

# A Abrangência das Cheias na Planície do Rio Paraná, no Complexo Baía-Curutuba-Ivinheima

SOUZA FILHO, Edvard Elias; COMUNELLO, Eder; & ROCHA, Paulo César  
GEMA, Departamento de Geografia, UEM – (0 44 2614327)  
([edvardmarilia@wnet.com.br](mailto:edvardmarilia@wnet.com.br))

## RESUMO

*A interpretação de 12 cenas LANDSAT5 do rio Paraná, obtidas em datas de diferentes níveis hidrológicos dos rios Paraná e Ivinheima possibilitaram determinar quais as áreas de domínio de cheias do rio Paraná, do rio Ivinheima e do rio Baía, a frequência com que ocorrem, assim como observar qual área é atingida em diferentes níveis da água. Pode ser observado ainda que mesmo em cheia de grande porte do rio Paraná as águas sobre a planície apresentam diferentes características, provavelmente guardando propriedades dos cursos de água que as alimentam. As cheias não ocorrem pelo transbordamento do dique marginal, mas pela entrada de água do rio Paraná no complexo dos rios Baía-Curutuba-Ivinheima.*

**Palavras chave:** abrangência de cheias, sensoriamento remoto, planície de inundação, rio Paraná

## INTRODUÇÃO

A inundação da planície fluvial durante o período de cheia exerce um importante papel geomorfológico na construção da planície, e ecológico no que diz respeito à manutenção dos ecossistemas a ela relacionados. Uma vez que cada período de cheia apresenta diferentes valores de débito, e o nível alcançado pelas águas também é distinto, a compreensão das áreas atingidas por diferentes níveis fluviométricos é importante para o conhecimento da dinâmica da planície fluvial. Por esta razão foi realizado um estudo a respeito da abrangência das cheias no rio Paraná.

O estudo foi realizado na área compreendida pela parte baixa do rio Baía, o canal do Curutuba e parte do rio Ivinheima. O objetivo inicial foi o de estabelecer quais as áreas estavam sujeitas à inundação em diferentes níveis fluviométricos, e como a conexão dos corpos lânticos ao sistema lótico é feita. Para isso foram utilizadas 12 cenas orbitais (TM, obtidas entre 1987 e 1999), todas com diferentes níveis fluviométricos do rio Paraná ou do rio Ivinheima (COMUNELLO & SOUZA FILHO, 2001).

As cenas disponíveis foram georreferenciadas, importadas para o programa SPRING, onde foram pré-processadas (correção atmosférica, realce, composição colorida), e passaram por fatiamento de níveis, de acordo com o preconizado por Novo (1992). O produto obtido foi utilizado para interpretação visual com apoio de observação em fotografias aéreas, e as imagens foram relacionadas aos níveis fluviométricos apresentados pela estação de Porto São José (rio Paraná) e de Porto Sumeca (rio Ivinheima).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as cenas analisadas quatro delas retratam o sistema em condições de águas baixas (Figura 1), outras quatro cenas registram diferentes situações de cheia (Figura 2), e outras quatro

mostram a evolução provável de uma onda de cheia (Figura 3).

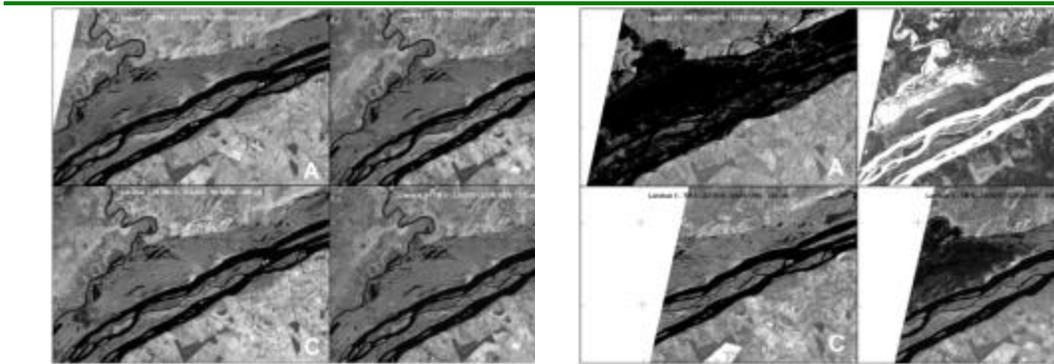


Figura 1 Cenas LANDSAT 5 mostrando situações do rio com águas abaixo da média anual.

