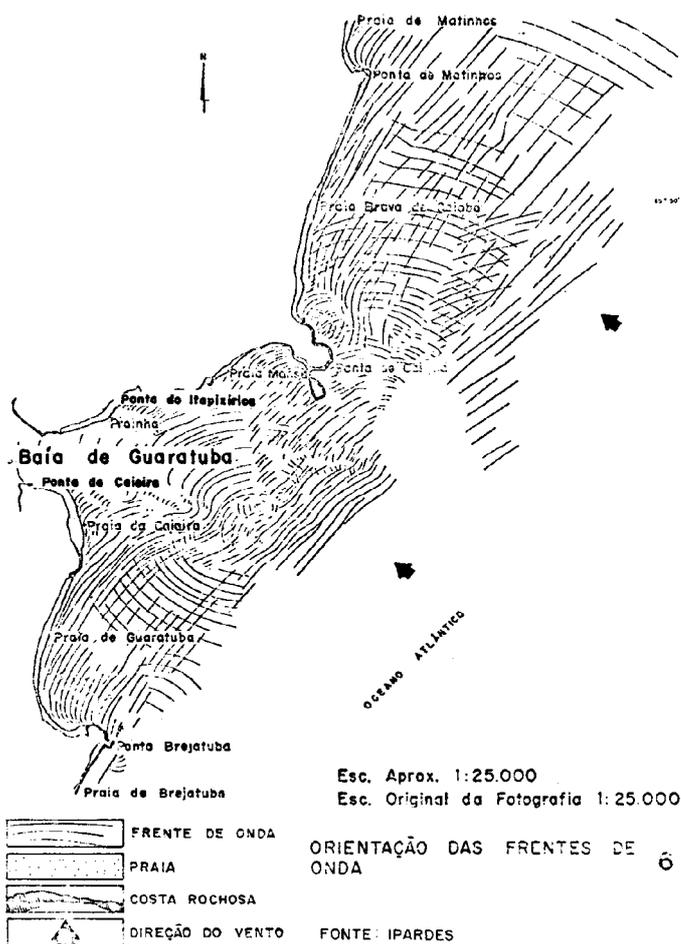


Esc. Aprox. 1:25.000  
 Esc. Original da Fotografia 1:25.000

	MORROS		PEDREIRAS E CORTES NO TERRENOS
	PLANÍCIES		RIOS
	PRAIA		RUAS E ESTRADAS
	COSTA ROCHOSA		
	BERMAS BAIXIOS E ZONA DE ARREBENTÇÃO		

FONTE: IPARDES

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO  
**IPARDES** INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL  
 VIABILIDADE DO CONTROLE DE EROSÃO NAS  
 PRAIAS DE CAIOBÁ E GUARATUBA  
 MORFOLOGIA DO LITORAL - 1980  
 CURITIBA - PARANÁ



2.1.2. Ações Propostas à Zona I

Para o controle da erosão das obras existentes, propõe-se a construção de um enrocamento com as seguintes características:

- a) o enrocamento deverá contar com uma parte interna ou núcleo de enrocamento simples (pedra de tamanho variável), e um recobrimento de pedra colocada de tamanho predominantemente igual ou maior a 0,4 m<sup>3</sup> ou 1 t;
- b) o perfil do enrocamento deverá ser como o esquematizado na figura 4. O pé do enrocamento deverá coincidir aproximadamente com a linha do antigo muro de contenção;
- c) onde o muro de arrimo estiver destruído, poderá ser necessária a colocação de uma manta de Bidim OP. 60 para impedir a fuga de material fino que possa descalçar a fundação;
- d) o enrocamento deverá começar nos locais onde o muro de arrimo ainda estiver em bom estado mas se encontre descalçado, ou o enrocamento existente alcance precariamente a sua base, permitindo a retirada de material fino pelas ondas. Em alguns locais, onde o muro apresenta rachaduras e leve afundamento, a proteção do enrocamento e a impermeabilização das fendas

poderão impedir a sua perda;

