



**REGIME HIDROLÓGICO DOS RIOS PARANÁ E IVINHEIMA E AS
INTERAÇÕES COM OS PROCESSOS DE INUNDAÇÃO NA PLANÍCIE
FLUVIAL DO ALTO RIO PARANÁ / FOZ DO RIO IVINHEIMA, REGIÃO
CENTRO-SUL DO BRASIL.**

SILVA¹, Juliana Luzia da.; QUEIROZ¹, Fábio Luiz Leonel.; ANDRADE¹, Ismar Renan
Alves de.; ROCHA², Paulo César.

¹DCH-CPTL/UFMS- Três Lagoas, MS - Bolsistas PIBIC/CNPq - laboram@ceul.ufms.br

²DCH-CPTL/UFMS- Três Lagoas,MS - pcrocha@ceul.ufms.br

Av. Ranulpho M. Leal, 3484. V. Industrial. Três Lagoas-MS. Cep 79600-000.

Resumo

Este trabalho procura avaliar o regime hidrológico dos rios Paraná e Ivinheima, e suas interações com a planície de inundação do Alto Rio Paraná, a partir da análise de dados diários de vazão e nível das estações hidrológicas de Porto São José e Ivinheima respectivamente. Tal avaliação abrange uma análise qualitativa dos fluxos nestes rios, e com auxílio de índices de alterações hidrológicas, pode se chegar a uma avaliação da intensidade com que os sistemas hidrológicos possam estar alterados. Os resultados apontam para maiores alterações na estação fluviométrica de Porto São José, no rio Paraná. No rio Ivinheima, os dados a partir de 1972 parecem não mostrar alterações importantes no seu regime.

PALAVRAS-CHAVE: regime hidrológico; rio Ivinheima; rio Paraná .

Introdução

A condição de equilíbrio do rio, ou parte dele está relacionada a vários fatores: clima e regime hidrológico, estrutura geológica, processos tectônicos e o uso do solo. Modificações num destes fatores pode causar desequilíbrios no sistema, e o trabalho do rio



passará por um período de readaptação onde, as relações entre processos e formas se complicam.

Em sistemas rio-planícies de inundação, alterações nos processos fluviais, decorrentes de alterações no seu regime hidrológico podem levar a diferentes situações, como o abandono da planície, e nova construção num nível topográfico inferior, ou a erosão de tais depósitos, seguida de nova construção no canal, ou o aumento na taxa de deposição, elevando o nível de base no sistema, entre outras.

Do ponto de vista dos processos fluviais, a planície de inundação é tomada como uma feição deposicional do vale do rio, associada com um clima ou o regime hidrológico da bacia de drenagem. Tal situação a coloca em extrema dependência do regime hidrológico fluvial.

A planície de inundação, constitui a forma mais comum de sedimentação fluvial, onde nas enchentes, toda área é inundada, tornando-se o leito do rio. É formada pelas aluviões e por materiais depositados no canal ou fora dele. O estágio de margens plenas assinala a descontinuidade entre o sistema canal fluvial e o sistema planície de inundação. Até atingir o estágio de margens plenas, o escoamento das águas se processa no interior do canal e origina diversas formas topográficas. Ultrapassando o estágio de margens plenas, considerando como igual débito de 1,58 anos de intervalo de recorrência, as águas espriam-se e há relacionamento diferente entre as variáveis de geometria hidráulica. Embora englobando o canal fluvial como um subsistema, a planície de inundação não deve ser confundida nem caracterizada pelos processos e formas desenvolvidas no canal fluvial (Christofolletti, 1981).



Objetivos

- Levantar o comportamento hidrológico, histórico e atual dos rios Paraná e Ivinheima, assim como de precipitação na região das duas estações fluviométricas: Porto São José e Ivinheima respectivamente.
- Identificar possíveis alterações nos padrões hidrológicos, baseando-se na avaliação de índices de Alteração Hidrológica (Richter et al., 1997; Poff et al., 1997).

Área de estudo

A área de estudo está situada no trecho Superior do rio Paraná (Alto rio Paraná), que compreende o trecho entre as suas nascentes nos rios Grande e Paranaíba nas Serras do Mar e da Mantiqueira respectivamente, até o limite superior do reservatório de Itaipu, em Guairá-PR (figura 1). Da sua nascente, no Planalto Central, até a Foz, no estuário do La Plata, percorre 4.635 Km, atravessando rochas sedimentares e vulcânicas da bacia sedimentar do Paraná e Chaco, cujas bordas são constituídas pela encosta leste dos Andes e rochas pré-cambrianas do Escudo Brasileiro do Norte e Leste (Petri & Fúlfaro, 1983).

