

AREIAS EM MOVIMENTO - UM ESTUDO SOBRE A MORFODINÂMICA DA ILHA COMPRIDA - SP

WENDEL HENRIQUE*

IANDARA ALVES MENDES**

Resumo

O entendimento da dinâmica que rege os atributos físicos do meio ambiente é imprescindível em todo trabalho de planejamento e gestão ambiental. Este entendimento assume maior significância em se tratando de áreas costeiras face a rapidez da ação dos agentes que ali atuam. A Ilha Comprida, localizada no litoral sul do Estado de São Paulo, no “Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape/Cananéia”, foi definida como área de estudo. A Ilha, geomorfologicamente uma ilha barreira, apresenta uma linha de costa com 74 Km de comprimento, sua face interna, separada do continente por um canal de maré apresenta um comprimento de 80 Km. Sua gênese está vinculada a uma conjunção de eventos de natureza glácio-iso-eustáticos. Para o estudo da evolução geomorfológica desta Ilha, foram efetuados mapeamentos relativos a três cenários distintos - 1962, 1974 e 1991, utilizando-se para isto de pares estereoscópios de fotografias aéreas na escala 1:25.000. Assim, a partir da comparação e sobreposição dos mesmos, pode-se comprovar a grande variação morfológica apresentada pela Ilha, associada aos processos erosivos e deposicionais. A principal constatação é o acréscimo, em área, na sua extremidade nordeste, ocasionada pelo aporte de areias. Os processos erosivos estão vinculados a progradação do estirâncio em detrimento do recuo do terraço marinho, mas tais processos são pontuais ao longo da linha de costa. Na margem interior da Ilha, devido ao enorme volume de sedimentos aportados e a fraca energia do fluxo d' água, tem-se observado um constante acoplamento de “ilhas” e/ou bancos arenosos a sua área.

Palavras-chave: morfodinâmica, geomorfologia litorânea, Ilha Comprida (SP - Brasil)

* Bolsista FAPESP/MSII - Laboratório de Geomorfologia - DPTG/IGCE - UNESP/Rio Claro; Mestrando em Geografia - Organização do Espaço - UNESP/Rio Claro)

** (Profa. Dra. do DPTG/IGCE - Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP/Rio Claro)

Abstract

Sands in Moviment – A Morphodynamic Study at Ilha Comprida/SP

For every environmental planning or management, understand the natural dynamic that governs the physical attribute of the space is an exigency. This understanding assumes larger importance in coastal areas face the speed of the action of agents that there act. The Ilha Comprida, south coast of São Paulo State (Brazil), with 74 Km of coastline, was defined as study area. That barrier island was formed by glacio-iso-eustatic events. For the study of the geomorphologic evolution of this Island, maps were made in three different scenarios - 1962, 1974 and 1991, being used for these stereoscope equals of aerial photographs in the scale 1:25,000. Thus, starting from the comparison and overlap of the same ones, it can be proven the great morphologic variation presented by the Ilha Comprida. The main verification is increment of area in its northeast extremity, caused by the contribution of sands. The erosive processes are linked to the progress of the coastline in detriment of the shore terrace, but at few points. In the interior margin of the Ilha Comprida the constant joining of “islands” and sandy banks have been the main geomorphologic modification found. The causes of this process, are the great mass of sediments and low energy of the river channels.

Key-words: morphodynamic, coastal geomorphology, Ilha Comprida (SP - Brazil)

INTRODUÇÃO

As formas de relevo vinculadas à dinâmica marinha são consideradas azonais, uma vez que, a atuação do Mar, através de ondas, correntes e marés, não está subordinada a zonalidade climática. O clima influencia apenas na magnitude dos processos, relacionados a tal agente geomorfológico

O Mar atua contínua e ininterruptamente, erodindo formas preexistentes e/ou acumulando sedimentos, sendo assim, o principal responsável pela fisionomia das bordas continentais. O processo erosivo vinculado ao agente aqui enfocado se desenvolve tanto sobre formas de origem externa quanto naquelas associadas à ação dos agentes endógenos do relevo, sendo a fisionomia litorânea o reflexo do “balanço” entre as intervenções destes tipos e aquelas inerentes as oscilações do nível do mar ocorridas no Quaternário.

As regiões litorâneas pelas suas características genéticas, constituem-se em áreas fortemente vulneráveis à ocupação antrópica. Devido aos agentes naturais atuantes, a escala temporal que rege a morfodinâmica de tais áreas é extremamente curta, chegando a ser de apenas dias, ou horas.

Tal dinamismo exige, daqueles que buscam a compreensão da origem e evolução das formas de relevo, a realização de estudos que contemplem o levantamento, análise detalhada e completa de seus atributos, sejam eles físicos ou humanos. Tais estudos viabilizam a identificação e caracterização dos processos geomorfológicos, sua magnitude, frequência e seus raios de atuação, bem como o grau e intensidade das transformações antrópicas da área. Um dos procedimentos que tem se mostrado eficiente para a realização de diagnósticos e prognósticos é a análise de cenários temporalmente diferenciados da área pesquisada.

A Ilha Comprida, por suas características geográficas e pelo comprimento da sua linha de costa, está condicionada a uma maior influência dos processos marinhos, oferecendo respostas extremamente rápidas e facilmente perceptíveis. Localizada no litoral sul do Estado de São Paulo, na Região de Cananéia-Iguape, entre 24°30' e 25°30' S e 47°30' e 48° W (figura 01), constitui-se em uma ilha barreira com face oceânica de aproximadamente 74 Km de comprimento e largura variando de 625 m a 5,37 Km.

A ilha está separada do continente pelo Mar Pequeno ou de Iguape e pelo Mar de Cananéia. Esta face interna ou continental apresenta 80 Km de comprimento. Pelas características dos ecossistemas ali encontrados, a Ilha Comprida, através do Decreto No. 26.881/87, do Governo do Estado de São Paulo, foi considerada como Área de Proteção Ambiental (APA). Até 1992 a Ilha Comprida estava vinculada aos municípios de Iguape e Cananéia, sendo a partir daquela data elevada à condição de município.

A ocupação urbana é muito recente, iniciada na década de 80, e se apresenta ainda relativamente escassa, comparando-a com outras áreas do litoral paulista. Os cenários anteriores foram reconstituídos com pares estereoscópicos de fotografias aéreas das décadas de 60, 70 e 90, permitindo a identificação e caracterização da evolução de diversas formas de relevo e o registro dos impactos causados pelo homem.

MÉTODO E TÉCNICAS

O presente trabalho foi fundamentado na abordagem sistêmica, o que possibilitou contribuir-se para identificação das permutas de matéria e energia entre os diversos elementos que compõem a Ilha Comprida.

Figura 01 - Localização da Área de Estudo

Foram utilizadas técnicas de gabinete, de campo e de laboratório. Os trabalhos de gabinete, corresponderam aos levantamentos bibliográficos, à interpretação dos pares estereoscópicos de fotografias aéreas, à elaboração/organização dos documentos cartográficos e à redação dos textos. Na etapa dedicada às visitas ao campo foi possível aventar e comprovar as hipóteses levantadas com base na bibliografia e nos documentos cartográficos, checar os mapeamentos realizados, além de ser efetuada a coleta de amostras para as análises granulométricas, no Laboratório de Análise de Formações Superficiais (Depto. de Planejamento Territorial e Geoprocessamento - IGCE/UNESP/Rio Claro).

