

# ECOSSISTEMAS DE PLANÍCIE DE MARÉ E ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS NA FOZ DO RIO CACHOEIRA, PARANÁ

## TIDAL FLAT ECOSYSTEMS AND MORPHOLOGICAL CHANGES ON THE MOUTH OF THE CACHOEIRA RIVER, PARANÁ

**José Carlos Branco<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Doutorando em Geologia, UFPR.

*Recebido para publicação em 31/10/2007*

*Aceito para publicação em 23/01/2008*

### RESUMO

O Rio Cachoeira deságua no estuário da Baía de Antonina, litoral paranaense. Após 1971, a barragem do Capivari-Cachoeira, localizada no Primeiro Planalto, foi integrada ao Rio Cachoeira, cuja vazão média, anual, antes da transposição, era de 21,13 m<sup>3</sup>/s. Pesquisas recentes mediram vazão anual média de 31,45 m<sup>3</sup>/s, caracterizando um acréscimo de aproximadamente 33%. Devido à relação entre a vazão e a capacidade de carga de transporte de um rio, o aumento da vazão do Rio Cachoeira pode ter causado as mudanças de profundidade e de granulação do material depositado, verificadas na cabeceira do estuário. A análise temporal da foz do Rio Cachoeira mediante fotointerpretação, detectou as modificações morfológicas mais relevantes, possibilitando quantificar a variação de área dos principais ecossistemas de planície de maré. Com base nas modificações fotointerpretadas, foi constatada uma tendência erosiva, que pode relacionar a transposição com as mudanças morfológicas, sedimentológicas e batimétricas na foz do Rio Cachoeira.

Palavras-chave: Rio Cachoeira. Mudanças morfológicas. Ecossistemas de planície de maré. Transposição fluvial. Análise temporal.

### ABSTRACT

The Cachoeira River disembogues into the Antonina Bay, on the coast of Paraná. After 1971, the Capivari-Cachoeira dam, located on the First Plateau, was integrated into the Cachoeira River, whose medium annual discharge before the transposition was of 21.13 m<sup>3</sup>/s. Recent measurements showed a medium annual discharge of 31.45 m<sup>3</sup>/s, which characterizes an increase of approximately 33%. Due to the relation existing between discharge and the transportation capacity of a river, the increase in discharge of the Cachoeira River may have caused the changes in depth and granulation of the deposited material that were found at the headwaters of the estuary. A temporal analysis of the estuary of the Cachoeira River, carried out by means of photointerpretation, detected the most relevant morphologic changes,

which made the quantification of variation in area of the main tidal flat ecosystems possible. The photointerpreted changes evinced a tendency towards erosion that can establish a relation between the transposition and the morphologic, sedimentary and bathymetric changes at the estuary of the Cachoeira River.

Keywords: Cachoeira River. Morphologic changes. Tidal flat ecosystems. Fluvial transposition. Temporal analysis.

## 1 Introdução

A Hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza, inaugurada em janeiro de 1971, interligou duas bacias hidrográficas através de um túnel; sendo que seu aproveitamento consistiu no represamento das águas do Rio Capivari, no Primeiro Planalto Paranaense (MAACK, 1960), a 830 metros, acima do nível do mar; e seu desvio para a bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, no litoral paranaense, próximo ao nível do mar. Bigarella *et al.* (1978) publicaram dados de vazão do Rio Cachoeira, antes de deslocar o rio, referente a uma média de 20 anos de medições, nas décadas de 50 e de 70. Nesse período, a média da vazão anual foi de 21,13 m<sup>3</sup>/s. Após a transposição, porém, levantamentos, efetuados por Mantovanelli (1999), evidenciaram vazão anual média de 31,45 m<sup>3</sup>/s. Noernberg (2001), Odriski (2002) e Odriski *et al.* (2003), comparando dados batimétricos e sedimentológicos, observaram diminuição da profundidade e aumento da granulação dos sedimentos na Baía de Antonina. Assim, como existe uma relação direta entre a vazão e a capacidade de carga de transporte de um rio (CHRISTOFOLETTI, 1981; SANTOS *et al.*, 2001), essas mudanças poderiam originar-se do incremento na vazão do Rio Cachoeira.

O Rio Cachoeira deságua no Estuário de Antonina, que faz parte do Complexo Estuarino de Paranaguá; sendo que os estuários estão naturalmente submetidos a intensos processos de sedimentação, particularmente, nos deltas dos rios que ali deságuam. As fontes dos sedimentos podem ser externas, principalmente, fluviais e marinhas; marginais, resultantes da erosão das margens da costa estuarina, ou ainda, originadas do interior do sistema, por atividade biológica. No interior do estuário, os sedimentos podem ser ressuspensos e

redistribuídos pelas correntes de maré e pelas ondas; além disso, tanto as fontes de sedimentos quanto os processos de sedimentação, de erosão e de ressuspensão podem ser influenciados por atividades humanas (SKINNER; PORTER, 1992).