O trecho onde se concentram as atenções, compreende a área entre Porto São José-PR e Porto 18-PR, na planície fluvial do rio Paraná e no baixo curso do rio Ivinheima, sendo que foram usados os dados das estações fluviométricas de Porto São José e Ivinheima respectivamente.

O rio Ivinheima possui um padrão meandrante em seu curso médio que aparentemente persiste por um pequeno trecho após sua entrada Planície do Rio Paraná, até a confluência com o canal Corutuba/Araçatuba, no seu sistema anastomosado reativado. Devido a construção de barragens para a implantação de usinas hidrelétricas (figura 2), a planície que chegou a ter quase 480 Km ao longo do rio, e hoje restam apenas 230 Km, em



um único trecho que se inicia a jusante da U.H. de Porto Primavera-SP e vai até o remanso do reservatório da U.H. de Itaipu, nas mediações do município de Guaíra-PR.

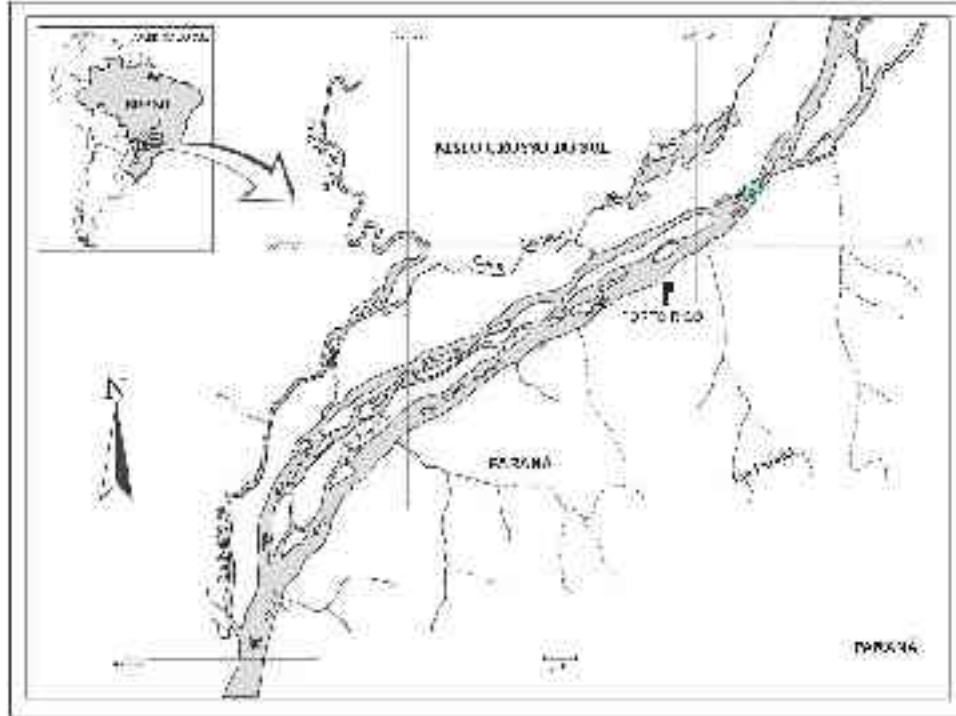


Figura 1: Localização da área de estudo. Região do baixo rio Ivinheima / alto rio Paraná e os canais secundários que drenam a Planície Fluvial na margem direita.

A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, região da Foz do Rio Ivinheima é formada por diferentes hidrossistemas que compõem um grande complexo paisagístico, onde ocorre uma série de fenômenos ligados a inundação.

O regime hidrológico dos rios Paraná e Ivinheima controlam os processos geomórficos e ambientais nos canais da área de estudo, com relação entre as áreas inundáveis e os níveis fluviométricos. Com referência variabilidade do regime hidrológico sazonal e a geomorfologia do sistema, a zona de transição aquática-terrestre se apresenta como ambiente terrestre no período de águas baixas, e como área inundada no período de águas altas. As zonas de inundação representam as áreas onde ocorrem os alagamentos, durante os pulsos hidrológicos dos canais.



Figura 2. Localização das estações fluviométricas e dos principais barramentos na região dos estudos. Em destaque as duas estações fluviométricas utilizadas.

Essa região é considerada uma área de transição de ambientes aquáticos e terrestres, onde a inundação é o principal mecanismo de trânsito de organismos entre estes ambientes.

O reconhecimento da importância da área veio com a inclusão da mesma como Área Prioritária para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos e a recente criação do Parque Estadual das Várzeas do Ivinheima, com grande importância ecológica na conservação da ictiofauna, aves, répteis e mamíferos.