O Método

Choley & Kennedy (1971 apud CHRISTOFOLETTI, 1979), propõem a existência de onze categorias de sistemas, vinculadas a sua complexidade estrutural. Aqui enfocar-se-á apenas os três que estão relacionados com a pesquisa que se referem aos: (1) Sistemas Morfológicos; (2) Sistemas em Seqüência ou Cascata; (3) Sistemas Processos-Respostas.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1979), os Sistemas Morfológicos, correspondem as formas, sobre as quais se pode escolher diversas variáveis a serem medidas (altitude, granulometria, decilividade, etc.). Já os Sistemas em Seqüência ou em Cascata, são caracterizados pela existência de uma dinâmica rede de subsistemas, interrelacionados por uma constante troca de matéria e/ou energia, onde a saída de matéria e energia de um subsistema, se constitui na entrada destes elementos nos subsistemas subsequentes. Estes subsistemas atuam de forma integrada, organizando-se de modo a receber, armazenar e transferir a matéria e/ou a energia, para o subsistema posterior.

O mesmo autor (op. cit.), sobre os Sistemas Processos-Respostas, afirma que estes compreendem a interdigitação dos Sistemas Morfológicos com os Sistemas em Seqüência ou Cascata, onde o primeiro Sistema representa a resposta (forma) a um processo (estímulo), atribuído ao Sistema em Seqüência. Deste modo, os Sistemas Processos-Respostas, enfatizam as relações entre o Processo e a Forma.

Com base nestas considerações, o trabalho aqui apresentado foi desenvolvido sob a ótica dos Sistemas Processos-Respostas, onde o Sistema Morfológico corresponde à Ilha Comprida e seus atributos físicos/ambientais, e o Sistema em Seqüência ou em Cascata, refere-se aos processos atuantes na área, vinculados à dinâmica marinha.

As Técnicas

As técnicas empregadas neste trabalho, referem-se àquelas efetuadas em gabinete, campo e laboratório. Foram executados levantamentos de materiais bibliográficos e cartográficos; fichamentos; organização e análise de documentos cartográficos pré-existentis; elaboração e análise de documentos cartográficos; correlação da documentação bibliográfica e cartográfica e organização, correlação e interpretação dos resultados.

Nos trabalhos de campo procedeu-se a reambulação dos dados mapeados, bem como após identificação de cada uma das unidades de relevo, foram coletadas amostras de formações superficiais para posterior processamento em laboratório.

Neste artigo, não serão abordadas detalhadamente todas as etapas realizadas. O foco será direcionado para aspectos da morfodinâmica e evolução da Ilha Comprida.

Os documentos cartográficos que dão suporte aos dados aqui discutidos não são apresentados, podendo serem encontrados em HENRIQUE (1996), na escala 1:25.000. Entretanto optou-se por tecer algumas considerações a respeito da elaboração de tais documentos.

Base Cartográfica

A elaboração da Base Cartográfica para a Ilha Comprida, teve como documento de apoio as Cartas de Uso do Solo, publicadas em 1988, na escala de 1:25.000, pelo Governo do Estado de São Paulo.

Em face da inexistência de Cartas Topográficas a 1:25.000 abrangendo a área de estudo, aliada a baixa amplitude altimétrica¹, optou-se pela utilização das Cartas de Ocupação Urbana, elaboradas pela Secretaria do Meio Ambiente - Estado de São Paulo, para a regulamentação da APA da Ilha Comprida, em 1988. Este documento conta com a presença, além das manchas de ocupação urbana, de pontos cotados, curvas de nível, rede de drenagem e vias de circulação. Sendo assim, estes documentos apresentavam todos os elementos necessários a elaboração da Base Cartográfica, além de estar compatibilizada com a escala deste trabalho.

A Base Cartográfica constitui-se em documento importante tanto para a compreensão dos dados topográficos quanto para a localização dos diversos elementos nela representados, tais como cursos fluviais, áreas de uso urbano, vias de circulação, toponímia. Além disso, trata-se de documento fundamental para a orientação e desenvolvimento dos trabalhos de campo.

Carta Geológica

A carta geológica foi organizada a partir de documentos cartográficos pré-existentes. Apesar da escala diferir em muito daquela definida para a realização do trabalho, optou-se por utilizar as cartas geológicas de SUGUIO & MARTIN (1978b) – folhas Cananéia e Iguape, na escala 1:100.000. Tal escolha encontra-se apoiada numa análise comparativa entre estes documentos e aqueles elaborados por BARCELOS (1975) e MARETTI (1989), que são apresentados em escala maiores, mas não apresentam maiores detalhamentos do que as elaboradas por SUGUIO & MARTIN (1978b). Salienta-se que outros trabalhos, relacionados a Província Cos-

¹ A baixa amplitude altimétrica impõe o registro de curvas de nível apenas na área relativa ao Morrete, localizado no Sul da Ilha Comprida.

teira Paulista, vêm sendo realizados no Laboratório de Geomorfologia do DPTG/IGCE – Unesp – Rio Claro, sendo o documento de SUGUIO & MARTIN (op. cit.), aquele que por recobrir a totalidade da Província Costeira Paulista é o que vem sendo usado como base nos trabalhos relativos ao mencionado laboratório.

A compatibilização entre as escalas do documento geológico selecionado e a base cartográfica, elaborada no decorrer da pesquisa, foi realizada através do Aerosketchmaster.

Cartas Geomorfológicas

Para caracterização do quadro ambiental da Ilha Comprida, foram elaboradas três cartas geomorfológicas, confeccionadas a partir da interpretação de pares estereoscópios de fotografias aéreas dos cenários relativos a 1962 e a 1973/74, na escala 1:30.000, abrangendo a área total da Ilha; sendo utilizadas ainda fotografias do levantamento aerofotogramétrico realizado em 1991, na escala de 1:25.000, que abrange o setor centro/margem nordeste da ilha. Estas fotos foram utilizadas para a caracterização do cenário urbanizado mais recentemente, onde a morfogênese apresenta maior dinamismo.

Optou-se pela utilização do estereoscópio de bolso, pelo ‘exagero’ vertical apresentado por este aparelho, sendo o mais recomendado para a fotointerpretação de áreas com pequenas diferenças altimétricas.

As informações extraídas de cada par de fotografias foram: cursos fluviais, formas de relevo (planícies flúvio-marinha e marinha, terraços marinhos, cordões litorâneos, etc.) feições de sedimentação emersas e submersas. Estas informações foram registradas utilizando-se ‘overlays’ em papel polyester.

A montagem dos ‘overlays’ e a transposição dos fatos neles registrados para a base cartográfica da Ilha Comprida, possibilitaram a confecção do mapa geomorfológico. Este procedimento foi realizado para as três séries temporais, ou seja, àqueles vinculados aos cenários de 1962, 1973/74 e 1991.

A legenda das Cartas Geomorfológicas da Ilha Comprida, foi organizada a partir da adaptação da proposta elaborada por MAURO & MENDES (1985), para áreas da Bacia Sedimentar do Paraná.

GÊNESE E EVOLUÇÃO DA ILHA COMPRIDA

A gênese e evolução da Ilha Comprida foi e continua sendo foco de vários estudos. Diversas hipóteses foram levantadas, e os mais antigos trabalhos, em cuja

maioria procura-se identificar a Ilha Comprida como uma “restinga”, termo que possui vários significados - “beach-ridge”, feixe de cordões litorâneo, restinga de fechamento de laguna, entre outros.

O Morrete, intrusão de rochas alcalinas Pré-Cambrianas, identificada primeiramente por FREITAS, (1947), constitui o ponto mais antigo, e provavelmente originou a Ilha, sendo o ‘ponto de amarração’ para a posterior sedimentação marinha quaternária.