- e) nos locais onde persistem pequenas quantidades de material fino contra o muro de arrimo (resto do aterro), estes deverão ser removidos na sua parte superior aproximadamente até a base do muro, antes da construção do enrocamento;

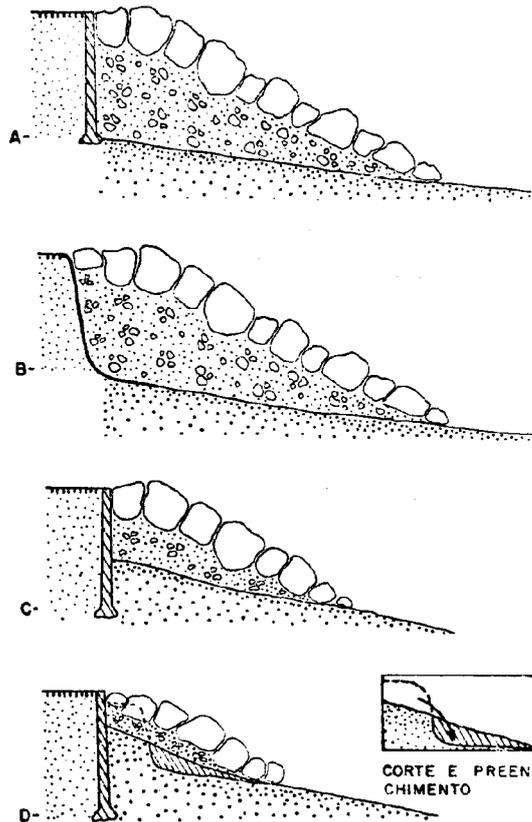


Fig. 4

- f) nos terminais das tabulações pluviais poderão ser feitos berços de gabiões com manta de Bidim OP. 30 por baixo, para evitar a retirada de materiais finos da base do muro de arrimo. Em um caso observou-se que a tubulação já esta deteriorada na parte interna do muro, por isso deve-se proceder a sua restauração antes de aterrar o local, para evitar vazamentos que arrastem materiais finos;
- g) na ponte poderá ser feita uma proteção de gabiões que resguardem os pilares, tanto do ataque das águas do canal como das ondas.

Julga-se que a execução das medidas propostas resolverá, de forma efetiva, o problema de erosão das obras.

Vantagens do enrocamento:

- a) custo menor que outras soluções;

- b) manutenção nula;
- c) uma vez estabilizado, apresenta uma grande durabilidade;
- d) condições de execução facilitadas pelas possibilidades de ampla mecanização com a utilização de guindaste, caminhões com caçambas, tombadeiras e trator;
- e) aproveitamento do enrocamento existente;
- f) é uma solução que possibilita ao local um aspecto mais natural, não alterando a paisagem de maneira significativa. Seu aspecto visual tende a melhorar com o tempo, pela ação das ondas que provoca o "arredondamento" das rochas, e pela ação de espécies marinhas que delas fazem seu "habitat";
- g) o tamanho adequado das rochas permite a sua utilização criando novas alternativas de lazer, pois o local é transformado numa espécie de "costão", tão apreciado pelos pescadores e observadores da natureza. Ressalta-se o efeito psicológico proporcionado pelo som das águas batendo nas rochas e efeitos visuais criados por estes impactos.

**Desvantagens:**

- a) as ondas poderão produzir no começo assentamento do material, o que fará necessária a colocação suplementar de rochas;
- b) não favorece a deposição de areia. Cabe esclarecer que normalmente todas as obras paralelas à praia em sua parte posterior, não favorecem a deposição da areia e que, como foi explicitado, isto depende em grande parte de outros fatores. Este problema só poderá ser resolvido de forma racional, após estudos de médio prazo sobre a dinâmica litoral.