Assim sendo, considerou-se que o aumento da vazão do Rio Cachoeira, ocasionado pela transposição de parte da bacia do Rio Capivari, poderia ter modificado significativamente a sedimentação no delta do Rio Cachoeira.

### 1.1 Objetivos

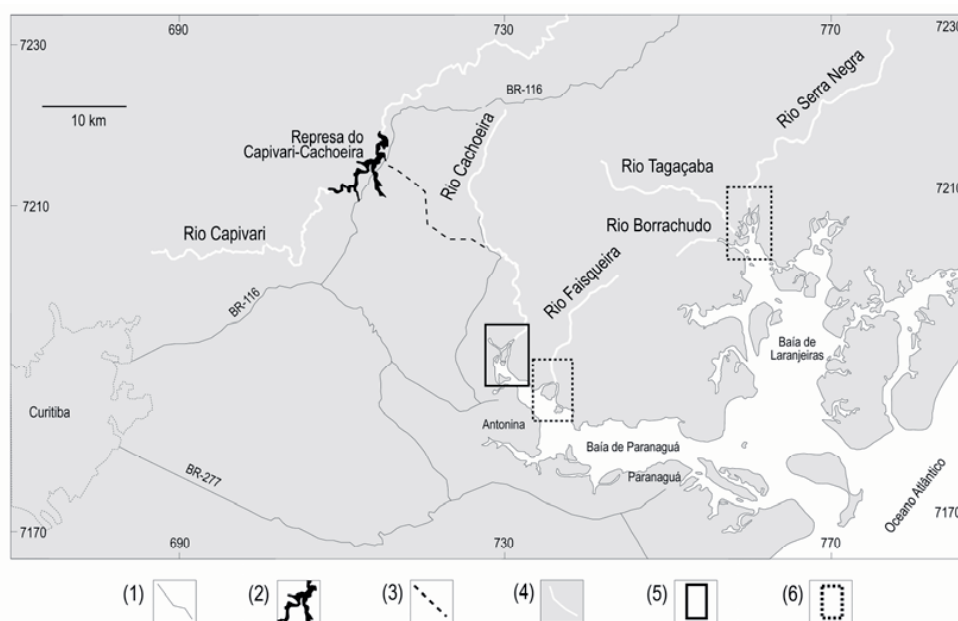
O objetivo deste trabalho foi verificar a hipótese de que o aumento da vazão do Rio Cachoeira, originado da transposição, poderia ter modificado significativamente a sedimentação no delta e nos depósitos sedimentares do rio. Também foi comparar informações da forma da foz do Rio Cachoeira com a de locais que não sofreram interferência de transposição. Para isso, foram escolhidas duas áreas, uma próxima à foz do Rio Faisqueira (Baía de Paranaguá), outra, próxima à foz dos rios Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo (Figura 1).

Especificamente, buscou-se verificar modificações de forma, relevantes na área de estudo; qualificar estas alterações; quantificar ganho ou perda de áreas de terrenos sedimentares; determinar os processos e os produtos envolvidos; definir a relação da transposição com as alterações morfológicas; comparar o sistema fluvial da desembocadura do Rio Cachoeira com outros sistemas que não recebem influências externas nas suas vazões, assim como indicar possíveis fatores que influenciaram as mudanças de forma.

## 2 Caracterização da área de estudo

### 2.1 Localização

O trabalho foi realizado em duas áreas distintas, de estudo A principal, foz do Rio Cachoeira, e as áreas de estudo, utilizadas para comparar: desembocaduras dos rios Faisqueira, Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo (Figura 1).



**Figura 1** - Localização e vias de acesso (modificado de Branco 2004): (1) estrada e vias, (2) lago da represa, (3) aqueduto, (4) rios, (5) área de estudo principal, (6) área de estudo secundária.

O Rio Cachoeira nasce na Serra do Mar, e deságua na Baía de Antonina, na porção centro-norte da planície costeira paranaense. A área de estudo principal localiza-se na desembocadura do rio, sendo que as áreas de estudo secundárias localizam-se nas desembocaduras do Rio Faisqueira, na Baía de Antonina, e nas desembocaduras dos rios Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo, na Enseada do Benito, Baía das Laranjeiras (figuras 1 e 2). As áreas em estudo têm, aproximadamente, 20 km<sup>2</sup> cada uma.

### 2.2 Clima

O clima da área pode ser classificado como Cfa, sub-tropical úmido e mesotérmico, de acordo

com a classificação proposta por Köeppen; sendo que a temperatura média, do mês mais quente, está acima de 22° C, e a temperatura do mês mais frio, entre 3° C e 18° C; sendo o clima, sempre úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano todo. A média da precipitação anual, registrada no período 1996-1999, na Estação Antonina é de 2.518 mm; a de Guaraqueçaba, de 2.365 mm; e a de Morretes, de 1.894 mm. Os menores volumes de chuva ocorrem nos meses de abril a agosto, e os maiores, de dezembro a março (IPARDES, 2001).

rem nos meses de abril a agosto, e os maiores, de dezembro a março (IPARDES, 2001).

