

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DOS ECOSISTEMAS DE PLANÍCIE DE MARÉ NA FOZ DO RIO CACHOEIRA, PARANÁ

José Carlos Branco

Doutorando, Pós-graduação em Geologia - UFPR
branco@ufpr.br

RESUMO

O Rio Cachoeira deságua no estuário da baía de Antonina que faz parte do Complexo Estuarino de Paranaguá. A média anual da vazão do Rio Cachoeira antes da transposição era de 21,13 m³/s. Pesquisas recentes evidenciaram uma vazão anual média de 31,45 m³/s, caracterizando um acréscimo de aproximadamente 33% na vazão original. 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 ocasionado as mudanças batimétricas e sedimentológicas verificadas na cabeceira do estuário. A análise temporal aplicada na foz do Rio Cachoeira através de fotointerpretação detectou as modificações morfológicas mais relevantes na área de estudo e quantificou um balanço da variação de área dos principais ecossistemas de planície de maré. Com base nas modificações dos ecossistemas dispostos na região da foz do Rio Cachoeira e nas áreas de estudos comparativas, foi constatada uma tendência erosiva que pode aproximar ainda mais a relação entre a transposição e as mudanças morfológicas, sedimentológicas e batimétricas na cabeceira de estuário da baía de Antonina.

Palavras chaves: Rio Cachoeira, mudanças morfológicas, ecossistemas de planície de maré, transposição, análise temporal.

MORPHOLOGICAL CHANGES ON THE TIDAL FLAT'S ECOSYSTEMS AROUND THE MOUTH OF THE CACHOEIRA RIVER, PARANÁ STATE

ABSTRACT

The Cachoeira River flows into the estuary of Antonina Bay; with is part of the Paranaguá Bay Estuary Complex. According to the annual discharge of the Cachoeira River before the transposition was around 21,13 m³/s. Recent studies estimated an annual average discharge of 31,45 m³/s, with demonstrates a growth of 33% above the discharge prior to the transposition. Due to the direct relation amid a river's discharge and its capacity of carrying sediments, the increasing on the discharge of the Cachoeira River could have contributed significantly for the changes verified on the head of the Antonina Bay's estuary. The temporal analysis made on the mouth of the Cachoeira River through the fotointerpretation, has indicated the most relevant morphological changes on the studied areas and quantified the area variation on the tidal flat's main ecosystems. The verified changes on mangrove and tidal marsh areas around the bottom of the Cachoeira River and on other studied areas suggest an erosive tendency that may increase the relation amid the transposition and the morphological, sedimentary and bathymetric changes on the head of the estuary of Antonina Bay.

Keywords: Cachoeira River, morphological changes, tidal flat's ecosystems, transposition, temporal analysis.

INTRODUÇÃO

A obra inaugurada em janeiro de 1971, denominada Hidroelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza, interligou duas bacias hidrográficas através de um túnel. O aproveitamento hidroelétrico consistiu no represamento das águas do rio Capivari, pertencente à Bacia Hidrográfica 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 da transposição, referente a uma média de 20 anos de medições nas décadas de 50 e 70, (1952-2001). A média da vazão anual foi de 21,13 m³/s. Levantamentos após a transposição, efetuados por Mantovanelli (1999) evidenciaram uma vazão anual média de 31,45 m³/s. Noernberg (2001), Odreski (2002) e Odreski *et al.* (2003), comparando dados batimétricos e sedimentológicos, observaram diminuição da profundidade e aumento da granulometria dos sedimentos na baía de Antonina. Como existe uma relação direta entre a vazão e a capacidade de carga de transporte de um rio (Christofolletti, 1981; Santos *et al.*, 2001), estas mudanças poderiam ter sido ocasionadas pelo incremento na vazão do rio Cachoeira.

O rio Cachoeira deságua no estuário de Antonina que faz parte do complexo estuarino de Paranaguá. Os estuários estão naturalmente submetidos a intensos processos de sedimentação, particularmente nos deltas de cabeceira. 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 biogênica. Dentro do estuário os sedimentos podem ser resuspendidos e redistribuídos pelas correntes de maré e pelas ondas. Tanto as fontes de sedimentos quanto os processos de sedimentação, erosão e ressuspensão podem ser influenciados por atividades humanas (Skinner & Porter, 1992).

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 de cabeceira do estuário do rio Cachoeira.

O objetivo deste trabalho é verificar as variações espaciais dos ecossistemas de planície de maré do delta de cabeceira do estuário do rio Cachoeira e sua possível relação com a transposição das águas do rio Capivari. Também objetiva comparar informações da morfologia da foz do rio Cachoeira com ambientes que não sofreram interferência de transposição. Para isso foram escolhidas duas áreas, uma próxima à foz do rio Faisqueira e, outra, próxima à foz dos rios Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo.