**2.1.3. Zona II**

Situação Atual - Esta zona apresenta uma criticidade menor que a Zona I, tem uma extensão de aproximadamente 200 m e situa-se no extremo-sul da Praia Brava.

Observa-se o descalçamento de pequenos muros de contenção dos prédios próximos e destruição parcial da calçada. Algumas palmeiras

localizadas na praia apresentam suas raízes mais superficiais expostas, como consequência da retirada da areia.

Causas da Erosão - Observa-se nas fotografias aéreas, que os baixios mais setentrionais associados à embocadura da Baía de Guaratuba, em 1953, apenas estão esboçados e chegavam aproximadamente até a latitude da Ponta de Caiobá (mapa 3). Já no ano de 1963, os baixios estão bem configurados e avançam até o começo da praia, protegendo-a e alargando-a por deposição de areia (mapa 4). É por essa época que se realizaram muitas das construções ali existentes.

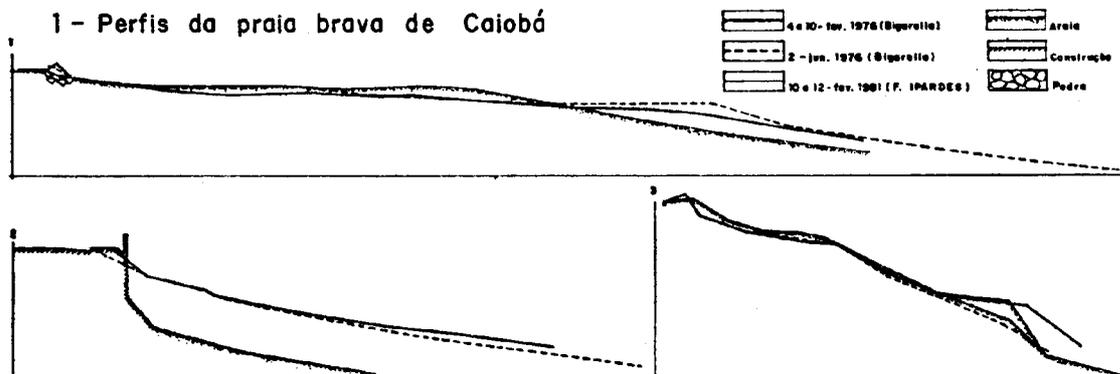
Na foto aérea de 1980 os baixios são mais proeminentes e estão deslocados aproximadamente 300 m para o norte, originando deposição de areia neste local da praia e erosão na área ocupada anteriormente (mapa 5).

Este deslocamento dos baixios pode ser deduzido também do perfil nº 1 da Praia Brava, que mostra uma erosão marcada desde 1976 a 1981, se for considerado que os baixios deslocam-se a uma velocidade anual média, em 1976 eles se encontrariam praticamente na linha do perfil mencionado, provocando o máximo de deposição observada.

Na área considerada, as construções existentes muito próximas à praia não dão margem para o desenvolvimento de um novo perfil que possibilite restabelecer o equilíbrio dinâmico, estabilizando-a. Portanto, torna-se necessário a construção de obras de contenção.

**2.1.4. Ações Propostas à Zona II**

- a) construção de uma pequena mureta de gabões contra os muros descalçados e uma soleira de aproximadamente dois metros enterrada na areia;
- b) a mureta e a soleira só serão construídas nos locais onde se verifique erosão sobre as obras maiores, como prédios e ruas. Nos locais onde existem pequenas obras, como pequenas calçadas, bancos ou árvores, julga-se preferível a sua retirada, contendo o avanço do mar no local mais recuado possível, para minimizar os possíveis efeitos da erosão sobre a praia ou originados por este tipo de obra.