### 2.3 Relevo e geologia

O setor da planície costeira, das áreas de estudo, abrange parte das bacias hidrográficas dos rios Cachoeira, Faisqueira, Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo. Nestas áreas, a planície é interrompida por morros baixos, de cumes arredondados, formados por diques e por rochas encaixantes, como migmatitos ou granitos, com

altitudes de até 100 m, e por outras elevações do embasamento, com altitudes de 100 a 500 m (BIGARELLA *et al.*, 1978). De modo geral, essa região costeira é composta por rochas arqueanas e proterozóicas, e também por sedimentos holocênicos, de origem marinha e fluvial (MINEROPAR, 1989; ANGULO, 1992a).

### 2.4 Hidrografia

As baías de Paranaguá e de Antonina compreendem uma bacia hidrográfica de 2.188 km<sup>2</sup>, correspondendo a 54% da bacia do Complexo Estuarino de Paranaguá (MANTOVANELLI, 1999). O Rio Cachoeira, com 48 km de extensão, deságua na Baía

de Antonina, constituindo-se na segunda maior bacia fluvial do litoral paranaense, com aproximadamente 700 km<sup>2</sup> (Fi-

**Tabela 1** - Comprimento e área das bacias hidrográficas

Rio	Comprimento (km)	Área (km <sup>2</sup> )
(1) Capivari	40	1000
(2) Cachoeira	48	700
(3) Faisqueira	20	150
(4) Tagaçaba	30	200
(5) Borrachudo	6	50
(6) Serra Negra	40	400

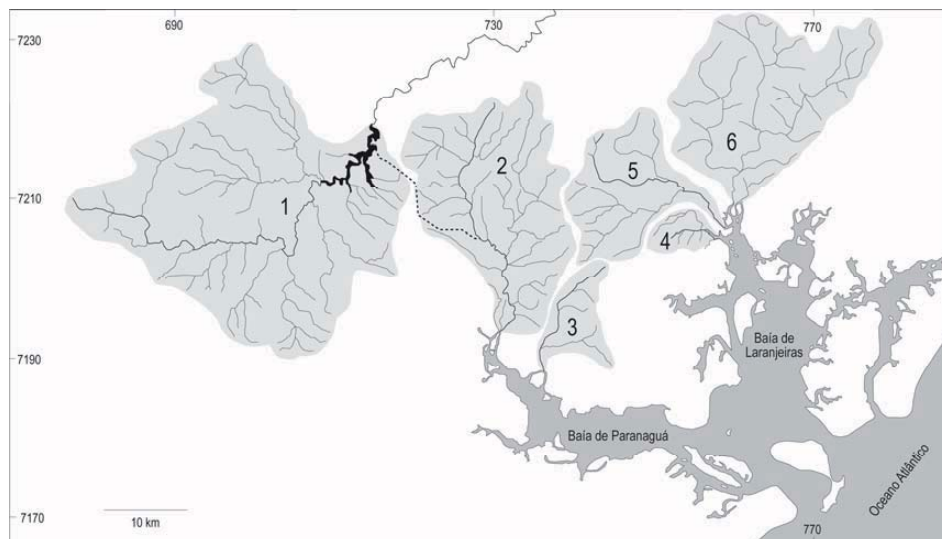
gura 2 e Tabela 1). Tem seus formadores com nascentes na Serra do Cabrestante; desenvolve-se na direção norte-sul, sendo que, no seu curso inferior, a jusante da estação de energia (Figura 1) recebe a contribuição das águas oriundas da barragem de Capivari-Cachoeira, sendo, anteriormente, a média da vazão, antes da transposição, de 21,13 m<sup>3</sup>/s (BIGARELLA *et al.*, 1978). Mantovanelli (1999) registrou uma vazão anual, média, de 31,45 m<sup>3</sup>/s após a transposição. A rede de canais dos rios Cachoeira, Faisqueira, Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo configuram padrão dendrítico. Os principais rios, inclusive, o Cachoeira, têm origem serrana, alto declive, vales encaixados, e um padrão de canal retilíneo. O curso inferior dos rios, localizado na planície, possui normalmente amplo vale de fundo chato e de padrão de canal meandrante (BIGARELLA *et al.*, 1978).

Segundo Santos (1952), o Rio Cachoeira já apresentava feições de assoreamento, devido ao uso e à ocupação das terras. Cita atividades, como

agricultura, pecuária e mineração, realizadas intensivamente no começo do século XX, relacionando diversos estabelecimentos comerciais e outros, produtores de gêneros alimentícios e utilitários, em torno da Baía de Antonina e ao longo dos rios que ali deságuam. Também registrou a existência de engenhos de mandioca, de arroz e de erva-mate; fábricas de aguardente, estaleiros, fornos de caldeiras, além de lavouras de arroz, de café, de banana e de mandioca.