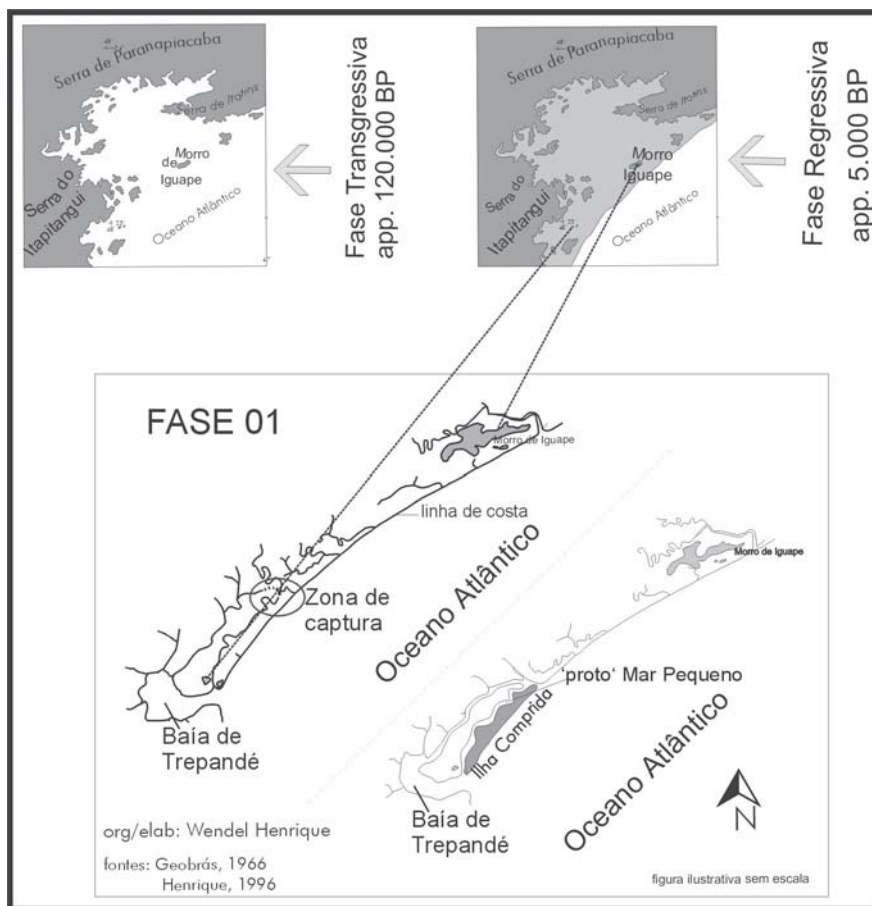
Neste contexto, a análise da bibliografia relativa a Ilha Comprida, bem como os mapeamentos realizados no decorrer da pesquisa, permitiram o estabelecimento de quatro fases bem definidas, envolvendo a gênese e evolução da Ilha Comprida.

Fase 1 - O desenvolvimento da planície Iguape-Cananéia e a Proto-Ilha

Na Transgressão Cananéia (120.000 anos A.P.), o nível do mar subiu, em relação ao atual, e atingiu o Médio Vale do Ribeira (MARETTI, 1989), alcançando as escarpas da Serra de Paranapiacaba e do Maciço de Itatins. A regressão posterior, cerca de -110 metros em relação ao nível atual do mar, há 17.000 anos A.P. (SUGUIO & MARTIN, 1978b), depositou novas camadas de sedimentos marinhos, além de retrabalhar os já depositados. Este processo originou uma primeira geração de cordões litorâneos sobre os terraços marinhos, vinculadas assim, a Formação Cananéia. Esta deposição, que deu origem aos cordões, é considerada como a formadora da primitiva planície de Cananéia-Iguape. Neste período, a área correspondente a ‘proto’ Ilha Comprida, ainda estava ligada à ilha de Cananéia.

De acordo com a GEOBRÁS (1966), no fim do Terciário e início do Quaternário, em função do vagaroso recuo do mar ocorreu “a formação da planície costeira (...) a rede de drenagem ficou constituída de pequenos cursos d’água de orientação geral paralela à costa. (...) Um fenômeno de captura entre um rio que desembocava na atual baía de Trepandé e outro que desaguasse diretamente no mar pouco a SO de Pedrinhas teria originado a Ilha Comprida”. GEOBRÁS (1966: 181)

Após o processo de captura que originou a Ilha (figura 02), a estrutura do “golfão”, em que se encontrava a área continental, permitia que fortes ondas e a ação das marés e das ondas, erodissem as bordas dos ‘paleo’ leitos dos cursos d’água que foram consideravelmente alargados, pondo em transporte grandes quantidades de material arenoso, que era logo depositado, construindo e desenvolvendo as praias, em virtude da ação das correntes longitudinais resultante da incidência oblíqua das ondas. A ‘língua’ de areia, ou seja, a ilha primitiva cresceu na direção NE, separada do continente por um canal de maré (Mar Pequeno), deste modo o mecanismo de crescimento da ilha consistia e consiste na erosão da ‘margem continental’ (Ilhas de Cananéia e de Iguape) e na deposição na margem interior da Ilha Comprida.

Figura 02 - Gênese e Evolução da Ilha Comprida - fase 01

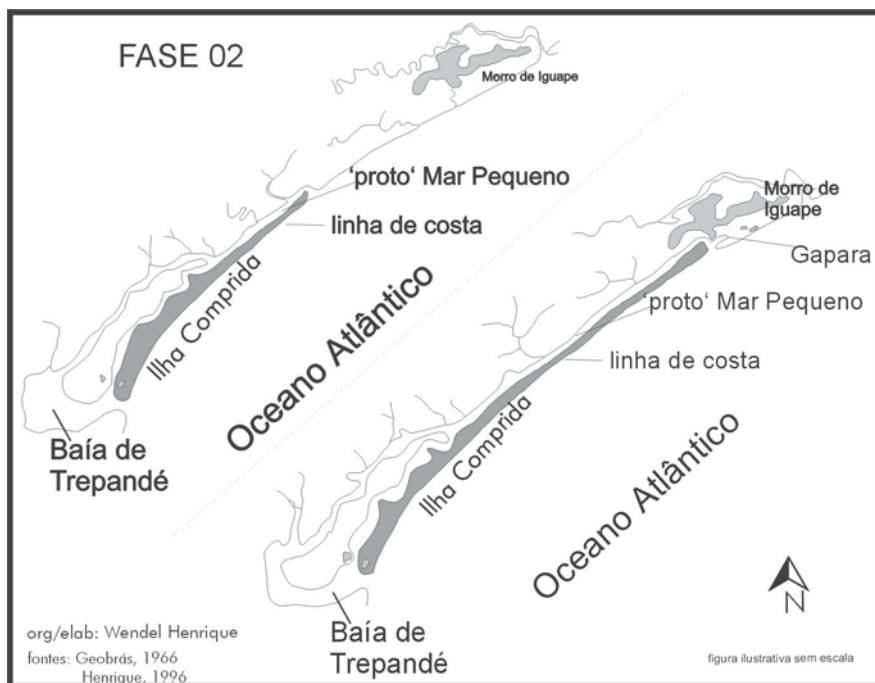
Fase 2 - O desenvolvimento longitudinal

A interpretação e a análise das fotografias aéreas mostram os inúmeros indícios referentes ao mecanismo de evolução longitudinal da ilha, onde o alinhamento de cordões litorâneos flexionados a oeste, demonstrou esta fase de crescimento longitudinal.

Como pode ser identificado através da análise de cartas náuticas antigas, o crescimento longitudinal da Ilha na direção NE prosseguiu até estabilizar-se no

século XVIII. O maior obstáculo à continuação do processo de crescimento encontra-se nos morros localizados em Iguape (figura 03).

Figura 03 - Evolução da Ilha Comprida - fase 02



Fase 3 - O desenvolvimento lateral

Com a interrupção do processo de crescimento longitudinal da Ilha, ocorreu a deposição de sedimentos marinhos regressivos, pós Transgressão Santos, provocando um 'engordamento' da Ilha, ou seja, a Ilha passou a crescer lateralmente (figura 04). Este processo pode ser observado pela enorme quantidade de cordões litorâneos paralelos à linha de costa, indicando o progressivo recuo do nível do mar até seu nível atual.