Metodologia

O estudo procura avaliar o regime hidrológico dos rios Paraná e Ivinheima e as interações com os processos de inundação na região da foz do rio Ivinheima. Os dados



utilizados foram as vazões diárias das estações fluviométricas de Porto São José (rio Paraná) e Ivinheima (rio Ivinheima), considerando suas séries históricas.

Tal avaliação abrange uma análise qualitativa do fluxo nestes rios, e com o auxílio de índices de alteração hidrológica (magnitude do fluxo e duração). Para tanto, foram utilizados os softwares *Estatística* e *Excel* como ferramentas de apoio.

Os índices utilizados neste trabalho foram a obtenção da média anual, para identificação do regime anual, o desvio padrão para uma primeira aproximação da variabilidade dos rios. Os dados diários foram utilizados também em eixo logarítmico para identificação visual de possíveis alterações e/ou pulsos hidrológicos.

Resultados e discussão

Existe certa variabilidade na periodicidade de ocorrência dos eventos de cheia e vazante, que geralmente são mais previsíveis em grandes rios de que em pequenos rios. Neste sentido, a intensidade das variações no fluxo respondem da mesma forma para os dois sistemas em estudo.

Na estação fluviométrica de Porto São José – PR (ANEEL/Brasil), assim como de Guaira -PR (ANEEL/Brasil) , o período de cheia coincide com a estação do verão no hemisfério sul, onde a cheia pode se dar normalmente entre dezembro e março e a vazante entre abril e novembro. O registro recorde foi de 33.740m³/s, em 18/02/1983, atualmente a vazão média nessa estação é de 9.729m³/s (período 1983/2001). A cheia de inundação total da planície se dá a partir de 21.000 m³/s de vazão e apresenta recorrência de 5,6 anos.

Na estação de Ivinheima, no rio Ivinheima, os dados referentes ao período 1972 - 2003 apontam para um débito médio de 359 m³/s. O valor médio anual máximo foi de 671 m³/s para o ano de 1983 e o mínimo de 269 m³/s para 1978 (figura 3).

Quanto à variabilidade do fluxo, os valores de desvio padrão se mostraram parecidos relativamente. O coeficiente de variação para o rio Ivinheima foi de 23,4 % e



para o rio Paraná foi de 25,6 %. Contudo, tais valores foram influenciados pela cheia extrema de 1982/1983. Além disso, pode-se observar pelos gráficos da figura 3 que os valores médios anuais no rio Paraná ficam dentro do intervalo da média + e - o desvio padrão. Já no rio Ivinheima, a variabilidade dentro deste controle parece ser maior. Tal fato pode ser relacionado ao controle de débitos no rio Paraná em relação ao rio Ivinheima.

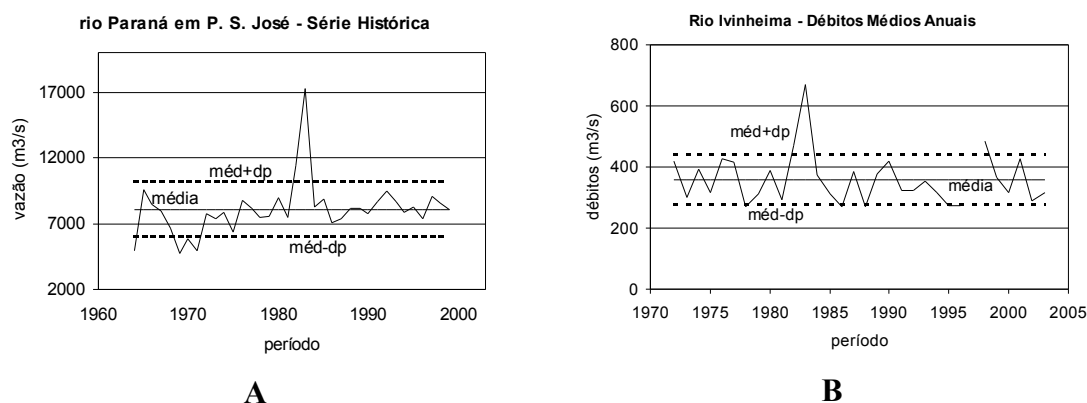


Figura 3. Regime hidrológico anual em série histórica para os rios Paraná (esquerda) e Ivinheima (direita). A) débitos médios anuais no rio Paraná; B) débitos médios anuais no rio Ivinheima.