## 2.5 Vegetação das planícies de maré

Nas planícies de maré, paranaenses, foram identificados sete ecossistemas: a) manguezais com *Acrostichum sp.*; b) manguezais com *Hibiscus sp.*; c) marismas com *Spartina sp.*; d) marismas com *Crinum sp.*; e) pântanos-de-maré; f) brejos-de-maré e g) bancos areno-argilosos (ANGULO, 1990). Nas áreas em estudo, a maior parte da extensão das planícies de maré é ocupada pelos manguezais, sendo



**Figura 2** - Mapa das bacias dos rios: (1) Capivari, (2) Cachoeira, (3) Faisqueira, (4) Borrachudo, (5) Tagaçaba, (6) Serra Negra.

que, nas partes mais internas da baía, nos locais onde ocorre importante aporte fluvial, os marismas e os manguezais são substituídos por brejos e por pântanos-de-maré. Já, em direção ao interior da baía, ocorre a substituição da *Spartina* dos marismas por *Crinum sp.* Quando os manguezais desaparecem, por completo, devido à diluição da água salgada pelas águas fluviais, ocorrem áreas com brejos-de-maré, dominados por *Scirpus sp.* e, na parte superior, da

zona entre marés, entre os brejos e a planície, ocorre a vegetação de porte arbóreo, os pântanos-de-maré (ANGULO, 1990).

## 2.6 Caracterização das unidades de ecossistemas de planície de maré

O esquema de distribuição, em perfil, das unidades da planície de maré, aparece na Figura 3. As características das unidades são as seguintes:

a) Manguezais: Ocupam a maior extensão da zona entre marés, representando uma porção da zona costeira, diretamente relacionada ao ciclo de marés, ao regime hídrico, ao grau de salinidade da água e ao aporte de sedimentos. Assim, quando o aporte fluvial é baixo, o mangue aparece aproximadamente entre o nível médio de maré baixa e o nível médio de maré alta (ANGULO, 1990).

b) Brejos-de-maré: Apresentam vegetação herbácea, principalmente *Scirpus sp.*, ocorrendo nas desem-

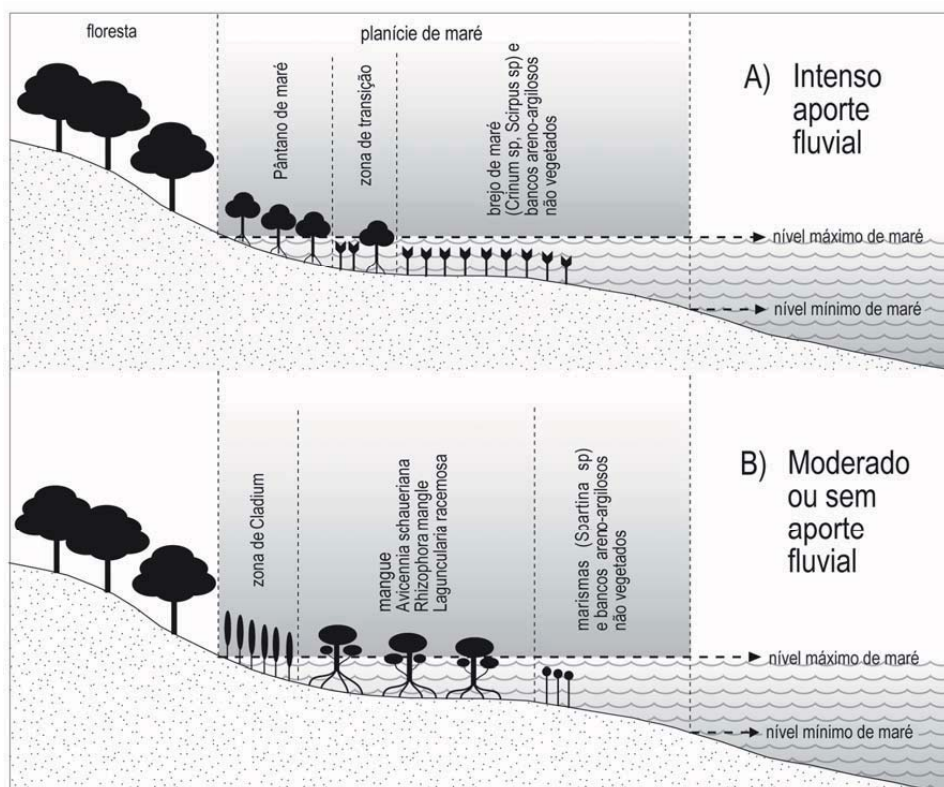
bocaduras dos rios, onde há intenso aporte fluvial, e a intrusão salina é baixa ou esporádica, localizados entre o nível médio de maré baixa e o nível médio de maré alta (ANGULO, 1990).