Estes cordões paralelos refletem também a constante evolução da Ilha, uma vez que os mais próximos ao estirâncio, são muito recentes, onde a vegetação ainda se mostra incipiente, não sendo observada a mesma vegetação de restinga encontrada no seu interior.

Segundo dados da GEOBRÁS (1966), esta fase de desenvolvimento durou entre 500 e 800 anos, tempo necessário para um alargamento da ordem de 300 a 400 metros, correspondente a uma taxa média de 5 metros a cada 10 anos.

Fase 4 ou Atual - Os mecanismos são reativados

A barreira imposta pelos morros cristalinos ao crescimento longitudinal é transposta rapidamente, e a erosão da margem da Ilha de Iguape, foi novamente reativada, num ponto conhecido como 'Enseada', a 5 Km da área urbana de Iguape, que pode ser claramente observada, pois aparece nitidamente a flexão feita pelo Mar Pequeno (figura 04).

Convém esclarecer que nesta fase foi construído o canal do Valo Grande. Este canal foi aberto para diminuir a distância entre o porto fluvial de Iguape, localizado no Rio Ribeira de Iguape e o Oceano Atlântico, visando o escoamento da produção de arroz.

As correntes vinculadas ao Mar Pequeno ao penetrarem no Valo Grande, propiciaram seu alargamento e, conseqüentemente, facilitando que um maior volume de águas oriundo do Rio Ribeira de Iguape cruzassem o referido Valo. Em decorrência deste maior volume d'água tem-se o aumento das correntes atuantes no Mar Pequeno, favorecendo o aprofundamento do canal e o desbarrancamento das margens.

Os sedimentos vinculados a este processo erosivo eram carreados e depositados à medida em que o fluxo perdia energia, favorecendo o alongamento da Ilha Comprida. O grande volume de água relacionada à somatória daquela relativa ao Mar Pequeno e àquela vinculada ao canal do Valo Grande, possibilitou a construção de uma barra cada vez maior ('proto' Barra de Icapara).

Ao mesmo tempo em que o Mar Pequeno procurava ampliar sua barra a sedimentação marinha tornou-se muito mais atuante e fechou o antigo canal de ligação do Mar Pequeno com o Oceano Atlântico (figura 04). Hoje neste antigo canal, encontra-se um amplo campo de dunas e de cordões litorâneos retrabalhados em dunas. Tal campo, foi formado a partir dos séculos XVIII/XIX, como pôde ser identificado pela análise de antigos documentos cartográficos e pela interpretação das fotografias aéreas, onde observa-se claramente a intersecção que o campo de dunas faz em feixes de cordões litorâneos alinhados e notadamente correlacionados.

Sondagens geológicas feitas na Ilha Comprida pela GEOBRÁS (1966), confirmam esta seqüência de gênese e evolução. A 13 metros de profundidade, no atual campo de dunas posicionado na extremidade NE da Ilha, encontraram uma camada de areia fina com grande quantidade de conchas, indicando um ambiente de sedimentação em contato prolongado com mar aberto; a camada superior é constituída

por uma areia fina siltosa, correspondente a uma rápida sedimentação. Num ponto situado no campo de dunas foi encontrada abaixo de 6 metros uma camada de areia fina com núcleos de argila.

Com o fechamento da ‘proto’ barra, houve a dinamização erosiva da margem continental, provocando o rompimento da lagoa de ‘Gapara’, propiciando a abertura de uma nova ligação entre o canal de maré e o Oceano, identificada atualmente como Barra de Icapara.

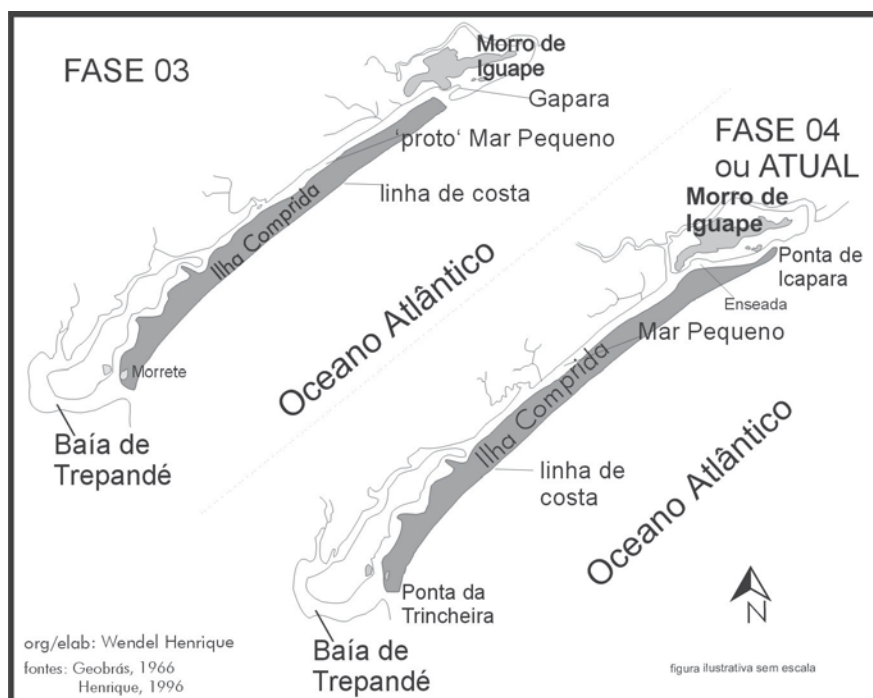
Na porção sul da Ilha, as sondagens realizadas pela GEOBRÁS (op. cit.) indicam uma continuidade de 25 metros de profundidade, de sedimentos idênticos até com mesma distribuição granulométrica, indicando os terrenos primitivos na formação da Ilha.

Caso a Ilha Comprida continue, e tudo leva a crer que continuará, crescendo e deslocando a saída do Mar Pequeno, muito em breve as Barras de Icapara e do Rio Ribeira de Iguape, irão se unir, devido ao processo de erosão do terraço marinho da borda da Ilha de Iguape. Segundo GEOBRÁS (1966), as conseqüências desta junção serão: volume de água maior - o que favorecerá a manutenção das profundidades nos bancos externos; a erosão da margem também será provavelmente reduzida pela própria conformação da Barra do Ribeira e pela existência do rio Suamirim. Mas podem ocorrer outros tipos de modificações, como o rompimento ou secção da Ilha Comprida, no ou nos pontos mais frágeis, abrindo uma ou novas barras, ou seja, um novo tipo de deslocamento diferente do que ocorre hoje.

Desenvolvimento das desembocaduras lagunares de Cananéia e de Icapara.

As desembocaduras lagunares, como as encontradas nas duas extremidades longitudinais da Ilha Comprida, e que estão continuamente em processo morfodinâmico, assemelham-se à foz de rios junto à costa, com a peculiaridade de que os sentidos de fluxos predominantes se alternam em função das marés. Assim, segundo TESSLER (1988), as interações cíclicas, entre os mecanismos hidro-dinâmicos marinhos e lagunares, produzem formas arenosas nem sempre condicionadas simplesmente pela corrente de deriva litorânea. Este fato, esclarece o autor (op. cit.), dificulta a utilização destas feições diretamente como indicadores do sentido predominante do transporte, em planícies arenosas retilíneas ou pontões do embasamento cristalino.

Isto se aplica ao litoral sul paulista, especialmente na Ilha Comprida, não sendo possível a utilização do deslocamento das desembocaduras lagunares, como único indicador geomorfológico do sentido predominante do transporte litorâneo. TESSLER (1988) mostra, a partir de análises de feições geomorfológicas, direção de correntes, ação de marés, etc, que o mecanismo de transporte litorâneo predomina-

Figura 04 - Evolução da Ilha Comprida - fases 03 e 04

te no litoral sul do Estado de São Paulo, possui sentido SW-NE, justamente o sentido da Ilha Comprida e de modo geral de todo litoral paulista.