Especificamente, busca-se, verificar a existência de modificações morfológicas relevantes na área de estudo; qualificar estas alterações; quantificar ganho ou perda de áreas de terrenos sedimentares; determinar os processos e 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, indicar possíveis fatores que influenciaram as mudanças morfológicas.

Caracterização da área de estudo

Localização

O trabalho foi dividido em duas áreas de estudo distintas. A principal, que se refere à cabeceira de estuário do rio Cachoeira, e as áreas de estudos comparativas, referentes às desembocaduras dos rios Faisqueira, Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo (Fig. 1).

O rio Cachoeira nasce na Serra do Mar e deságua na baía de Antonina (Nagashima *et al.*, 1996), na porção centro Norte da planície costeira paranaense. A área de estudo principal se localiza na desembocadura do rio Cachoeira. As áreas de estudos comparativas se localizam nas desembocaduras do rio Faisqueira, na baía de Antonina, e dos rios Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo, na Enseada do Benito, Baía das Laranjeiras, (figuras 1 e 2). As áreas de estudo têm aproximadamente 20 km² cada uma.

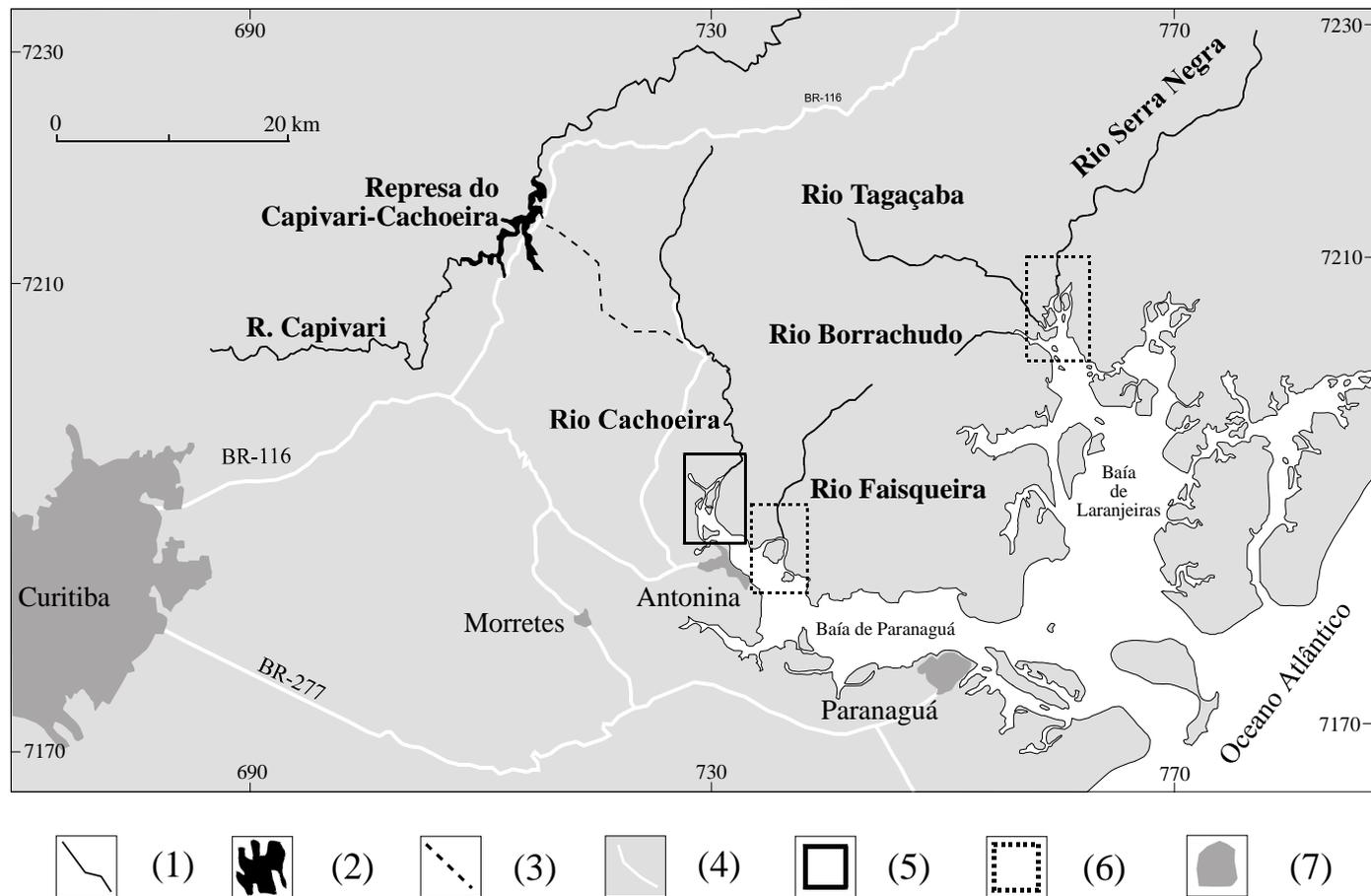


Figura 1: Localização e vias de acesso (modificado de Branco 2004).

(1) rios, (2) represa, (3) aqueduto, (4) estradas, (5) área de estudo principal, (6) área de estudo secundária, (7) cidades.

Clima

O Clima pode ser classificado como Cfa, sub-tropical úmido e mesotérmico, de acordo com a classificação de Köppen. 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. O clima é sempre úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano todo. A média da precipitação anual registrada no período 1996-1999 na Estação Antonina é 2.518 mm, e 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 e agosto e os maiores de dezembro a março (Ipardes, 2001).

Geologia e relevo

A porção da planície costeira que abrange as áreas de estudo comporta as 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 encaixantes tipo migmatito ou granito, com altitudes de até 100 m; e morros cristalinos com altitudes de 100 a 500 m (Bigarella *et al.*, 1978). Essa região costeira é composta por rochas arqueanas e proterozóicas (granulitos e formações ferríferas) e por sedimentos do Holoceno de origem marinha e fluvial (Mineropar, 1989; Angulo, 1992a).