Desse modo, no rio Paraná já foram observadas alterações no fluxo desde o início da década de 70; a partir de 1972 houve aumento dos níveis médios e diminuição da variabilidade interanual, denunciados por Rocha et al. (1998; 2001). Neste período entraram em funcionamento a maior parte das atuais barragens. Já no rio Ivinheima, os dados não mostram alterações representativas como no rio Paraná (figura 4).

Assim, o ano de 1982/1983 foi caracterizado por grandes débitos culminando com a cheia de 1983, influenciada pelo El Niño.

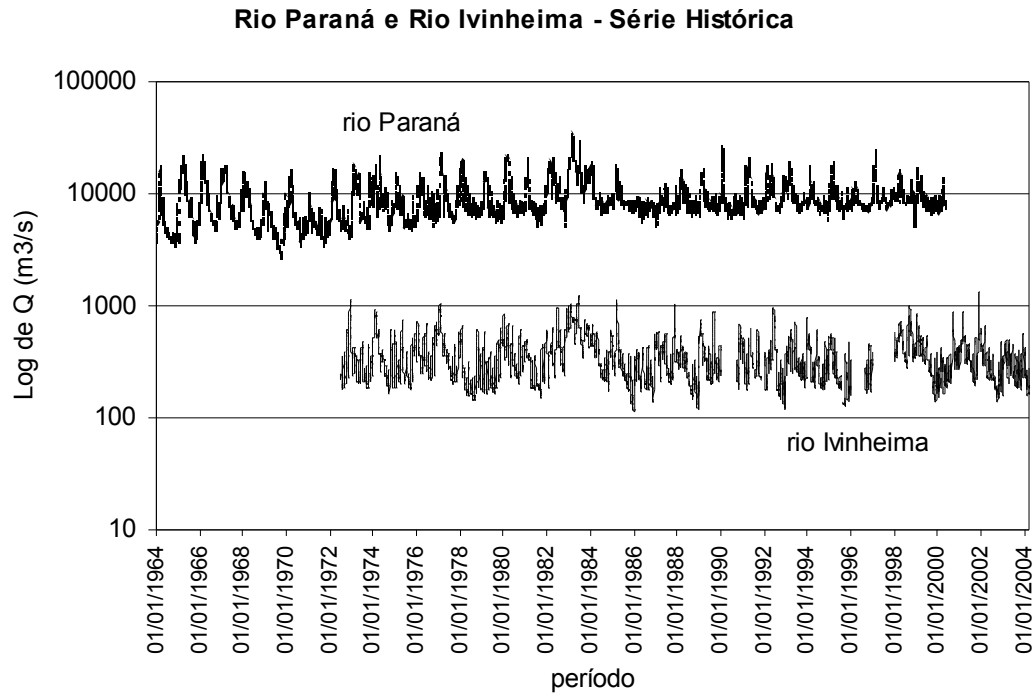


Figura 4: Variação histórica em escala logarítmica dos débitos diários do rio Paraná e Ivinheima.

O período de cheia do rio Ivinheima coincide com a estação de verão, assim como no rio Paraná em Porto São José (dezembro-março). Entretanto o rio Ivinheima pode apresentar um regime hidrológico bimodal, com um segundo evento de cheia, que geralmente ocorre entre o inverno e a primavera, que pode ter a mesma magnitude do período principal no verão (figura 5).

O rio Paraná é o grande controlador da hidrodinâmica de todo o sistema de inundação, principalmente quanto ao nível de água na sua planície. Quando em eventos de cheias intensas, pode-se observar um comportamento diferenciado dos demais canais, devido à influência do rio Paraná nos mesmos. Entretanto durante a fase de vazante o rio Ivinheima tem o seu regime levemente diferenciado do rio Paraná (figura 5).

Erro! Vínculo não válido.

Figura 5: Níveis Fluviométricos e Pluviosidade durante as amostragens. Em destaque a condição de fluxo na data da amostragem (quadrados: branco (NA no r. Paraná); cinza (Na no r. Ivinheima). Fonte: Rocha (2002).



Variadas condições de inundação podem se apresentar durante um ciclo hidrodinâmico (vazante-cheia-vazante). Considerando o pulso de cheia dos rios Paraná e Ivinheima, os reflexos de suas intensidades são apresentados pela área inundada na planície fluvial. A região de contato entre o canal Corutuba e o rio Ivinheima é uma região crítica, do ponto de vista de ocorrência de inundações, pois tanto sofre os efeitos do rio Ivinheima, quanto do rio Paraná (Comunello,2001).

Nesta região as inundações são provenientes do rio Paraná, quanto do rio Ivinheima, podendo estas inundações ser ainda provocadas por elevações dos níveis d'água dos dois rios (figura 6).