A Barra ou desembocadura de Cananéia, constitui-se no maior acesso de ligação entre o Oceano Atlântico e os canais lagunares, através da baía de Trepandé. A referida barra localiza-se entre a extremidade SW da Ilha Comprida, NE da Ilha do Cardoso e Leste da Ilha de Cananéia (figura 04).

Os estudos envolvendo esta desembocadura começaram a ser efetuados desde a época da colonização portuguesa, e vêm se prolongando até os dias atuais, onde observa-se a preocupação em cartografar sua evolução e os mecanismos atuantes.

Os levantamentos batimétricos realizados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e pelo Laboratoire Nationale D'Hydraulique Chatou, por solicitação do DAEE/SP (1956 apud SUGUIO & TESSLER, 1983), demonstraram que, as profundidades máximas das áreas marinhas e lagunares ao redor do canal principal

da desembocadura, não se apresentam superiores a 6 ou 8 metros, mas o canal sempre teve sua profundidade próxima a 20 metros. Esta constatação levou os autores (op. cit.), a aventarem a hipótese de que o canal seria relacionado a um paleovale, submerso durante a Transgressão Holocência (Santos), ou segundo a GEOBRÁS (1966), a uma zona de abatimento estrutural.

A partir de trabalhos de campo e análise de fotografias aéreas, PETRI & SUGUIO (1971 apud TESSLER, 1988), admitem que a tendência do litoral sul paulista seja a ação predominantemente dos processos de sedimentação, atenuando as formas paleogeográficas recortadas que ali eram encontradas. Localmente os ventos e as correntes de maré podem erodir rapidamente porções menos resistentes da orla. Assim em pontos observa-se a tendência a processos de sedimentação em detrimento de uma dinâmica de erosão, mas o inverso também é encontrado, principalmente nas desembocaduras lagunares.

Na Ponta da Trincheira, Ilha Comprida (figura 04), a corrente de maré vazante tem sido predominante sobre a de maré de enchente, ou seja, as marés vazantes provenientes do Mar de Cananéia e da Baía de Trepandé encontram-se antes de fluir pela desembocadura lagunar rumo ao Oceano. Como esclarece SUGUIO & TESSLER (1983), o contínuo avanço desta feição chegou a ser de 100 metros entre 1940 e 1970. Algumas adversidades climáticas, principalmente as entradas de frentes frias (conhecido localmente como 'vento sul'), podem ocasionar a retenção do fluxo de vazante dos canais lagunares, ocasionando o rompimento do pontão arenoso.

Na desembocadura lagunar de Cananéia, associam-se à retenção do transporte litorâneo outros fatores, como a erosão das suas margens pela ação das correntes de maré vazante e de enchente, além da ação local das correntes geradas pela incidência das ondas provenientes dos setores S-SE e E (TESSLER, 1988).

As barras submersas arenosas que ocasionalmente obstruem o acesso ao canal lagunar, em seu trecho mais profundo, possui uma disposição paralela à linha de costa atual, sendo resultado da interação entre as correntes de maré e as de deriva litorânea. Segundo SUGUIO & TESSLER (1983), os bancos submersos em crescimento, são alimentados pelos sedimentos arenosos carreados pela corrente de vazante, a partir das margens das ilhas Comprida e do Cardoso, sendo que outra fonte de sedimentos considerada pelos autores, é a plataforma continental. Os bancos se expandem até um nível máximo, atingindo um limiar crítico, onde interrompem seu estado de equilíbrio dinâmico e passam a ser desmontados. O mecanismo de deriva litorânea, gerado pela incidência dos trens de ondas, atua concomitante à ação das correntes de maré, em sentido contrário, que fluem pela desembocadura lagunar. Tais fatos levam a uma deposição dos sedimentos que estavam em movimento, além de retrabalhar e remobilizar os sedimentos que já estavam sob a forma de bancos submersos.

Os bancos arenosos submersos, os quais possuem grande mobilidade, definem um processo de constante migração do talvegue das desembocaduras lagunares de Cananéia e de Icapara.

De acordo com TESSLER (1988), os sedimentos postos em movimento, seguem o sentido da corrente de vazante e assim são carreados em direção ao Pontal de Fora, na extremidade S da Ilha Comprida que apresenta um constante crescimento rumo ao Oceano. Este crescimento está respaldado pelo alinhamento de cordões litorâneos ali localizados, que apresentam um deslocamento para W, com relação aos alinhamentos dos cordões da margem Atlântica da Ilha Comprida.

A DINÂMICA DA PAISAGEM

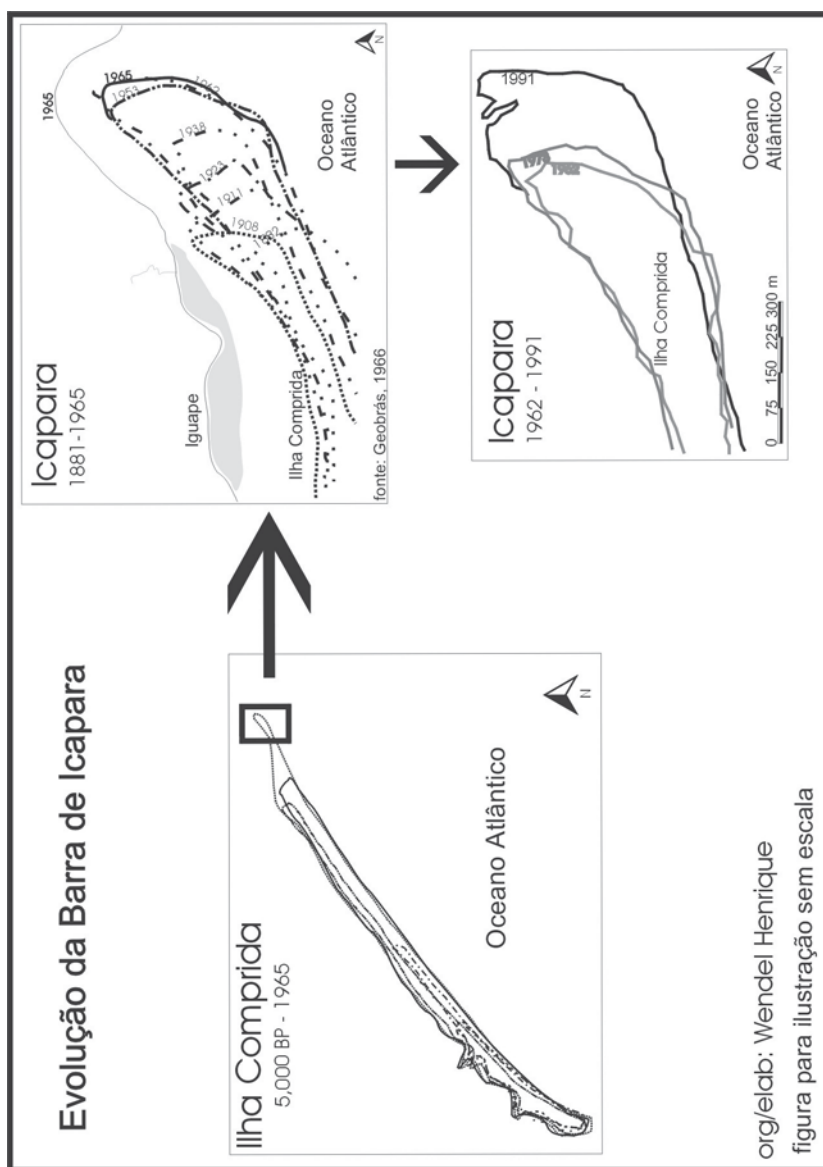
Com a sobreposição das cartas geomorfológicas e as de uso do solo, relativas aos cenários de 1962, 1973/74 e 1991, foram identificados os pontos onde a dinâmica da paisagem se encontra mais atuante. Os processos morfodinâmicos, na Ilha Comprida, encontram-se subordinados a uma escala temporal extremamente curta, onde as modificações e transformações dos cenários podem ocorrer em dias ou horas. Esta dinâmica, do ponto de vista natural, está associada à ação marinha que é muito rápida e efetiva, e que possui uma área de atuação direta de aproximadamente 74 Km, ou seja, toda a extensão da Praia de Fora ou da Ilha Comprida. Mas a dinâmica imposta pela ação antrópica segue a mesma rapidez e acelera os processos naturais, a urbanização da Ilha acontece de maneira rápida e contínua, ocupando áreas de alta fragilidade e de preservação.