Hidrografia

As baías de Paranaguá e Antonina compreendem uma bacia hidrográfica de 2.188 km², que corresponde a 54% da bacia do Complexo Estuarino de Paranaguá (Mantovanelli, 1999). O rio Cachoeira com 48 km de extensão deságua na baía de Antonina e possui a segunda maior bacia de drenagem do litoral paranaense, com aproximadamente 700 km², (figura 2 e tabela 1). Tem seus formadores com nascente na Serra do Cabrestante, e desenvolvem-se na direção norte/sul. No seu curso inferior, à jusante da estação de energia, (fig. 1), recebe a contribuição das águas oriundas da barragem de Capivari-Cachoeira. A média da vazão antes da transposição era de 21,13 m³/s (Bigarella *et al.*, 1978). Mantovanelli (1999) registrou uma vazão anual média após a transposição de 31,45 m³/s. A bacia de drenagem do rio Cachoeira e dos rios Faisqueira, Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo configuram padrão dendrítico de drenagem. Os principais rios e o próprio rio 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 padrão de canal meandrante (Bigarella *et al.*, 1978).

Segundo Santos (1952), o rio Cachoeira já apresentava feições de assoreamento devido a uso e ocupação das terras. Atividades como agricultura, agropecuária, e mineração, foram realizadas intensivamente no começo do século XX nas regiões próximas as matas ciliares. Este autor relaciona diversos estabelecimentos comerciais, e outros produtores de gêneros alimentícios e utilitários, em torno da baía de Antonina e ao longo dos rios que nela deságuam. Também registrou a existência de engenhos de mandioca, arroz e erva-mate, fábricas de aguardente, estaleiros, fornos de caldeiras, além de lavouras de arroz, café, banana, mandioca etc.

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 de estudos a maior parte da extensão das planícies de maré é ocupada pelos manguezais. Nas partes mais internas da baía, nos locais onde existe importante aporte fluvial, os marismas e manguezais são substituídos por brejos e pântanos-de-maré. Em direção ao interior da baía ocorre a substituição da *Spartina* dos marismas por *Crinum sp.* Quando os manguezais desaparecem por completo, ocorrem áreas com brejos-de-maré dominados por *Scirpus sp.* 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).