Figura 2 Cenas LANDSAT 5 mostrando diferentes situações de cheia.

A figura 2A mostra a calha fluvial completamente cheia (água em tom escuro), com as copas das árvores ainda emersas. A figura 2B mostra uma cheia relacionada ao rio Ivinheima (297 cm em Porto Sumeca, e 287 cm em Porto São José), onde as áreas inundadas estão com tons claros. A área afetada por este evento compreende a calha do rio Ivinheima, e a parte mais baixa da planície do rio Paraná compreendida entre o terço inferior do canal do Curutuba e o canal do Ipitã. A figura 2C mostra uma área inundada (em tom escuro) próxima ao rio Baía, cuja causa não é clara, uma vez que o rio Paraná está com nível inferior ao mostrado na figura 1C, ou seja abaixo do nível médio anual. A figura 2D é similar àquela mostrada na cena 2B, embora mostre uma maior área afetada.

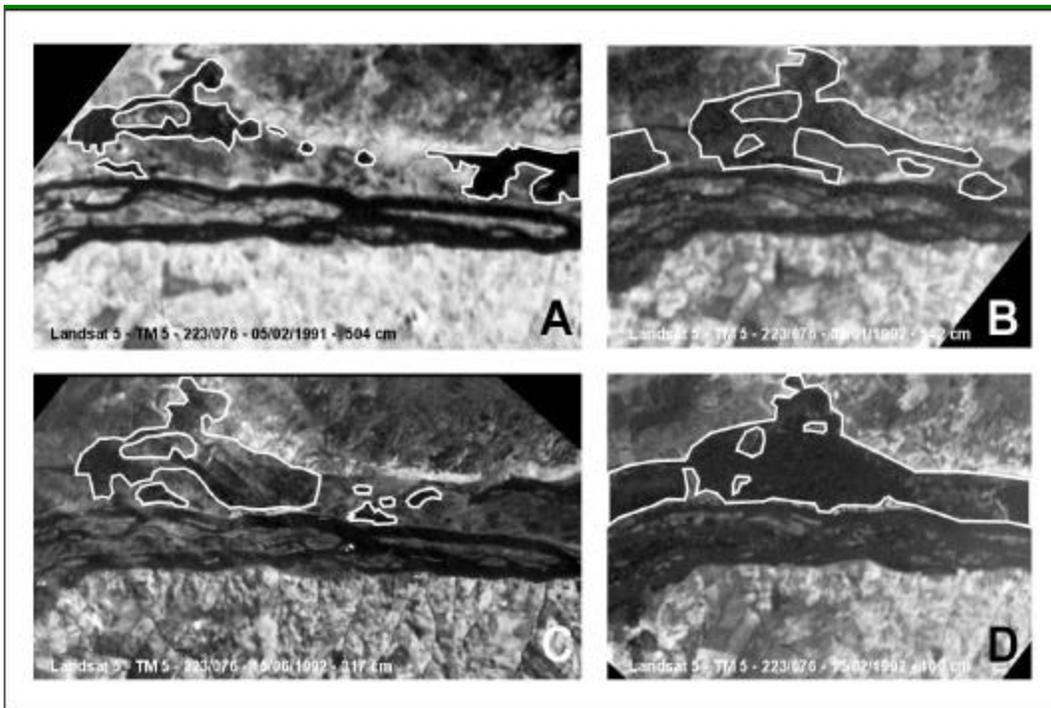
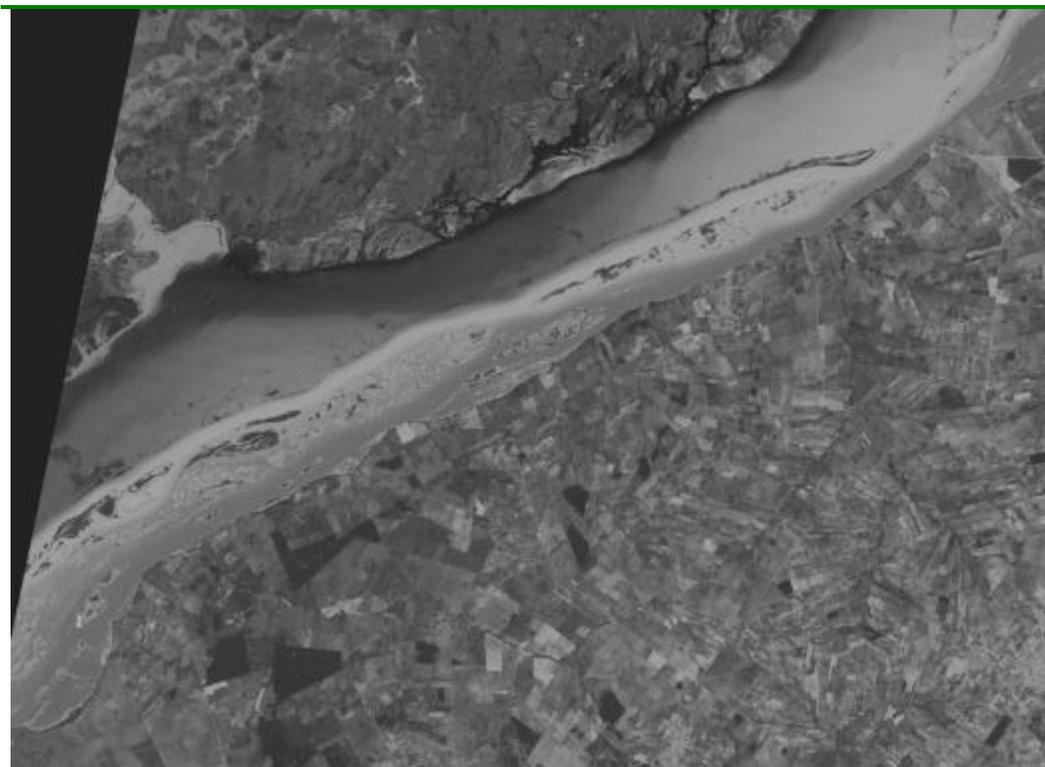