c) Pântanos-de-maré: Apresentam vegetação de porte arbóreo, ocorrendo com um intenso aporte fluvial, na parte superior da planície de maré, por trás dos brejos. Esta zona tem frequência de inundação menor que a do manguezal, sendo inundada apenas pelas marés altas, de sizígia e de tormenta, possuindo muitos canais de maré (ANGULO, 1990).

d) Zona de *Cladium*: Situa-se por trás dos manguezais, na parte superior da faixa entre marés, a região, sendo, freqüentemente, uma zona de vegetação dominada pelo *Cladium sp.* Tem uma frequência de inundação menor que a do manguezal, sendo inundada apenas pelas marés altas de sizígia e de tormenta (ANGULO; MULLER, 1990). A largura da zona de *Cladium sp.* depende do declive do terreno, aumentando, à medida que o declive diminui.

Em muitos casos, porém, não ocorre, ou está reduzida a uma faixa muito estreita (ANGULO, 1990).

e) Marismas e bancos areno-argilosos: Na parte inferior da planície de marés, ocorrem os marismas e os bancos areno-argilosos não vegetados (ANGULO; MÜLLER, 1990). Os marismas são constituídos principalmente por *Spartina sp.* Em direção ao interior do estuário (cabeceira), porém, a *Spartina sp.* é substituída por *Scirpus sp.*, constituindo os brejos-de-maré.



**Figura 3** - Perfil esquemático da distribuição de ecossistemas de planície de maré no litoral do Paraná (modificado de Branco 2004), elaborado a partir de Angulo (1990).

### 3 Materiais e métodos

Nesta pesquisa, foram utilizados fotointerpretação e geoprocessamento de dados, obtidos em campo. Na primeira, foram utilizados pares de fotos aéreas, em papel, preto e branco, na escala 1:25.000, dos anos de 1952 e de 1980; e coloridas, na escala 1:30.000, de 2001; assim como ortofotos 1:10.000, coloridas, de 2001. Após a fotointerpretação, registrada em *overlays*, digitalizou-se os resultados, sendo que as fotos analógicas, de papel, foram transformadas em imagens digitais, no formato jpg, com resolução de 600 DPI (*Dots Per Inch*). A base de dados digital, do litoral paranaense, em sistema de informações geográficas, foi desenvolvida no Laboratório de Física Marinha e no Laboratório de Oceanografia Geológica do Centro de Estudos do Mar – UFPR. As unidades, denominadas ecossistemas de planície de maré, de acordo com a classificação de Angulo (1990), foram delimitadas com base em seus atributos físicos, como as características geológicas e o padrão morfológico. As unidades identificadas na área foram: manguezal, brejo-de-maré, pântano-de-maré, zona de *Cladium*, marismas e bancos areno-argilosos. Estes dois últimos não foram separados, pois apresentaram textura muito semelhante nas fotografias aéreas. Contudo, no levantamento de campo, realizado em 2003, foram identificadas e caracterizadas as unidades do ecossistema de planície de maré, do Rio Cachoeira. A análise temporal e a quantificação das variações das unidades de ecossistemas de planície de maré tiveram, como base, a sobreposição dos mapas das unidades, gerados a partir da fotointerpretação dos levantamentos aerofotográficos, dos anos de 1952, 1980 e 2001; sendo que os mapas foram sobrepostos, possibilitando delimitar, verificar, medir e avaliar a variação do limite das unidades e a quantificação, em m<sup>2</sup> das áreas de cada unidade. Além disso, as áreas foram calculadas, para os períodos 1952-1980, 1980-2001 e 1952-2001.

Os mapas das variações dos ecossistemas de planície de maré foram divididos segundo as áreas de domínio das bacias rios Cachoeira, Faisqueira e Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo. Para melhor analisar, observar e compreender as variações das

áreas, dos ecossistemas de planície de maré, nos mapas, optou-se tratá-las como uma única unidade, denominada “ecossistemas de planície de maré”, comportando as unidades mangue, zonas de *Cladium*, brejos-de-maré e pântano-de-maré. As variações em extensão foram medidas apenas nas unidades mangue, zonas de *cladium*, brejos-de-maré e pântano-de-maré, excluindo-se as variações dos bancos areno-argilosos.