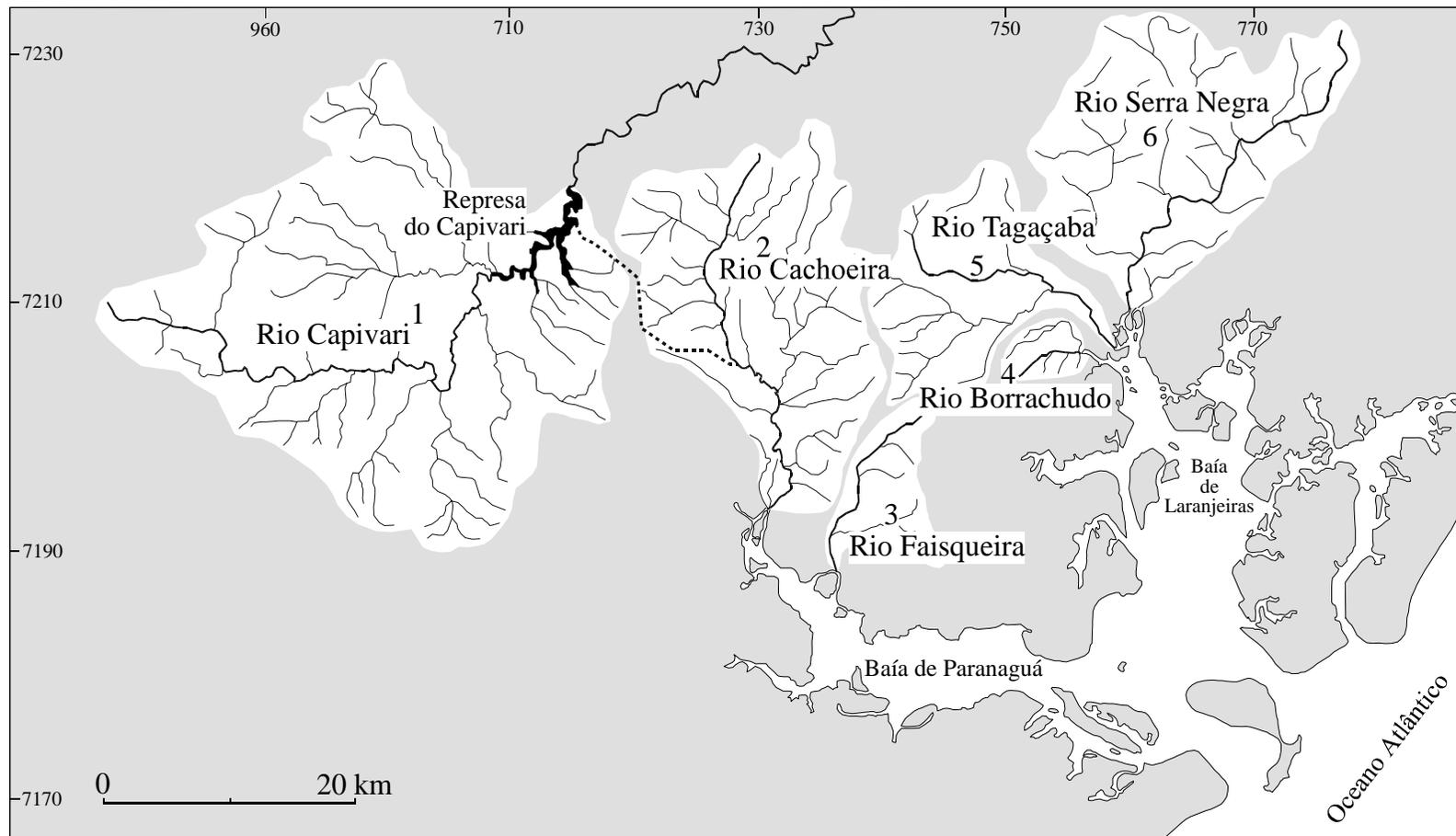


Figura 2: Mapa de bacias hidrográficas dos rios:

(1) Capivari, (2) Cachoeira, (3) Faisqueira, (4) Borrachudo, (5) Tagaçaba, (6) Serra Negra.

Tabela 1
Comprimento e área das bacias hidrográficas

Rio	Comprimento (km)	Área (km ²)
(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

Caracterização das unidades de ecossistemas de planície de maré

O esquema de distribuição em perfil das unidades da planície de maré está apresentado na figura 3. As características destas unidades são as seguintes:

a) Manguezais: Ocupam a maior extensão da região entre marés. Representam uma porção da zona costeira que está diretamente relacionada ao ciclo de marés, regime hídrico, grau de salinidade da água e o aporte de sedimentos da bacia. Quando o aporte fluvial é baixo, ocorre aproximadamente entre o nível médio de maré baixa e o nível médio de maré alta (Angulo, 1990).

b) Brejos-de-maré: Os brejos de maré apresentam vegetação herbácea, principalmente *Scirpus sp.* Ocorrem nas desembocaduras dos rios onde há intenso aporte fluvial e a intrusão salina é baixa ou nula, localizados entre o nível médio de maré baixa e o nível médio de maré alta (Angulo, 1990).