Figura 3 Cenas LANDSAT 5 mostrando a seqüência de inundação

O rio Paraná poderia ser responsabilizado pela cheia face ao nível apresentado; entretanto as áreas secas a montante mostram que a planície não foi afetada por inteiro, e por isso é provável que a inundação tenha sido provocada pelo rio Ivinheima, que apresentava 409 cm em Porto Sumeca.

As figuras 3A e 3B mostram que as águas do rio Paraná adentram a planície pelo rio Baía e pelo canal do Curutuba e ao inverter este fluxo promovem o barramento das águas dos dois sistemas. As águas destes últimos ocupam as áreas mais baixas, até que quase toda a planície esteja coberta (figura3D). A figura 3D mostra a dinâmica da inundação provocada pela cheia do rio Ivinheima, quando o rio Paraná encontra-se com nível acima da descarga média.

A figura 4 mostra que mesmo com toda a planície inundada as águas definem faixas de domínio diferentes. Junto à margem esquerda há predomínio das águas provenientes do rio Paranapanema, junto à margem direita e a montante há domínio das águas húmicas do rio Baía, e a jusante e junto à margem direita há domínio das águas mais ricas em carga suspensa do rio Ivinheima. Além disso pode ser observado que após um determinado nível a dinâmica do fluxo de água muda, e que em alguns locais as águas do rio Paraná possuem maior domínio sobre a planície (porções mais claras sobre a planície). Os locais de entrada de água do rio Paraná são aqueles em que o dique marginal foi reduzido graças à erosão marginal, e provavelmente são as áreas mais sujeitas a aporte sedimentar.



**Figura 4 Cena LANDSAT 5 mostrando toda a planície inundada.**

Os dados obtidos permitem a identificação de um sistema inundável complexo em que há dois conjuntos que além de serem inundados pelo rio Paraná apresentam outras influências. O conjunto a montante (subsistema rio Baía) aparentemente é afetado por precipitação local que afeta a bacia de drenagem do rio Baía, e a compreensão dos efeitos e abrangência deste fenômeno exige o monitoramento da precipitação local e/ou do nível do subsistema. O conjunto

da parte média (subsistema Ivinheima) que inclui a metade jusante do canal do Curutuba é influenciado pelas cheias do rio Ivinheima que podem ser minimizadas ou ampliadas de acordo com o nível do rio Paraná. A área afetada é controlada a montante por um degrau situado na parte média do canal do Curutuba.