Os processos morfodinâmicos também foram observados na margem interior da Ilha, voltada para o Mar Pequeno, associados a feições de assoreamento do canal, acarretando o acoplamento de novas áreas à Ilha Comprida, ou mesmo formando novas ilhas, a partir da emergência de bancos arenosos submersos. Na própria margem da Ilha, as mudanças quanto à dinâmica erosional e deposicional são constantes, onde num momento ocorre a erosão do terraço marinho e a construção de uma planície flúvio-marinha, já em outra série temporal o que acontece é a erosão da planície flúvio-marinha e a acumulação na forma de bancos arenosos.

A área que apresenta a maior morfodinâmica em toda a Ilha, é sem dúvida a Ponta de Icapara, dinâmica esta que pode ser visualizada pela sua constante progradação em detrimento do deslocamento da Barra de Icapara e da erosão da margem da Ilha de Iguape.

Foram mapeados por HENRIQUE (1996), três níveis altimétricos de terraços marinhos, bem como um nível de planície marinha e um de flúvio-marinha. A identi-

Figura 05 - Desenvolvimento da Barra de Icapara - Ilha Comprida/SP



figuração desta diferença altimétrica, que se apresenta nítida em todos os cenários mapeados, pôde ser visualizada graças a escala na qual o trabalho foi realizado (1:25.000). Esta diferença altimétrica permite aventar-se a hipótese de uma ação da tectônica propiciando um soerguimento geral da Ilha Comprida, ou apresentando a ocorrência de dois eventos de recuo do nível do mar.

De modo geral, pelas características litológicas e pelos maiores desníveis altimétricos, os terraços marinhos de nível I (mais alto), são os mais vulneráveis a ação dos agentes erosivos naturais e antrópicos. A ação antrópica manifesta-se através das terraplanagens, aberturas de canais. Outras formas de relevo identificadas e cujo posicionamento altimétrico é similar ao nível I (mais alto), foram também mais vulneráveis à erosão, de acordo com os a análise das fotografias aéreas relativas aos cenários entre 1962 e 1991.

Já os níveis mais baixo dos terraços (nível II e III), vêm sendo constantemente ampliados, seja pela deposição marinha ou flúvio-marinha, ou pela erosão dos níveis mais altos.

Observa-se esse comportamento pela análise, dos terraços marinhos de nível II e III, relacionados ao crescimento das Pontas da Trincheira (Barra de Cananéia) e de Icapara (Barra de Icapara), das planícies flúvio-marinhas ao longo de toda a margem do Mar Pequeno, e pela tendência de progradação do estirâncio no setor centro-nordeste da Praia de Fora.

A rapidez e a atuação constante destes processos morfodinâmicos, é que justificam e tornam necessário a análise de uma área, no caso da Ilha Comprida, em cenários temporais distintos, além disto a ação humana sobre a paisagem atua de maneira muito intensa e acelerando os processos de ordem natural.

A Dinâmica da Margem Atlântica

Como já foi citado, a linha de costa da Ilha Comprida possui aproximadamente 74 Km de comprimento, o que representa uma grande borda continental sujeita a ação direta das ondas, marés e correntes de toda frequência e magnitude, que agem erodindo ou sedimentando em grandes escalas ou mesmo em pequenos pontos.

Atualmente observa-se ao longo da linha de costa na Ilha, uma tendência à constante progradação do estirâncio, seja em detrimento da ante-praia ou da pós-praia; isto significa que, em alguns pontos, ocorre uma grande deposição na ante-praia resultando a regressão da linha de costa. Já em outros pontos ocorre o avanço do mar, ocasionando a erosão da borda do terraço marinho. O estirâncio encontra maior dinamismo no setor centro/nordeste da Ilha, justamente nas áreas mais recentes.

Ao todo, a Praia de Fora, apresenta-se com a forma de uma grande enseada, mas devido à distância entre os extremos desta enseada, a linha de costa torna-se extremamente retilínea, com duas pequenas convexidades em direção as Barras de Cananéia e de Icapara. É justamente na Ponta de Icapara, que ocorre atualmente o mais intenso processo erosivo da borda Atlântica da Ilha Comprida. Neste setor ocorre uma retilinização da linha de costa, para manutenção da forma de todo conjunto da margem Atlântica da Ilha, pois a área convexa migra constantemente para o Norte, com o crescimento da Ponta de Icapara, ou seja, a dinâmica marinha e seus processos atuam de modo a conservar o aspecto geral da Praia de Fora, mantendo apenas duas áreas convexas, que migram continuamente, necessitando assim a retilinização da convexidade antiga.

No setor sul da Ilha, os processos morfodinâmicos estão mais estabilizados; nesta área o estirâncio é estreito e inclinado, ou seja, possui uma pequena área para a constante deposição marinha. Entretanto, em determinadas épocas do ano, quando a quantidade de sedimentos é maior e as ondas possuem maior energia, ocasionada principalmente pela passagem de frentes frias, a deposição destes sedimentos ocorre sobre o campo de dunas e sobre os cordões litorâneos, geralmente com altura superiores a 2 metros.

Ainda no setor sul, as dunas estão parcialmente estabilizadas, pela presença de vegetação fixadora e pela presença da mata de restinga que age como uma barreira para os seus deslocamentos. Já no setor do campo de dunas, na Ponta de Icapara, os cordões estão continuamente sendo retrabalhados em dunas, que pela falta de vegetação fixadora encontram-se em constante movimento sobre as áreas de terraço marinho, sobre os antigos feixes de cordões e em alguns pontos sobre a planície flúvio-marinha, ou seja, há uma tendência que o campo de dunas ocupe toda a largura da Ilha Comprida neste setor.

Outro fator associado à morfodinâmica da margem Atlântica da Ilha Comprida, está ligado à erosão fluvial e ao escoamento pluvial, principalmente nas bordas do terraço marinho, onde a constituição arenosa facilita o aprofundamento da drenagem.

É comum ao longo de toda Ilha, encontrarmos profundos canais de drenagem, que também servem para que nas marés de sizígia o mar penetre em áreas de terraço, o que acelera os processos erosivos das margens destes canais. O processo erosivo encontrado nas margens dos canais fluviais e pluviais é o desbarrancamento.

Todos os processos morfodinâmicos atuam na linha de costa da Ilha Comprida, desde a sua gênese, mas a partir do mapeamento de 1973/74 estes processos vêm sendo acelerados, principalmente no setor nordeste da Ilha, retratado no mapeamento de 1991. A dinamização destes processos é consequência tanto de

agentes naturais como da ação antrópica, que neste setor constrói balneários, aterra e cria novas drenagens, ou seja, alteram todos os fluxos de matéria e/ou energia do 'Sistema Ilha Comprida'.