## 4 Resultados

### 4.1 Variação temporal dos ecossistemas de planície de maré

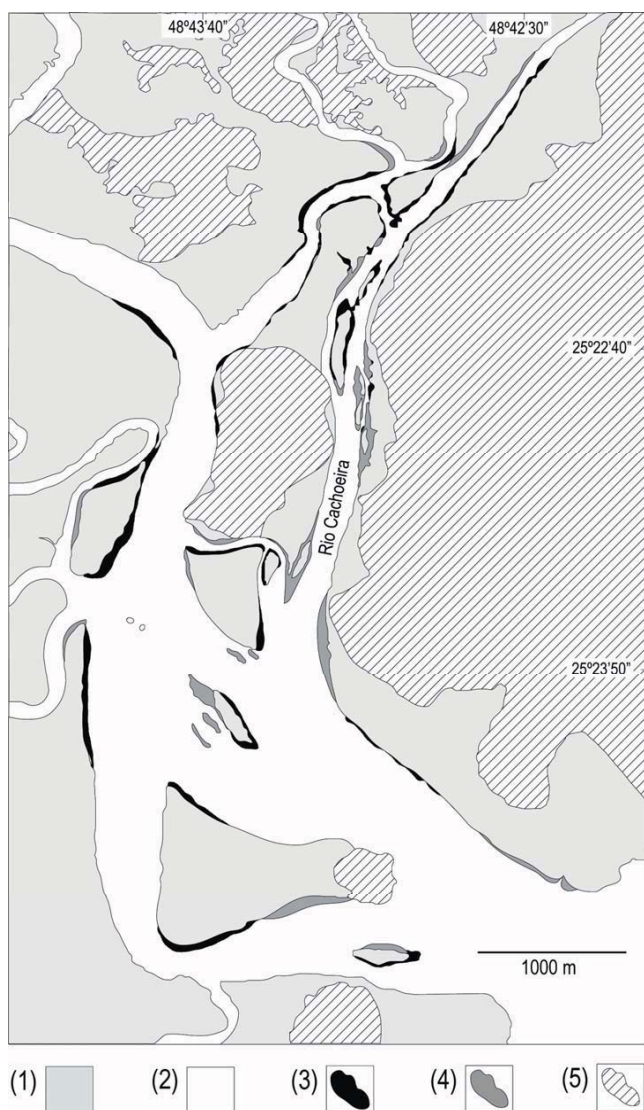
Devido ao caráter de síntese e de método do trabalho, apresenta-se aqui, apenas o mapa de variação, das unidades de planície de maré, da foz do Rio Cachoeira, no intervalo de 1952-2001 (Figura 4). Os dezoito mapas, gerados na escala 1:25.000, sobre os ecossistemas de planície de maré, dos rios Cachoeira, Faisqueira e Serra Negra/Tagaçaba/Borrachudo, podem ser vistos na dissertação de mestrado de Branco (2004).

### 4.2 Quantificação das áreas de ecossistemas de planície de maré

Em cada mapa, gerado das unidades de ecossistemas de planície de maré, foi observada retração e/ou expansão dos limites das áreas. Uma somatória dos valores em m<sup>2</sup> dos totais, das áreas erodidas e das ampliadas, de cada rio, configurou tendência geral para cada período proposto (Tabela 2).

## Discussão e conclusão

Com base nos dados da Tabela 2, observa-se que as unidades de ecossistemas, dos rios Cachoeira e Faisqueira, tendem a retrair-se dos limites das áreas. Ao contrário, o limite das áreas das unidades de planície de maré, dos rios Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo, tende a se ampliar. As interpretações dos resultados podem sugerir algumas hipóteses



**Figura 4** - Mapa de variação dos ecossistemas de planície de maré, na foz do Rio Cachoeira entre 1952 – 2001 (modificado de Branco, 2004): (1) ecossistemas de planície de maré; (2) estuário, rios e canais; (3) áreas erodidas; (4) áreas ampliadas e (5) outras unidades.

**Tabela 2** - Variação das áreas de ecossistema, de planície de maré, na foz dos rios Cachoeira, Faisqueira e Serra Negra, nos intervalos de 1952-1980, 1980-2001, e 1952-2001 (modificado de Branco 2004). Os sinais positivos e os negativos equivalem respectivamente às áreas ampliadas e às erodidas.

	Cachoeira	Faisqueira	Serra Negra, Tagaçaba, Borrachudo
Período	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )
1952-1980	+ 74.891,042	+ 234.255,132	- 184.434,589
1980-2001	- 216.225,188	- 525.170,375	+479.194,906
1952-2001	- 49.516,489	- 277.061,967	+ 296.282,248