O subsistema do rio Paraná é controlado pelos níveis deste rio, que dependem das precipitações na bacia e da operação das barragens situadas a montante. As áreas inundáveis incluem as ilhas fluviais, a porção da planície situadas na margem esquerda, e a parte da planície cortada pelo baixo rio Ivinheima, a jusante do canal do Ipitã. As cheias do rio Ivinheima não afetam este conjunto graças ao escoamento proporcionado pelo referido canal, e à presença de diques marginais contínuos.

A avaliação da série histórica dos níveis fluviométricos do rio Paraná e do rio Ivinheima (ROCHA *et al.*, 2002) permitiu identificar que há sincronia entre as cheias dos dois rios em 30% das vezes, que em 28% das vezes apenas o rio Ivinheima estava em cheia, e que em 40% apenas o rio Paraná encontrava-se nesta situação. Os dados mostram que no período analisado todo o conjunto da planície esteve inundado em 16,6 % dos dias (no período entre dezembro e março), e que a área do subsistema Ivinheima esteve inundada outros 6,5 % dos dias a mais que o restante do sistema.

Para concluir, este estudo determinou que quando o rio Paraná encontra-se em 3,5 m na estação de Porto São José, as lagoas com alto grau de conexão são influenciadas por entrada de água passiva. Quando o rio chega a 4,6 m inicia-se o afogamento dos rios Baía e Ivinheima, e a entrada passiva de água nas lagoas com menor grau de conexão ou separadas dos sistemas lóticos por meio de margens baixas. Quando o rio chega a 6,1 m, inicia-se o alagamento da planície por meio da entrada passiva de água pelas partes baixas das margens, e a interconexão dos corpos de água. Por fim, quando o rio chega a 7,0 m, ele ultrapassa os diques marginais e cobre toda a planície, e permite a existência de fluxos ativos sobre ela. As cheias do rio Ivinheima e do rio Baía podem provocar alagamentos locais.

As modificações introduzidas pelos barramentos podem tornar mais comuns as inundações relacionadas ao rio Ivinheima porque a vazão média das cheias e as vazões mais baixas passaram a ter valores mais elevados, e porque as ondas de cheia tornaram-se mais frequentes. Por consequência, as conexões entre os corpos lênticos e o sistema lótico podem ser mais frequentes, mas a duração delas deve diminuir. No caso específico dos três últimos anos, a maneira com que foi realizada a formação do reservatório de Porto Primavera, fez com que houvesse diminuição do número de conexões.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq-MCT/PELD pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

### **REFERÊNCIAS**

- COMUNELLO, E & SOUZA FILHO, E. E.. (2001) Dinâmica de inundação em áreas sazonalmente alagáveis na planície de inundação do alto rio Paraná. Dissertação de mestrado apresentada junto ao PEA, UEM. (inédito).
- NOVO E.M.L.M. (1992) *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. Ed. Nobel. 2 ed. 308 p.
- ROCHA, P. C., SOUZA FILHO, E. E., & COMUNELLO, E. (em prep.) Influência do conjunto de barragens da bacia do rio Paraná sobre o débito fluvial em Porto São José. Trabalho integrante da Tese de Doutorado a ser defendida junto ao PEA, UEM. (inédito).

# A Erosão Marginal a Jusante da Barragem de Porto Primavera

SOUZA FILHO, Edvard Elias; CORRÊA, Geraldo Terceiro;  
DESTEFANI, Edilaine Valéria; TEIXEIRA,  
Aracy Elaine; ROCHA, Paulo César

Gema, Departamento de Geografia, UEM, (0 44 2614327) ([edvardmarilia@wnet.com.br](mailto:edvardmarilia@wnet.com.br))