c) Pântano-de-maré: Os pântanos de maré apresentam vegetação de porte arbóreo e ocorrem quando existe um intenso aporte fluvial na parte superior da planície de maré, por trás dos brejos. Essa zona tem freqüência de inundação menor do 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*: Por trás dos manguezais, na parte superior da região entre marés, é freqüente a ocorrência de uma zona de vegetação dominada pelo *Cladium sp.* Essa zona tem uma freqüência de inundação menor que a do manguezal, sendo inundada apenas pelas marés altas de sizígia e de tormenta (Angulo & Müller 1990). A largura da zona de *Cladium sp.* depende do declive do terreno, aumentando à medida que o declive diminui. Em muitos casos, esta 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 bancos areno-argilosos não vegetados (Angulo & Müller, 1990). Os marismas são constituídos principalmente por *Spartina sp.* Em direção ao interior da cabeceira do estuário, rio acima, a *Spartina sp.* é substituída por *Scirpus sp.*, constituindo os brejos-de-maré.

Materiais e métodos

Nesta pesquisa foram utilizados fotointerpretação, geoprocessamento e dados de campo. Na fotointerpretação foram utilizadas pares de fotos aéreas em papel, preto e branco na escala 1:25.000 dos anos de 1952, 1980, e coloridas na escala 1:30.000, de 2001, e uma ortofoto 1:10.000, colorida, de 2001. Após a fotointerpretação realizou-se a digitalização das fotos aéreas junto com os *overlays*. As fotos analógicas de papel foram transformadas em imagens digitais no formato JPG, com resolução de 600 DPI (*Deep Point Inches*).

A base de dados digital do litoral paranaense em sistema de informações geográficas adotada nesta pesquisa 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 de acordo com seus atributos físicos, características geológicas e padrão morfológico. As unidades identificadas foram: manguezal, brejo-de-maré, pântano-de-maré, zona de *Cladium*, marismas e bancos areno-argilosos. Estes dois últimos ecossistemas não foram separados, pois apresentaram textura muito semelhante nas fotografias aéreas.