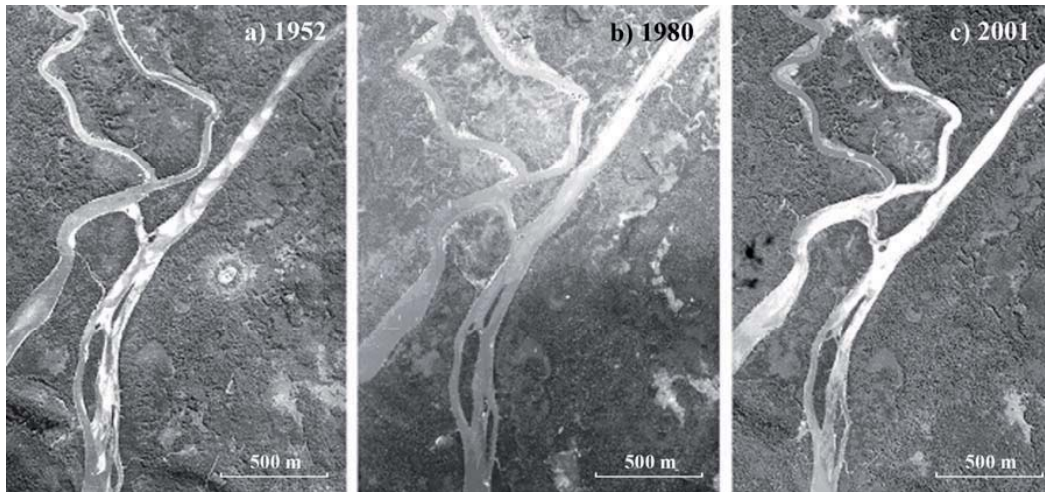
sobre o significado dos recuos e dos avanços detectados:

a) **Retração:** Alguns limites das áreas de unidades de ecossistemas de planície de maré do Rio Cachoeira e Faisqueira (tabela 2) estão recuando. Conforme verificado em mapas, a retração pode significar perda de material sedimentar, do substrato que sustenta a base dos ecossistemas mangue, brejo-de-maré e pântano-de-maré. O aumento da competência do Rio Cachoeira pode ter carregado parte dos substratos, onde algumas dessas unidades de ecossistemas se desenvolviam. A foz do Rio Faisqueira, apesar de não possuir transposição ou acréscimo, na sua competência, por um fator externo, pode estar sob a influência hidráulica da vazão do Rio Cachoeira, devido à proximidade de suas desembocaduras (BRANCO, 2004).

b) **Expansão:** Está relacionada à deposição de material sedimentar, criando bancos areno-argilosos. Os bancos, com o passar do tempo, são lentamente vegetados, ampliando as áreas dos ecossistemas de planície de maré, sendo que, na desembocadura dos rios Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo foi detectada uma tendência de avanço das unidades de ecossistemas (Tabela 2).

Antes de a transposição ser realizada, em 1971, o Rio Cachoeira apresentava muitos bancos arenosos e indícios de assoreamento, nas regiões próximas à sua foz, o que é demonstrado na observação das fotos aéreas dos anos de 1952, 1980 e 2001 (Figura 5). A transposição pode ter contribuído para aumentar o gradiente do Rio Cachoeira, pois sua vazão aumentou consideravelmente (antes era de 21,13 m<sup>3</sup>/s); aumento esse que provocou um aumento da capacidade de carga de transporte; passando

então, o rio a carrear maior quantidade de material; possibilitando aos depósitos do leito do rio serem transportados e depositados a uma distância maior da foz baía adentro.



**Figura 5** - Fotos aéreas do rio Cachoeira, a) 1952, b) 1980 e c) 2001.

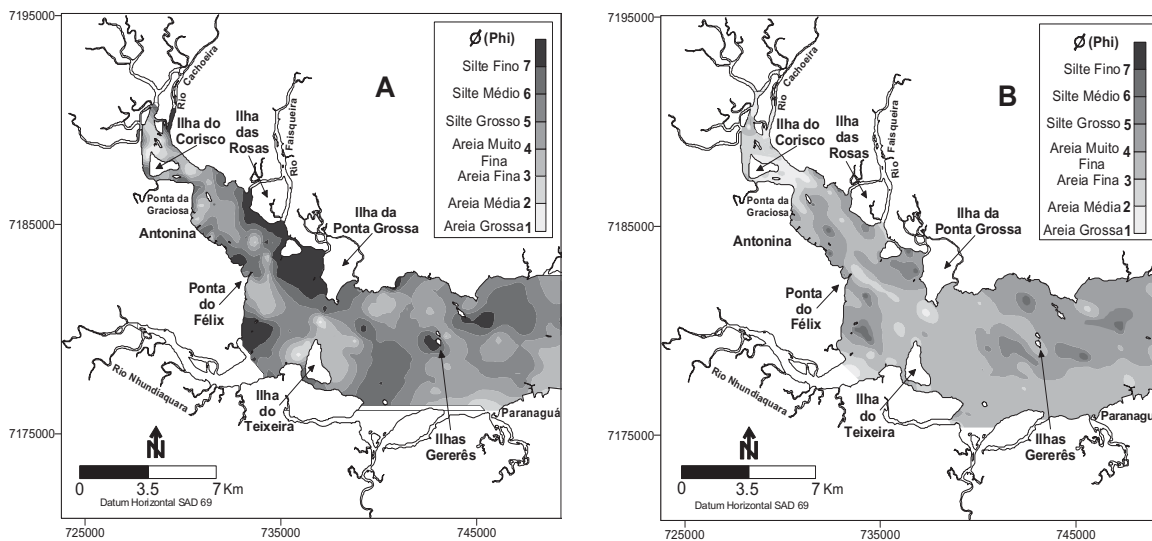
As mudanças de granulometria das partículas, nas desembocaduras dos rios Cachoeira e Faisqueira (Figura 5), de silte fino para areia média e grossa, podem estar associadas ao aumento da competência do Rio Cachoeira pela transposição. A variação granulométrica foi observada por Odreski (2002). A influência hidráulica do Rio Cachoeira, na Baía de Antonina, pode ser observada, ao se comparar a distribuição do diâmetro médio dos sedimentos de fundo desta baía com o setor ocidental da Baía de Paranaguá, no intervalo de 1966 a 1995 (ODRESKI *et al.* 2003) (Figura 6).