É justamente na borda atlântica da Ilha, onde está concentrado o seu maior contingente populacional, e praticamente todas as casas de veraneio. Como já foi descrito, alguns setores da borda atlântica imprimem alto risco à ocupação urbana, uma vez que processos erosivos, diretamente influenciados pela ação do mar, estão ocorrendo. Uma vila inteira de pescadores, vem sendo, desde o início dos anos 90, destruída pela ação das marés, destruindo o terraço marinho, e consequentemente, as casas que estão sobre ele. A prefeitura da Ilha Comprida, vem utilizando sacos de areia, na forma de barreira, numa tentativa de contenção do avanço do mar. Mas devido falta de manutenção, tal obra tem sido de pouca eficácia. O avanço do mar sobre o terraço já atingiu aproximadamente 100 metros, numa extensão de 500 metros da linha de costa.

A Margem Interior e o Mar Pequeno

Na margem interior da Ilha Comprida, voltada para o Mar Pequeno, os processos morfodinâmicos estão presentes, principalmente com sedimentação e assoreamento do Mar Pequeno e na borda da Ilha, e consequentemente a progradação da Ilha e das planícies flúvio-marinhas, sendo estas últimas construídas também em áreas de terraços marinhos erodidos.

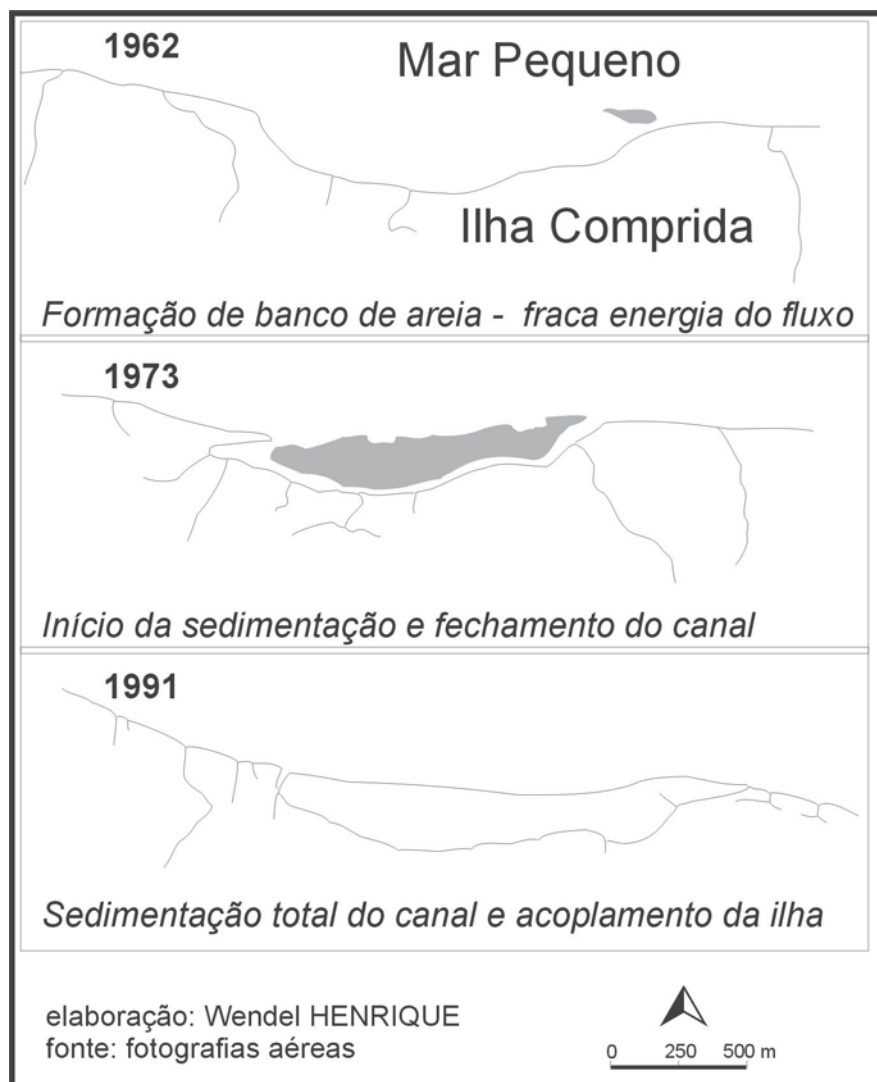
A quantidade de sedimentos no Mar Pequeno é muito grande, provenientes da erosão dos terrenos do embasamento cristalino que são transportados pela drenagem que deságua diretamente em seu canal, além da erosão da própria planície costeira, principalmente de suas bordas. Outro fator que aumentou a quantidade de sedimentos no Mar Pequeno foi a construção do canal do Valo Grande, que o ligou ao Rio Ribeira de Iguape, rio este que transporta grande quantidade de material erodido.

O volume de material no canal do Mar Pequeno, associado a sua fraca energia, faz com que estes sedimentos sejam depositados, formando bancos de areia submersos que tendem a se desenvolver tão rapidamente e tão intensamente que entre os anos de 1973/74 e 1991, o trajeto da balsa que liga a Ilha Comprida a Iguape, teve de ser mudado pelo aparecimento de grandes ilhas e bancos arenosos submersos. Nesta ilhas os processos são tão rápidos, que na medida em que o banco arenoso emerge imediatamente já se instala uma vegetação de mangue.

Outro processo associado à sedimentação, encontrado nesta margem da Ilha, está ligado ao acoplamento de ilhas. Nos setores onde há presença de pequenas enseadas, onde o canal tem ainda menos energia, se inicia o processo de acúmulo

de sedimentos que criam uma ilha, que posteriormente com a continuidade do processo, ocorre o preenchimento do canal que separa esta ilha da Ilha Comprida, que deste modo, tem uma nova área acrescida à sua.

Figura 06 - Processo de acoplamento de ilhas na margem interior da Ilha Comprida/SP



O crescimento lateral da Ilha Comprida, também é associado a outro mecanismo que é a progradação de setores da Ilha Comprida, que avançam transversalmente sobre o Mar Pequeno, como a Ponta do Frade (figura 01), no setor Sul da Ilha, próximo a cidade de Cananéia. Neste setores, onde o fluxo d'água é mais calmo e lento formam-se pequenas ilhas ou bancos arenosos, que servem de ponto de amarração a uma quantidade maior de sedimentos, que vão sendo incorporados a Ilha Comprida.

As planícies flúvio-marinhas, também possuem um grande dinamismo. O primeiro processo é a erosão do nível mais alto (nível I) destas planícies, seja pela ação do canal lagunar ou dos cursos fluviais. Nas áreas erodidas destas planícies, podem ocorrer nova deposição de sedimentos argilosos, formando a planície flúvio-marinha - nível II (mais baixo), ou deposição de sedimentos marinhos, principalmente nas proximidades das desembocaduras lagunares, formando pequenas planícies marinhas.

Ocorre também o recuo destas planícies flúvio-marinhas, em épocas de grande cheia do Mar Pequeno, como foi observado em 1986, quando o nível d'água se elevou ao ponto de aproximadamente 2/3 da Ilha Comprida ficarem submersos. Tal fenômeno foi provocado pela fortes chuvas, tanto nas cabeceiras dos rios que deságuam na região lagunas, como na própria Ilha, onde o escoamento superficial é prejudicado pela baixa altitude (8 metros acima do nível do mar) e fraco gradiente topográfico que no período chuvoso favorece o encharcamento do solo.

O nível das planícies flúvio-marinha, ainda estão em processo de formação, como pôde ser constatado pela observação dos mapas geomorfológicos das três séries temporais, ou ainda, pela fina espessura de sedimentos argilosos aí encontrados, caracterizando o início do processo de sua gênese. A progradação deste nível de planícies flúvio-marinhas, ocorre também pela deposição de sedimentos arenosos, marinhos principalmente, nas margens da Ilha, que posteriormente recebem materiais finos, de origem lagunar ou fluvial. Forma-se assim o ambiente propício ao desenvolvimento da vegetação de mangue, que é típica destes tipos de terrenos.