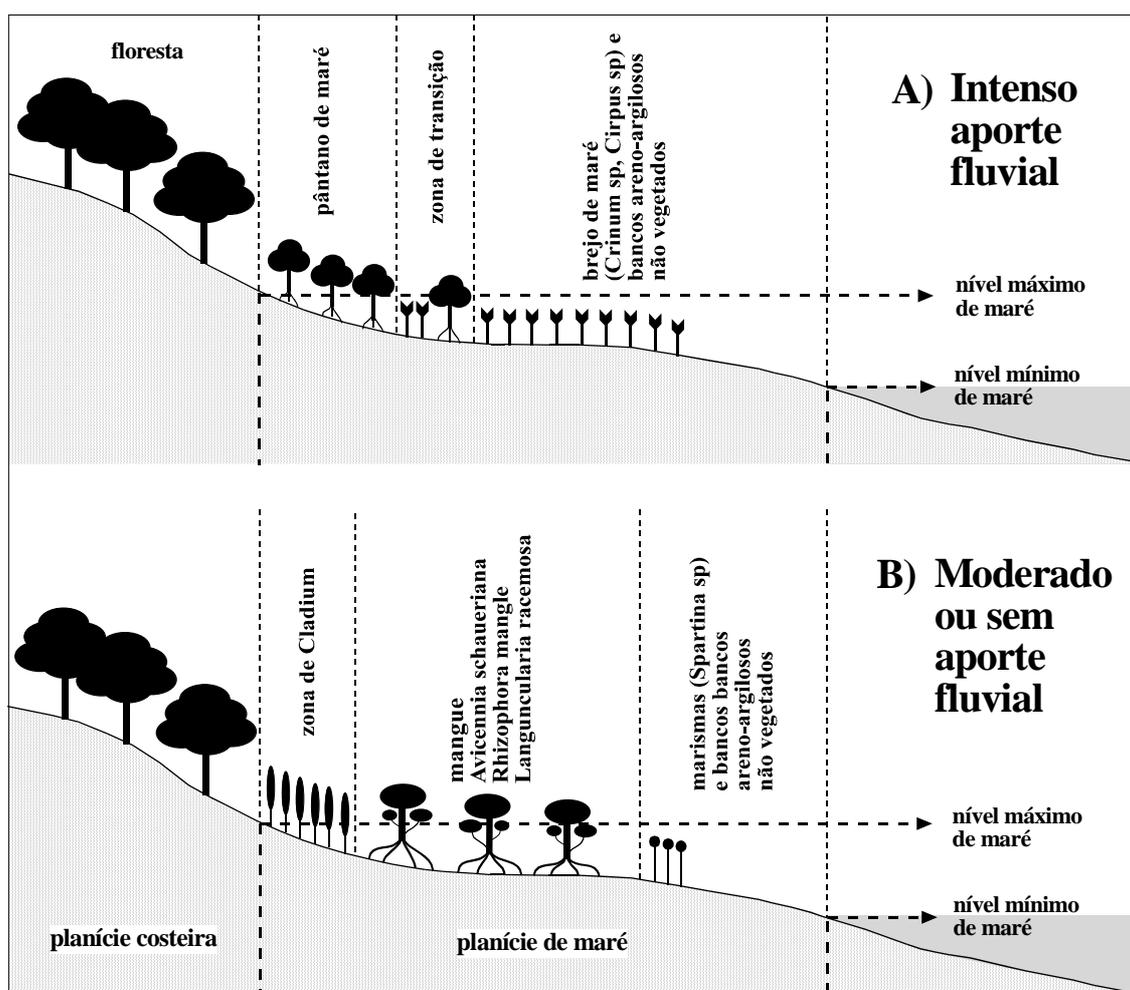


Figura 3: Perfil esquemático da distribuição de ecossistemas da planície de maré do litoral do Paraná (modificado de Branco 2004), elaborado a partir de Angulo (1990).

No levantamento de campo realizado em 2003, foram identificadas e caracterizadas as unidades de 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 dessas unidades gerados a partir da fotointerpretação dos levantamentos aerofotográficos dos anos de 1952, 1980 e 2001. Os mapas foram sobrepostos, o que possibilitou a visualização da variação do limite das unidades e a quantificação em m² das áreas de cada unidade. Foram calculadas as áreas para os períodos 1952-1980, 1980-2001 e 1952-2001.

Os mapas das variações dos ecossistemas de planície de maré foram divididos em rio Cachoeira, Faisqueira e Serra Negra/Tagaçaba/Borrachudo. Para uma melhor visualização das variações das áreas dos ecossistemas de planície de maré nos mapas, optou-se por uma única unidade denominada ecossistemas de planície de maré, que comporta 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.

Resultados

Variação temporal dos ecossistemas de planície de maré

Dos 18 mapas gerados sobre os ecossistemas de planície de maré dos rios Cachoeira, Faisqueira e Serra Negra/Tagaçaba/Borrachudo, devido ao caráter de síntese deste trabalho, será apresentado apenas o mapa de variação das unidades de planície de maré do rio Cachoeira no intervalo de 1952-2001 (fig. 4). Os demais mapas gerados para os intervalos, bem como para os rios Faisqueira e Serra Negra/Tagaçaba/Borrachudo, podem ser vistos na dissertação de mestrado de Branco (2004).

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 totais das áreas retraídas e expandidas em m² de cada rio configurou uma tendência geral para cada intervalo temporal proposto, (tabela 2).

Discussão e conclusão

As unidades de ecossistemas dos rios Cachoeira (fig. 4) e Faisqueira possuem tendências de retração dos limites de suas áreas. Em contrapartida, o limite das áreas das unidades de planície de maré dos rios Serra Negra, Tagaçaba e Borrachudo possuem tendências expansivas, (tabela 2). As interpretações desses resultados podem sugerir algumas hipóteses sobre o significado dos recuos e avanços detectados:

Tabela 2

Variação das áreas de ecossistema de planície de maré dos rios Cachoeira, Faisqueira e Serra Negra, nos intervalos de 1980-2001, 1952-1980 e 1952-2001

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

Modificado de Branco 2004.

a) Retração: Alguns limites das áreas de unidades de ecossistemas de planície de maré do rio Cachoeira e Faisqueira (tabela 2), estão recuando. Demonstrado em mapas, essa 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 que davam base para algumas dessas unidades de ecossistemas. O Rio Faisqueira, apesar de não possuir uma transposição ou acréscimo na sua competência por um fator externo, pode estar sob a influência hidráulica da vazão do rio Cachoeira, devido à proximidade dos rios, (Branco 2004).



Figura 4 - Mapa de variação dos ecossistemas de planície de maré na foz do rio Cachoeira 1952 – 2001 (modificado de Branco 2004). (1) ecossistemas de planície de maré, (2) outras unidades, (3) áreas retraídas, (4) áreas expandidas.

b) Expansão: A expansão das áreas está relacionada à deposição de material sedimentar, criando áreas de sedimentação na forma de bancos areno-argilosos. Esses bancos com o passar do tempo, são lentamente vegetados, ampliando as áreas dos ecossistemas de planície de maré, (Branco 2004). 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 a sua foz. Este fato é demonstrado na observação das fotos aéreas do ano de 1952, 1980 e 2001, (fig. 5). A transposição pode ter contribuído com o aumento no gradiente do rio Cachoeira que passou a carrear uma maior quantidade de material em suspensão. Os depósitos do leito do rio poderiam ser transportados e depositados a uma distância maior da foz.