## RESUMO

*Durante os anos de 2000 e 2001 foi desenvolvido um trabalho de monitoramento da erosão marginal nas margens do rio Paraná ao longo de um segmento de 80 quilômetros. Os resultados obtidos mostraram que as taxas de erosão foram baixas, o que pode ser explicado pelos reduzidos valores de débito fluvial, e a ausência de cheias significativas. A influência da barragem de Porto Primavera sobre tais taxas não pode ser determinada, porque faltam dados anteriores ao fechamento para comparação. Contudo, os trabalhos de campo demonstraram a ocorrência de feições relacionadas a “pipping”. Tais formas tinham sido descritas em apenas uma situação e hoje são frequentes. A ocorrência dessas formas pode ser resultado das variações diárias do nível da água, causadas pela operação do reservatório.*

**Palavras chave:** erosão marginal, impactos de barragem, UHE Porto Primavera, rio Paraná

## INTRODUÇÃO

Os trabalhos de erosão marginal estão sendo desenvolvidos no segmento compreendido desde as proximidades da barragem de Porto Primavera até o arquipélago das ilhas Floresta e Japonesa. Os pontos estão sendo monitorados por meio da combinação do método dos pinos e do método de perfilagens sucessivas, conforme descrito por Rocha & Souza Filho (1995). O segmento superior (Ilha Óleo Cru) e o inferior (Ilhas Floresta e Japonesa) não dispunham de monitoramento prévio, e por isso não possuem referência para comparação, entretanto, a parte central (ilhas Mutum Porto Rico e Cariocas), foi alvo de estudos por parte de Fernandez (1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento no período de 2000 e 2001 demonstrou que as taxas de erosão média mensal foram relativamente baixas (4,3 cm/mes no conjunto a jusante, 3,86 cm/mes no conjunto médio e 4,12 cm/mes no conjunto superior). Os valores mais expressivos ocorreram nos meses de maior débito (março e abril) quando estes alcançaram 12 cm/mes.

A relação positiva entre débito e taxa de erosão foi discutida por Rocha *et al.* (1999), e deve-se à relação direta entre débito e velocidade de fluxo em canais com fluxo livre. A velocidade de fluxo é o principal fator de controle das taxas dos processos erosivos marginais, e o aumento da vazão é acompanhado pelo aumento da velocidade de fluxo.

Os pontos de amostragem de cada conjunto mostraram uma considerável variabilidade quanto às taxas de erosão local, o que permitiu que as margens fossem classificadas em quatro classes, de acordo com os índices registrados. As classes são as seguintes: margens estáveis (menos de 1cm/mês), margens com erosão baixa (de 1 a 5 cm/mes), margens com erosão média (de 5 a 10 cm/mes), e margens com erosão alta (mais de 10 cm/mes). A distribuição dos pontos nestas classes está exposta na tabela 1.

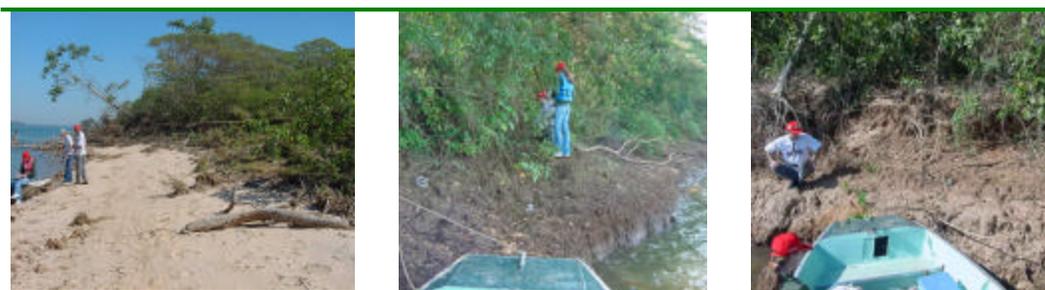
As margens estáveis do conjunto a jusante (arquipélago Floresta e Japonesa) estão todas situadas em canais secundários, e desta forma estão protegidas dos fluxos mais velozes. As do segmento médio (arquipélago Mutum Porto Rico) estão afastadas do fluxo do talvegue principal, e as margens estáveis do conjunto a montante (ilha Óleo Cru) foram monitoradas durante um período de águas baixas, no qual os processos erosivos ocorreram longe da área com os pinos de referência. As margens estáveis são caracterizadas pela baixa declividade, pela presença da vegetação ocupando a face inclinada da margem, e em geral por um patamar mais argiloso na base (Figura 1A). O patamar é resultado da diferença de resistência à erosão entre o dique marginal (silte arenoso) e os depósitos de planície (argilosos), e contribui para a redução da velocidade de fluxo junto à parte superior da margem.