## 2.2. PRAIA DE GUARATUBA

Situação Atual - O principal problema de erosão existente na praia de Guaratuba está relacionado com o "calçadão" construído no setor norte. Este "calçadão" apresenta-se deteriorado em quase toda sua extensão. Em vários pontos o muro está descalçado, observando-se grande fuga de materiais, tanto da fundação como do aterro. O setor mais crítico é o seu extremo-norte. Aqui o calçadão caiu e sobre os seus restos foi construído outro exatamente igual ao anterior.

Outros locais da praia de Guaratuba onde se observaram problemas de erosão foi na terminação das ruas em direção ao mar, onde o calçamento está deteriorado nos últimos metros.

Causas da Erosão - Observando as fotografias aéreas, nota-se uma relativa estabilidade da praia de Guaratuba, com poucas modificações na sua morfologia.

Nas proximidades da Ponta Brejatuba (Morro do Cristo) observam-se as modificações mais significativa. A fotografia de 1980 mostra um recuo marcado deste setor da praia, em relação à 1963, enquanto que na fotografia de 1953 nota-se uma situação intermediária. Estas fotos parecem indicar a existência de ciclos de erosão-sedimentação (mapas 3, 4 e 5).

O setor norte da praia é um dos que apresenta, segundo as fotografias, a maior estabilidade; paradoxalmente, é a área onde hoje existem os maiores problemas, originados pela construção completamente inadequada do "calçadão". Este está construído sobre a praia, o que o deixa exposto ao ataque do mar. No entanto, esta ação não tem sido a causa principal da destruição das obras e sim, as águas de escoamento superficial.

A obra situa-se em uma área onde deságuas rios que possuem uma bacia de aproximadamente 45 ha, que abrange a ladeira sul do morro próximo e parte da cidade de Guaratuba. Em épocas de tormenta, as fortes chuvas fornecem um grande caudal de água a estes rios.

Uma visita ao local (30.12.80), após grandes chuvas, permitiu observar claramente como as águas pluviais escorrem por baixo da estrutura, arrastando areia e materiais do aterro. Estes verdadeiros cursos de água cortam a praia formando canais e leques aluviais. O sistema de drenagem da obra praticamente não funciona e a maior parte da água drena por baixo da estrutura.

Esta obra não só está construída em um local inadequado como também apresenta sérias deficiências de projeto quanto a sua estabilidade.

### 2.2.1. Ações Propostas

Para melhorar a estabilidade da obra, deverá ser projetado e construído um novo sistema de drenagem para o escoamento superficial

das águas. Posteriormente, poderá ser necessária a proteção da fundação do muro externo contra o ataque das ondas.

Acrescenta-se que a obra poderá ainda apresentar no futuro outros problemas de estabilidade, dada a precariedade do seu sistema de fundação.

Embora estejam sendo indicadas correções para estabilizar a obra, do ponto de vista técnico o mais racional é não construí-la e desestimular qualquer tipo de construção na área de influência marinha, como, por exemplo, os projetos de construção da avenida de beira-mar nas praias de Guaratuba e Brejatuba. Felizmente, a nova legislação sobre Áreas Especiais de Interesse Turístico (Lei nº 7 389/12.11.80) prevê a proibição deste tipo de construção.

Para solucionar o problema de erosão constatado nas ruas, é necessário construir um sistema de drenagem às águas superficiais.

## 2.3. PRAIA DE CAIEIRA (GUARATUBA) E PRAINHA (CAIOBÁ)

Situação Atual - As praias da Caieira e Prainha estão situadas nas proximidades da embocadura da Baía de Guaratuba e são fortemente influenciadas pela dinâmica desta última. Possuem uma grande variabilidade morfológica com marcados ciclos de erosão-sedimentação.