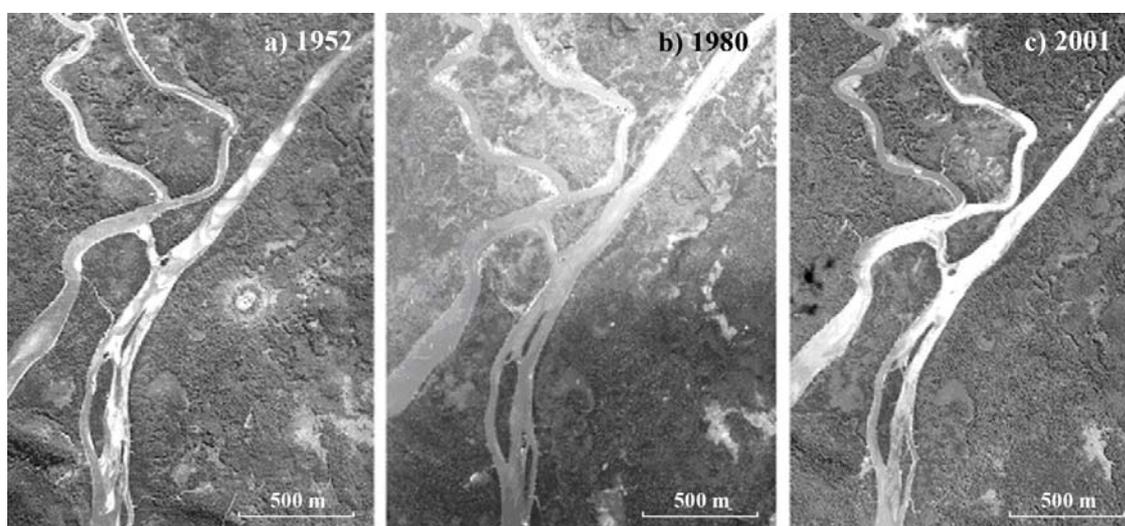


Figura 5: Fotos aéreas do rio Cachoeira, a) 1952, b) 1980 e c) 2001.

A mudança de granulometria das partículas nas desembocaduras dos rios Cachoeira e Faisqueira podem estar associadas com o aumento da competência do rio Cachoeira pela transposição. Esta variação granulométrica foi observada por Odreski (2002). A influência hidráulica do rio Cachoeira na baía de Antonina pode ser observada na comparação da distribuição do diâmetro médio dos sedimentos de fundo da baía de Antonina e setor ocidental da Baía de Paranaguá no intervalo de 1966 a 1995, (Odreski *et al.* 2003) (figura 6).

Existem indícios que a transposição pode ter afetado o padrão de sedimentação nas áreas próximas a desembocadura do rio Cachoeira. A hipótese de estabelecer uma relação direta entre a transposição no rio Cachoeira e as mudanças morfológicas e granulométricas detectadas não são conclusivas. Os parâmetros estudados e os dados gerados nesta pesquisa ainda não permitem a definição das causas das mudanças observadas. A região da desembocadura do rio Cachoeira necessita de estudos mais aprofundados e métodos quantitativos e qualitativos com uma maior precisão.