**Tabela 1 Relação dos pontos de amostragem de acordo com a taxa de erosão média mensal, e o segmento monitorado. Os números referem-se aos pontos de coleta.**

	Margens estáveis (<1 cm/mes)	Margens com erosão baixa (de 1 a 5 cm/mes)	Margens com erosão média (de 5 a 10 cm/mes)	Margens com erosão alta (>10 cm/mes)
<b>Conjunto a montante</b>	Oleo Cru, Mato Grosso3	Mato Grosso1, Mato Grosso2, Ilha do Cruzeiro		
<b>Conjunto do segmento médio</b>	Mutum1, Mutum3, Carioca2	Mato Grosso, Mutum2, Chapéu Velho, Embaúba, Carioca1, Carioca3		Porto Rico1, Porto Rico2
<b>Conjunto a jusante</b>	4, 5, 16 (Floresta), 11 (Cajá), 13, 17 (Japonesa),	1 (Japonesa), 3, 10 (Floresta), 6 (Onça), 7, 8 (Barbado), 15 (Mato Grosso)	2 (Japonesa), 19 (Macacas)	9 (Porcos), 12, 18 (Japonesa), 14 (Chata),

As margens de baixa taxa de erosão e as margens de média taxa de erosão possuem distribuição variada, mas em geral estão afastadas da proximidade do talvegue. Elas podem ser argilosas ou arenosas, e estão submetidas a fluxos com velocidades baixas e médias. A situação de cada tipo depende do balanço entre a velocidade de fluxo local e o teor de argila em sua composição. Em ambos os tipos a declividade é variável, a vegetação não ocupa a face da margem e várias delas apresentam contato direto com a água do rio. As características destas margens podem ser vistas na Figura 1B.

As margens com altas taxas de erosão estão todas situadas em locais de alta velocidade de fluxo, o que pode ser percebido já na atracação do barco ou pelo seu aspecto. Tais margens apresentam face íngreme, contato direto com a água, feições de desmoronamento ou escorregamento, e árvores tombadas. Suas características podem ser vistas na Figura 1C.



A - Ilha Mutum ponto 2

B - Ilha Carioca ponto 3

C - Ilha Porto Rico ponto 1

**Figura 1. Fotografias de margens estáveis (A), de margens com erosão baixa (B), e de margens com erosão alta (C).**

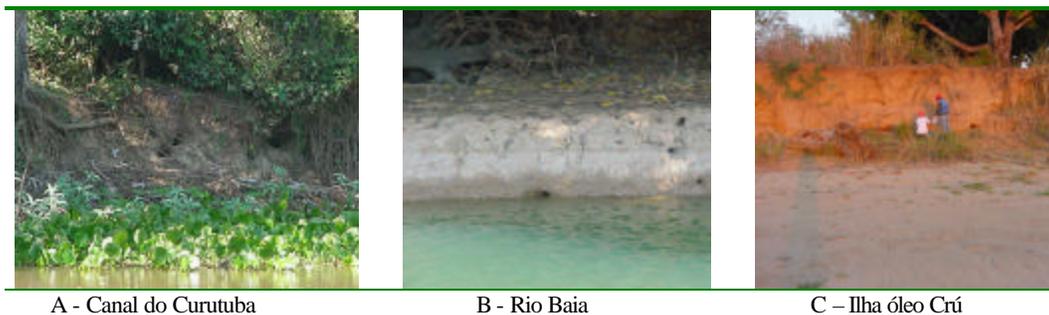
O estágio de conhecimento dos processos erosivos ainda não permite avaliar todas as implicações provocadas pelo fechamento da barragem de Porto Primavera. Mesmo no caso do conjunto central, as análises preliminares mostram que as áreas que em 1988 e 1989 estavam submetidas a altas taxas de erosão como a ilha Mutum e as ilhas Cariocas hoje estão estáveis ou sob baixas taxas de erosão, e as áreas estáveis da época, como a ilha Porto Rico, atualmente encontram-se submetidas a erosão intensa. O problema é que a dinâmica de migração do talvegue causa este tipo de alternância naturalmente, e sem a análise de todas as informações não é possível um diagnóstico seguro.