Na Prainha a fase de maior erosão observa-se na fotografia aérea de 1953. Nesta data sua forma, em planta, é ligeiramente côncava. No ano de 1963 a forma é convexa e a sua largura está aumentada aproximadamente em 200 nos setores com maior sedimentação. Na fotografia de 1980, a morfologia é semelhante à do ano de 1963, mas isto não indica uma estabilidade ao longo deste período, pois certamente existiram ciclos menores de avanço e recuo nesses 17 anos. São evidências destes ciclos, as pedras colocadas frente às casas no setor leste da praia, para conter o avanço do mar, sendo que hoje este precário enrocamento está fora do alcance da ação das ondas.

As principais construções existentes nesta praia estão situadas numa linha de quarteirões ao longo da costa. A área ocupada por estes, em 1953, constituía o estirâncio da praia: assim, se um novo ciclo de erosão, como o registrado, vir a acontecer grandes obras de contenção deverão ser feitas para salvaguardar as construções existentes.

Novas construções estão sendo realizadas mais próximas ao mar onde o risco de erosão é muito maior, pois pequenas variações no perfil da praia, ou ainda fortes tormentas, poderão afetá-las ou destruí-las.

A praia da Caieira também apresenta grande variabilidade na sua morfologia. As mudanças mais significativas são a erosão na parte norte e sedimentação na parte sul.

Nesta praia observa-se uma rápida e inten-

sa ocupação facilitada por um acesso recentemente construído. Cercas de arame e construções proliferaram em 1980. Alguns lotes chegam até à própria praia. O acesso à praia, feito pelo morro, parece ter sido construído sem nenhum critério técnico, pois além de apresentar sérios problemas de estabilidade, originados por movimentos de massa e escoamento superficial, gera um péssimo aspecto visual, devido aos grandes cortes realizados nos morros.

### 2.3.1. Ações Propostas

Para estas praias recomenda-se um severo controle da ocupação, tanto nos loteamentos como nas construções privadas e públicas. Para isto conta-se com a nova legislação sobre Áreas Especiais de Interesse Turístico (Lei nº 7 389 de 12.11.80).

### 3. PROPOSTAS DE ESTUDO DA DINÂMICA LITORAL A MÉDIO PRAZO

Como foi indicado, é necessário possuir dados sistematizados de alguns parâmetros dos principais agentes e processos que operam e se desenvolvem na região costeira.

Embora sejam conhecidos qualitativamente alguns aspectos da dinâmica litoral, é necessário completá-los, aprofundá-los e sistematizá-los. Também é necessário conhecer quantitativamente vários parâmetros desta dinâmica, tais como:

- a) vento - Deve-se conhecer principalmente a sua direção, intensidade e frequência. Podem ser utilizados os dados de estações meteorológicas próximas, como a de Paranaguá. Também deverão ser feitas determinações no local com anemômetros, coordenadas com as determinações dos parâmetros das ondas;
- b) ondas - É preciso determinar o seu comprimento, altura e período. Com estes três parâmetros pode-se calcular o coeficiente de energia. A resultante da ação das ondas pode ser obtida graficamente a partir deste coeficiente e de um rosadiagrama de energia. As determinações deverão ser repetidas em diversas condições meteorológicas e fundamentalmente nas tormentas. Devido a várias circunstâncias, como variação de relevo do fundo e constantes mudanças nos parâmetros das ondas em águas rasas, torna-se difícil, nas praias arenosas, a medição dos parâmetros das ondas, principalmente daqueles de tempestade. A utilização de fotografias aéreas permite visualizar o conjunto de ações das ondas, mostrando igualmente o aspecto da refração e reflexão das mesmas junto aos obstáculos. Na foto aérea pode-se determinar facilmente o comprimento de onda e a sua trajetória. A altura e o período das ondas deverão ser determinados em campo, mediante o emprego

de flutuadores ancorados. As medições devem estar sincronizadas com as tomadas das fotografias aéreas;