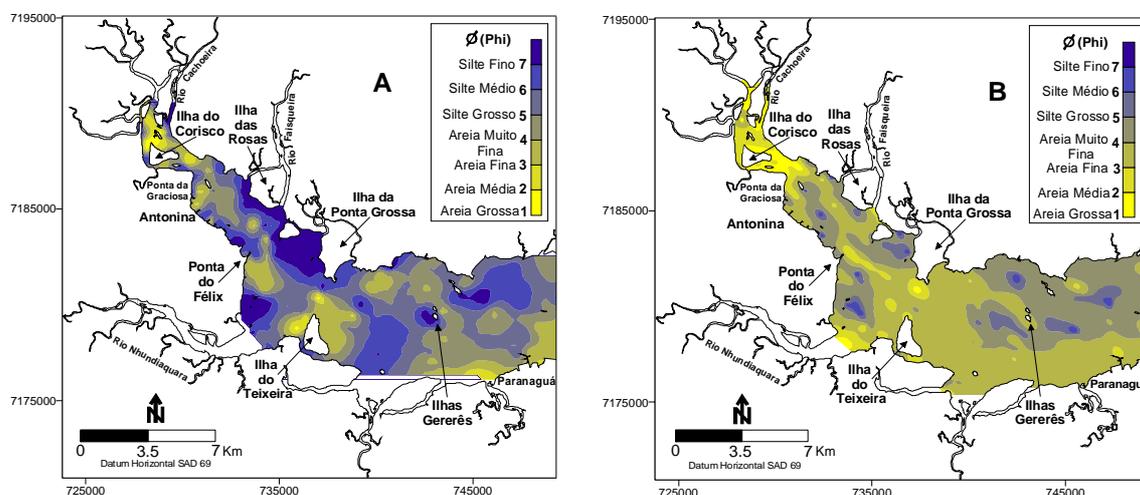


Figura 6: Distribuição do diâmetro médio dos sedimentos de fundo da Baía de Antonina e setor ocidental da Baía de Paranaguá em 1966 (A) e 1995 (B). (ODRESKI, 2002).

Referências

- ANGULO, R. J. 1990. O manguezal como unidade dos mapas geológicos. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2. 1990, Águas de Lindóia. Resumos Expandidos... São Paulo, ACIESP. v. 2, p. 54-62.
- ANGULO, R. J.; MÜLLER, C.R. 1990. Preliminary characterization of some tidal flat ecosystems on the State of Paraná Coast, Brazil. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2. 1990, Águas de Lindóia. Resumos Expandidos... São Paulo, ACIESP. v. 2, p. 158-168.
- ANGULO, R. J. 1992a. *Geologia da planície costeira do Estado do Paraná*. São Paulo, 334p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- ANGULO, R. J. 1992b. Ambientes de sedimentação da planície costeira com cordões litorâneos no Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, 40: 69-114.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. 1978. *A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná*. Curitiba, Secretaria do Estado do Planejamento, Governo do Paraná. 248 p.
- BRANCO, J.C. 2004. *Alterações morfológicas na foz do rio Cachoeira, Estado do Paraná, com base na análise da evolução das unidades de planície de maré*. Curitiba, 70p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade federal do Paraná.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1981. *Geomorfologia fluvial. Vol. 1*. In: Christofoletti, A. O canal fluvial. Rio Claro, SP, UNESP, Ed. Edgard Blücher Ltda, 315p.
- IPARDES. 2001. *Zoneamento da APA de Guaqueçaba*. Curitiba. Convênio: IPARDES/IBAMA. 150p.
- LESSA, G.C.; MYERS, S.R.; MARONE, E. 1998. Holocene stratigraphy in the Paranaguá Bay estuary, southern Brazil. *Journal of Sedimentary Research*. 68(6) 87-108.

- MAACK, R. 1960. *Geografia física do Estado do Paraná*. Curitiba: Banco BADEP, UFPR, IBPT, 350p.
- MANTOVANELLI, A. 1999. *Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem*. Curitiba. 152p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Paraná.
- MINEROPAR 1989. *Mapa geológico do Estado do Paraná*. Brasília: DNPM, 1989. Escala 1: 650.000.
- NAGASHIMA, E.S., OKAWA, C.M.P., & OLIVEIRA, S.D. 1996. Projeto Floresta Mata Atlântica - Relatório referente ao monitoramento de estações fluviométricas e sedimentométricas da Bacia Litorânea. Apresentação de dados coletados. 116p.
- NOERNBERG, M.A. 2001. *Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá - Paraná - Brasil. Um estudo a partir de dados in situ e Landsat TM*. Curitiba. 180 p. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal do Paraná.
- ODRESKI, L. L. R. 2002. *Evolução sedimentar e batimétrica da Baía de Antonina – PR*. Curitiba. 79p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade federal do Paraná.
- ODRESKI, L. L. R.; SOARES, R.S.; ANGULO, J.A.; ZEM, R.C. 2003. Taxas de assoreamento e a influência antrópica no controle da sedimentação da baía de Antonina – Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, 53: 7-12.
- SANTOS, A. V. 1952. *Memória histórica cronológica e descritiva da cidade de Paranaguá e seu município: 1850*. Curitiba, Museu Paranaense, 70p.
- SANTOS, I.; DIETER, H. F.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. C. 2001. *Hidrometria aplicada. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento*. Curitiba. 372 p.
- SKINNER, B. J.; PORTER, S. C. 1992. *The Dynamic Earth - An introduction to physical geology*. In: Skinner, B. J.; Porter, S. C (ed). *The Ocean Margins - Second Edition*, New York, John Wiley & Sons. p. 327-352.