Na margem interior da Ponta de Icapara, a planície ainda possui uma composição predominantemente marinha, mas com o seu constante crescimento, a dinâmica marinha vai sendo substituída pela flúvio-marinha. Neste setor a planície tende a ser mais larga, aproveitando-se das antigas áreas de invasão do mar Pequeno, entre os feixes de cordões litorâneos, que propiciam o contínuo deslocamento da desembocadura lagunar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O quadro físico da Ilha Comprida, principal objeto de estudo desta pesquisa, constitui-se num importante geossistema, onde as respostas aos processos naturais são extremamente visíveis, imediatas e marcantes.

A presença das mesmas formas de relevo, associada predominantemente a ação marinha, como os terraços e as planícies, bem como aquelas referentes a dinâmica flúvio-marinha, em patamares altimétricos diferenciados, demonstra os movimentos a que a área esteve exposta. Estes movimentos são relativos tanto ao soerguimento que sofreu a Ilha Comprida, e toda a planície de Cananéia-Iguape, como também referem-se às Transgressões e Regressões Marinhas, ocorridas no Pleistoceno e no Holoceno.

A constituição da Ilha, por areias marinhas finas/muito finas, expõe esta área a fortes processos morfodinâmicos erosivos e deposicionais, associados ao grande dinamismo impresso pelos agentes marinhos, principalmente as ondas, correntes e marés.

A movimentação dos sedimentos arenosos ao longo da linha de costa atual, da Ilha Comprida, é resultado da interação entre os trens de onda, que incidem diretamente, e que deste modo condicionam as correntes de deriva litorânea e as correntes de maré. Este mecanismo promove a remobilização dos sedimentos marinhos, bem como retém os sedimentos de origem continental, transportados ao longo dos canais lagunares.

Os transportes de sedimentos ao longo da Ilha Comprida, segundo TESSLER (1988), são originados pela interrelação entre a circulação atmosférica e os trens de ondas incidentes. A partir dos trens de ondas provenientes de S-SE são geradas correntes de deriva litorânea que se propagam do litoral sul rumo à região de Itanhaém/Mongaguá. Por outro lado, as correntes litorâneas de sentido inverso (SW), são geradas a partir dos trens de ondas incidentes nos quadrantes NE-E. Neste mecanismo encontra-se a explicação para o sentido da linha de costa da Ilha Comprida SW-NE. Os dois sentidos das correntes litorâneas, podem atuar individualmente, ou simultaneamente, e quando isso ocorre, o encontro das correntes de sentido oposto se dá no setor central da Ilha Comprida, onde é criada uma terceira corrente, orientada rumo ao Oceano profundo, processo observável numa imagem orbital.

Todo esse dinamismo é facilmente perceptível na Ilha Comprida, a começar pela constante progradação do estirâncio em detrimento da ante-praia (afastando a zona intertidal) ou erodindo a borda do terraço marinho. O comprimento de sua linha de costa, aproximadamente 74 Km, coloca sob ação direta do trem de ondas e das correntes de deriva uma grande área, tanto para a sedimentação como para a erosão,

onde observamos o aspecto cíclico desta dinâmica, ou seja, em alguns pontos neste momento está sendo erodida a borda do terraço marinho ou o primeiro feixe de cordões litorâneos paralelos à linha de costa, enquanto num outro setor está havendo deposição de sedimentos na ante praia, aumentando a largura do estirâncio.

O ponto mais marcante da evolução e do dinamismo dos processos e mecanismos atuantes na Ilha Comprida, e em praticamente todo o litoral sul de São Paulo, está ligado a Ponta de Icapara. Esta língua de areia, cresce continuamente desde o século XVIII a uma proporção média de 40 m/ano, em detrimento da erosão da margem da Ilha de Iguape. Este crescimento em alguns momentos é mais intenso ou mais ameno, dependendo da quantidade de sedimentos disponíveis, da ação do trem de ondas e das correntes litorâneas. A análise de fotografias aéreas relativas a 1962 e 1991, permitiu constatar que a Ponta de Icapara avançou em média 57 m/ano, através da deposição de areias na forma de bancos, localizados próximo a margem da desembocadura lagunar de Icapara. Constatou-se ainda que tais bancos vão se ampliando até serem acopladas a Ilha, na forma de cordões litorâneos. O aporte de sedimentos, que promove a progradação da Ponta de Icapara, é da ordem de aproximadamente 57.000m³/ano.

A utilização de pares estereoscópicos de fotografias aéreas, de cenários da Ilha Comprida, relativos aos anos de 1962, 1973/74 e 1991, aliados aos trabalhos de campo e de laboratório, se mostrou extremamente eficiente na execução da pesquisa, permitindo o reconhecimento do quadro ambiental da Ilha Comprida. A seguir, com a comparação dos três mapas geomorfológicos, foi possível a identificação dos processos e mecanismos atuantes na morfodinâmica desta área, e deste modo, aventar hipóteses sobre sua gênese e evolução, bem como apontar as áreas onde há o maior risco de dinamização dos processos erosivos e deposicionais.

Desta forma, os novos dados apresentados neste trabalho, possibilitam que seja ampliado o entendimento da dinâmica geomorfológica da Ilha Comprida. Assim, espera-se que seja útil ao planejamento, seja ele ambiental ou urbano, da Ilha Comprida, que se encontra num ambiente de grande instabilidade geomorfológica e onde, a ação antrópica começa a atuar de maneira mais intensa, associado a desenvolvimento do turismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELOS, J.H. *Sedimentação e subambientes deposicionais da Ilha Comprida, São Paulo*. São Paulo:IG/USP, 1975. Dissertação de Mestrado
- CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de Sistemas em Geografia*. São Paulo: HUCITEC, 1979.

- FREITAS, R.O. *Eruptivas Alcalinas de Cananéia*. São Paulo: Boletim da FFLCH/ USP, no. 191 - Geologia no. 4, 1947.
- GEOBRÁS S.A. *Complexo Valo Grande, Mar Pequeno, Rio Ribeira de Iguape*. Vols. 1 e 2. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, DAEE, Serv. do Vale do Ribeira, 1966.
- HENRIQUE, W. *Diagnóstico e Monitoramento Ambiental da Ilha Comprida (SP)*. Rio Claro, IGCE/Unesp, 1996. (Trabalho de Formatura)
- MARRETTI, C.C. *Exemplos de geologia aplicada a um processo de planejamento costeiro: cartas geológicas - geotécnicas da região lagunar de Iguape e Cananéia e da Ilha Comprida*. São Carlos: EE - USP., 1989. Dissertação de Mestrado
- MAURO, C.A. de & MENDES, I.A.. *Legenda para cartas geomorfológicas*. Rio Claro: Depto. de Planejamento Regional - IGCE/Unesp, 1985.
- SÃO PAULO (ESTADO). *Cartas de uso e ocupação do solo da Ilha Comprida*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1988.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. *Mapas geológicos 1:100.000 - litoral paulista.- Folhas Cananéia e Iguape*. São Paulo: DAEE - USP, 1978(a).
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. *Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul-fluminense. Special Publication (Instituto de Geociências/USP) - International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary (n. 1), pp. 01-55, 1978(b).*
- SUGUIO, K. & TESSLER, M.G. *Intense coastal sedimentation and erosion in the Cananéia outlet southern State of São Paulo, Brazil. Bol. Inst. Oceanográfico*. São Paulo, 32(1), pp 71-75, 1983.
- TESSLER, M.G. *Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista*. São Paulo: IG/USP, 1988. Tese de Doutorado.