- c) movimentação da areia na praia - A quantificação da movimentação do material arenoso ao longo da praia não é simples, pois depende de vários fatores. Vários métodos têm sido propostos com traçadores fluorescentes, radioativos ou simplesmente coloridos. Sugere-se, entretanto, como mais oportuno, a medição de seções transversais à praia e levantamento da microtopografia de praia em alguns setores, que revelarão a adição e subtração de areia na praia, de acordo com as várias flutuações meteorológicas e/ou ciclos existentes;
- d) correntes - Embora as correntes sejam conhecidas qualitativamente, seria necessário quantificá-las e saber qual ou quais correntes são mais importantes na retirada de areia da praia. As correntes podem ser determinadas mediante o uso de 2 ou 3 teodolitos e de flutuadores móveis, segundo a técnica usual;
- e) sedimentologia - Para complementar os estudos serão necessárias determinações de textura dos sedimentos da praia e realizar alguns cortes na mesma para estudar a sua estrutura interna, o que contribuirá para o conhecimento da gênese e evolução do perfil de praia;
- f) batimetria - Para conhecer a morfologia submarina próxima à praia, que influi expressivamente na sua dinâmica, deverão ser realizados levantamentos batimétricos periódicos, de preferência nas mesmas datas dos perfis de praia. Estas determinações poderiam ser realizadas com embarcações simples e métodos manuais.

Para atingir os resultados esperados, os estudos indicados devem ser desenvolvidos num período mínimo de 2 anos. Deverão ser de caráter regional, abrangendo a maior parte das praias do Estado, pois é sabido que os estudos regionais fornecem melhor informações e apresentam um custo relativo muito menor.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AB'SABER, AZIZ N. Potencialidades paisagísticas do Brasil. In "Vegetação aplicada ao paisagismo". São Paulo: Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas, 1980.
02. BIGARELLA, J.J. et alii. Contribuições ao estudo dos sedimentos praias recentes II - praias de Matinhos e Caiobã. Boletim da Universidade Federal do Paraná, Geologia Física. Curitiba (6): 109, 1966.
03. BURLE MARX, ROBERTO. O paisagista e a defesa da paisagem brasileira. In "Cader nos brasileiros de Arquitetura - Paisagismo" - Vol. 5. São Paulo: Projeto, 1978, 3.4.

04. CHACEL, FERNANDO M. Planejamento Paisagístico. In "Paisagismo urbano". São Paulo: Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas, 1979.
05. COUTINHO, LEOPOLDO M. Mata costeira, restinga e mangue. In "Vegetação Aplicada ao Paisagismo" - São Paulo: Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas - 1980.
06. EPI CONSULTORIA & PLANEJAMENTO. Parecer Técnico - praia de Guaratuba. Curitiba, 1980.
07. \_\_\_\_\_. Projeto de contenção da erosão na praia de Matinhos - praia brava. Curitiba, s.d./
08. FERRI, MÁRIO G. Ecologia: Temas e Problemas Brasileiros. Belo Horizonte: Itatiaia, 1974.
09. LABORATÓRIO NACIONAL E ENGENHARIA CIVIL. Serviço de Hidráulica. Combate à erosão na praia de Caiobá (Paraná) - Brasil - 1a. fase - estudo com vista a atuação imediata. Lisboa, 1977.
10. LAURIE, MICHAEL. And Introduction to Landscape Architecture, New York: Elsevier, 1976.
11. LONGWELL, CHESTER R. & FLINT, Richard F. Geologia Física. Cidade do México, Limusa, 1974.
12. PIRES NETO, ANTÔNIO G. Terminologia aplicada aos processos e a morfologia litorânea, Notícias Geomorfológicas, Campinas 18(35): 45-69, 1978.
13. THORNBURY, WILLIAM D. Princípios de geomorfologia. Buenos Aires, Kapeluz, 1966.
14. TOY, T.J. Introduction to Erosion Process. In "Erosion: Research, Techniques, Erodibility and Sediment Delivery". Norwich: Geo-Abstracts, 1977, 7-18.
15. U.S. ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER. Shore protection manual. Washington, D.C., 1973, 3v.