Com base nas modificações morfológicas, detectadas, ao analisarmos as fotografias aéreas, de diferentes datas, da região da foz do Rio Cachoeira,

foi constatada uma tendência de os limites das áreas dos ecossistemas de planície de maré recuarem; o que pode ser interpretado como resultado de uma tendência erosiva, causada pela transposição. Ocorreram ainda, mudanças na forma de fundo, nas sedimentológicas e nas profundidades, na cabeceira do estuário da Baía de Antonina.

### Agradecimentos

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro no mestrado. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de doutorado, nº 14123/2005-8. Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Fernandes, pelo incentivo e pela inestimável contribuição, para finalizar este trabalho.



**Figura 6** - Distribuição do diâmetro médio dos sedimentos de fundo da Baía de Antonina e setor ocidental da Baía de Paranaguá em 1966 (A) e 1995 (B) (ODRESKI, 2002).



## REFERÊNCIAS

- ANGULO, R. J. O manguezal como unidade dos mapas geológicos. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2, 1990, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** São Paulo: ACIESP, 1990. v. 2, p. 54-62.
- \_\_\_\_\_.; MÜLLER, C.R. Preliminary characterization of some tidal flat ecosystems on the State of Paraná Coast, Brazil. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2. 1990, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** São Paulo: ACIESP, 1990. v. 2, p. 158-168.
- \_\_\_\_\_. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná.** São Paulo, 1992a. 334p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_. Ambientes de sedimentação da planície costeira com cordões litorâneos no Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, 40: 69-114, 1992b.
- BIGARELLA, J. J. et. al., **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná.** Curitiba, Secretaria do Estado do Planejamento, Governo do Paraná, 1978. 248 p.
- BRANCO, J.C. **Alterações morfológicas na foz do rio Cachoeira, Estado do Paraná, com base na análise da evolução das unidades de planície de maré.** Curitiba, 2004. 70p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade federal do Paraná.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. In: \_\_\_\_\_. **O canal fluvial.** Rio Claro, SP, UNESP; Edgard Blücher Ltda, 1981. 315p.
- IPARDES. **Zoneamento da APA de Guaraqueçaba.** Curitiba. Convênio: IPARDES/IBAMA, 2001. 150p.
- LESSA, G.C.; MYERS, S.R.; MARONE, E. Holocene stratigraphy in the Paranaguá Bay estuary, southern Brazil. **Journal of Sedimentary Research**. v.68, n.6, p. 87-108, 1998.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** Curitiba: Banco BADEP, UFPR, IBPT, 1960. 350p
- MANTOVANELLI, A. **Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem.** Curitiba, 1999. 152p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Paraná.
- MINEROPAR **Mapa geológico do Estado do Paraná.** Brasília: DNPM, 1989. Escala 1: 650.000.
- NAGASHIMA, E.S.; OKAWA, C.M.P.; OLIVEIRA, S.D. **Projeto Floresta Mata Atlântica: relatório referente ao monitoramento de estações fluviométricas e sedimentométricas da Bacia Litorânea.** Apresentação de dados coletados, 1996. 116p.
- NOERNBERG, M.A. **Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá - Paraná - Brasil: Um estudo** a partir de dados in situ e Landsat TM. Curitiba, 2001. 180 p. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal do Paraná.
- ODRESKI, L. L. R. **Evolução sedimentar e batimétrica da Baía de Antonina – PR.** Curitiba, 2002. 79p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade federal do Paraná.
- \_\_\_\_\_. et. al. Taxas de assoreamento e a influência antrópica no controle da sedimentação da baía de Antonina – Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.53 p. 7-12, 2003.
- SANTOS, A. V. **Memória histórica cronológica e descritiva da cidade de Paranaguá e seu município: 1850.** Curitiba, Museu Paranaense, 70p, 1952.
- SANTOS, I. et. al. **Hidrometria aplicada.** Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372 p.
- SKINNER, B. J.; PORTER, S. C. The dynamic earth - an introduction to physical geology. In: \_\_\_\_\_. (ed). **The ocean margins.** 2.ed. New York: John Wiley & Sons. 1992. p. 327-352.