Contudo, a observação dos dados hidrológicos mostra que o conjunto de barragens a montante modificou o padrão hidrológico, eliminando os débitos baixos, o que contribui para a elevação dos índices de erosão anual. Por outro lado, os últimos três anos foram anômalos porque o enchimento de Porto Primavera cortou a ocorrência das cheias contribuindo para a diminuição das taxas erosivas nestes períodos, e a restrição de débito imposta pela crise de energia também contribuiu para tal redução.

A criação do reservatório de Porto Primavera proporcionou um efeito que é resultado de sua operação. Este efeito é a elevação do débito no início da noite provocado pelo aumento da necessidade de geração para compensar o pico de consumo. Esta variação não é registrada pela estação de Porto São José, mas vem sendo monitorada em Porto Rico. Os dados ainda estão em estudo, mas as observações de campo mostram diferenças diárias de 20 cm a mais de um metro entre o período da manhã e o início da noite.

As conseqüências deste fenômeno ainda devem ser mais bem estudadas, mas uma delas vem sendo observada, e é o aparecimento de orifícios circulares nas margens. Tais orifícios são decorrentes de “pipping”, que é provocado por mudanças rápidas no nível da água, o que gera um gradiente hidráulico elevado na água do freático das margens. A saída dessa água remove as partículas dos locais por onde passa e gera uma forma de erosão particular.

Este tipo de fenômeno já havia sido observado uma vez, em um único local (Rocha & Souza Filho, 1995), e estava restrito a uma única margem arenosa. Ou seja, tal fenômeno era ocasional e limitado a condições específicas de poucos locais. Desde o início dos trabalhos de monitoramento da erosão marginal, observa-se em cada campanha o aumento do número de margens afetadas e do número de orifícios nestas margens. A Figura 2 mostra estes tipos de feições e pode ser observado que mesmo as partes argilosas são afetadas. Esta situação proporciona um problema adicional para a avaliação das taxas erosivas porque não há uma metodologia própria para avaliar a importância deste processo.



**Figura 2. Fotografias de margens com orifícios causados por “pipping”. Margens areno-argilosa (A), argilosa (B), e arenosa (C).**

Para concluir, deve ser dado destaque à distribuição dos valores da taxa de erosão mensal de cada conjunto. A presença da barragem de Porto Primavera deveria ter proporcionado um incremento da erosão marginal na parte a montante, cujo efeito seria gradativamente

minimizado para jusante. Entretanto, o conjunto mais distante apresentou taxas mais elevadas e o conjunto mais próximo apresentou taxas com valores intermediários. É provável que este seja um condicionamento natural imposto pelas variações do gradiente do leito, que é mais baixo no segmento em que as ilhas Mutum, Porto Rico e Cariocas ocorrem (SOUZA FILHO, 1993).

O monitoramento da erosão marginal no período deve ter seus resultados analisados sob a ótica de que os débitos foram baixos, e que não houve significativo período de cheia. Essa ressalva é importante porque as velocidades de fluxo não atingiram o seu máximo, e as partes superiores das margens não foram atingidas, o que faria com que as taxas de erosão fossem mais elevadas.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq-MCT/PELD pelo apoio financeiro e Nupélia-PEA, pelo logístico.

#### **REFERÊNCIAS**

FERNANDEZ, O.V.Q.- 1990- Mudanças no canal do rio Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico (PR). IGCE, UNESP, dissertação de mestrado, Rio Claro, SP, 96 pp., (inédito).

ROCHA, P. C. & SOUZA FILHO E. E. (1995) Erosão marginal em canais associados ao rio Paraná na região de Porto Rico (PR). Boletim Paranaense de Geociências, EDUFPR, Curitiba, 44: 97 -114.

ROCHA, P. C., SOUZA FILHO, E. E., & FERNANDEZ, O. V. Q. (1999) Intensity of erosive processes at channel banks of up Parana river, Porto Rico Town area, Parana State, Brazil. International Symposium on Paleohydrology Geomorphology. of Large Rivers and Field Conference, Araguaia, 56-59.

SOUZA FILHO, E. E.- 1993- Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR). Inst. Geoc., USP, tese de doutorado, São Paulo, SP, 214 pp. (inédito).