No rio Ivinheima, o regime de cheias é controlado pelas chuvas em suas cabeceiras, as quais desencadeiam inundações coincidindo ou não com o Rio Paraná, cujos detalhes ainda serão avaliados.

É provável que exista pouca preditibilidade temporal da ocorrência de fluxo livre atualmente, considerando as alterações do regime fluviométrico do rio Paraná pelos barramentos a montante. Contudo, os eventos de cheia dos rios Paraná (verão) e Ivinheima (bimodal: primavera e verão), e as ocorrências de frentes polares (inverno) são mais previsíveis durante o ciclo hidrodinâmico nesta região.





A

B

Figura 6: Recortes de imagens Landsat da área de estudo, região de Porto Rico-PR. A: Período de vazante; B: Evento de cheia com transbordamento.

Considerações Finais

Os resultados prévios foram de importância no entendimento do regime natural dos rios e, no caso de alterações, no entendimento e quantificação das mesmas. Além disso, os dados obtidos poderão mostrar como o sistema de inundação funciona, cada rio particularmente e em conjunto (os dois rios inundando a mesma área). Tais fatos são ferramentas importantes no entendimento funcional do ecossistema em estudo.

Com o auxílio da interpretação de áreas inundadas obtidas de imagens de satélite, poderão ser feitas as associações com os níveis fluviométricos correlatos.

Por outro lado, no rio Paraná, o problema do controle de fluxo pelos barramentos continua a ser um problema a ser estudado. Com relação a tal fato, cabe aqui algumas considerações. As hidrelétricas são de suma importância para o desenvolvimento sócio-econômico e tecnológico de uma nação, devido o fornecimento de uma energia limpa, eficiente, segura e renovável.

Todavia, a construção de barragens que é uma apropriação dos recursos hídricos, muitas vezes é feita sem os estudos necessários de impactos ambientais e de controle após o represamento, tanto para montante como para jusante dos barramentos. As barragens interferem nos padrões hidrológicos do rio, e possivelmente nos processos geomorfológicos e ambientais.

O que acontece cada vez mais em vários rios é o regulamento do fluxo por barramentos, tanto para promover água para o abastecimento doméstico, industrial ou de irrigação, como também para o controle de enchentes e estiagens, e ainda da energia hidroelétrica. Em geral o controle do fluxo se reflete na diminuição da variabilidade do fluxo para jusante, elevando-se as vazões mínimas e diminuindo as vazões máximas. É nos trechos médios e baixos dos rios que se pode notar essas mudanças na hidrologia dos rios, onde estão as planícies de inundação.



Como o potencial para aproveitamentos hidrológicos na bacia não estão totalmente aproveitados, podem esperar que hajam incrementos ou outras alterações hidrológicas que poderão ser evidenciadas nesta seção hidrológica, como resultado do aumento de água no rio e do controle de débitos efetuados pelos reservatórios a montante nas últimas décadas.

Agradecimentos:

Ao programa PIBIC/CNPq; à ITAIPU BINACIONAL; à ANA/BR; à FUNTRAB-MS.

4.4 – BIBLIOGRAFIA

COMUNELLO, E. *Dinâmica de inundação de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do alto rio Paraná*. Dissertação de mestrado-UEM/PEA. Maringá-PR 2001.

COMUNELLO, E. SOUZA FILHO, E. E., ROCHA, P. C., NANINI, M. R. *Dinâmica de inundação de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do Alto Rio Paraná: estudo preliminar*. In: Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brazil, 05-10 abril 2003, INPE, p. 2459-2466.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo:Edgard Blücher,1981.v.1.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

PETRY, A.C. *Conectividade e processos ecológicos em sistemas de rio-planície de inundação*. Exame geral de qualificação – UEM/PEA. Maringá-PR, 2001.

PINTO, Nelson L.de Sousa.; HOLTZ, Antonio C.Tatit.; MARTINS, José Augusto.; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. *Hidrologia básica*. São Paulo:Edgard Blünder,1976.



ROCHA, P. C. *Dinâmica dos canais no sistema rio-planície fluvial do Alto Rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico –PR*. Tese de Doutorado – UEM/PEA. Maringá –PR, 2002.

SANTOS, M.L. Sistema fluvial atual do Rio Paraná. In: *Estratigrafia e evolução do sistema siliclástico do Rio Paraná no seu curso superior*. Tese de Doutorado. UFRS, 1997.

SCHWARZBOLD, A. *O que é um rio?*. In: *Ciência & Ambiente*, n°21, p. 57-68. Julho/dezembro-2000.

TUCCI, Carlos E.M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS: ABRH, 2000.