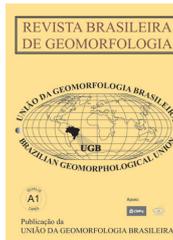




www.ugb.org.br  
ISSN 2236-5664

## Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 13, nº 4 (2012)



# CÁLCULO DA ÁREA DO ESPELHO D'ÁGUA, NO CURSO INFERIOR DO RIO TIBAGI, ATRAVÉS DE OPERAÇÕES ARITMÉTICAS DE BANDAS: SUBSÍDIO AO ENTENDIMENTO DAS CAUSAS RESPONSÁVEIS PELA OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÃO NA CIDADE DE JATAIZINHO – PR

## WATER SURFACE AREA CALCULATION IN THE LOWER COURSE OF THE TIBAGI RIVER, THROUGH ARITHMETIC OPERATIONS OF BANDS: SUBSIDY FOR THE UNDERSTANDING OF FLOODING CAUSES OCCURRING IN THE CITY OF JATAIZINHO, PARANÁ STATE, BRAZIL

**Rodrigo Vitor Barbosa Sousa**

Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente. Rua Roberto Simonsen, 305 – CEP: 19060-900 – Presidente Prudente – SP – e-mail: rorvbs@gmail.com

**Mirian Vizintim Fernandes Barros**

Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid. PR 445 Km 380 – Campus Universitário – CEP: 86051-980 – Londrina – PR – e-mail: vizintim@uel.br

**Oswaldo Coelho Pereira Neto**

Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid. PR 445 Km 380 – Campus Universitário – CEP: 86051-980 – Londrina – PR – e-mail: coelho@uel.br

### Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:  
05/06/2012

Data de Aprovação:  
04/06/2013

### Palavras-chave:

Hidrologia; rio Tibagi;  
sensoriamento remoto;  
geoprocessamento.

### Keywords:

Hydrology; tibagi river;  
remote sensing; GIS.

### Resumo

O objetivo desse trabalho foi calcular a área do espelho d'água, no curso inferior do rio Tibagi – PR, em períodos distintos: anos atípicos positivos, cujos débitos se encontravam acima da média, e anos próximos à normalidade. A área do espelho d'água, calculada através de operações aritméticas de bandas, especificamente através da técnica denominada subtração do pixel escuro, indicou uma área de 123,1Km<sup>2</sup> em 20/02/2005 e 102Km<sup>2</sup> em 09/10/2007. A diferença de área, igual a 21,1Km<sup>2</sup>, foi considerada pequena devido à vazão do rio Paranapanema, em seu médio curso, divisa entre os Estados de Paraná e São Paulo, ser regularizada pela hidrelétrica de Capivara. Ressalta-se que, a construção da hidrelétrica de Capivara alterou a vazão, na foz do rio Tibagi, transformando-a em área de remanso. A análise das imagens orbitais não indicou ocorrência de remanso, nas adjacências da cidade de Jataizinho – PR.

## Abstract

The aim of this paper was to calculate the area of the water surface, in the lower course of the Tibagi river, Paraná state, Brazil, in different periods, encompassing atypical years with bigger-than-the-average discharges, and years with a nearly normal, average discharge. The area of the water surface was 47.5mi<sup>2</sup> (123.1Km<sup>2</sup>) in 20/02/2005 and 39.4 mi<sup>2</sup> (102Km<sup>2</sup>) in 09/10/2007. It was calculated through arithmetic operations of bands, specifically through the technique called dark-pixel subtraction. The area variation was 8.1m<sup>2</sup> (21,1Km<sup>2</sup>), considered a small one due to the fact that the Paranapanema river's discharge in its medium course, which is a borderline between Paraná and São Paulo states, Brazil, is regularized by the Capivara hydroelectric. It is important to point out that the building of Capivara hydroelectric changed the discharge at Tibagi river's mouth, transforming this local in a backwater area. The analysis of the orbital images did not show the occurrence of backwater in Jataizinho town.

## Introdução

A operação da hidrelétrica Escola Engenharia Mackenzie – Capivara, no médio Paranapanema, especificamente na bacia hidrográfica do Paranapanema III, divisa entre os Estados de São Paulo e Paraná, a qual viabilizou o surgimento da represa de Capivara; provocou algumas modificações na área do espelho d'água tanto no rio Paranapanema, como na foz do rio Tibagi. Assim, a foz do rio Tibagi foi transformada em área de remanso.

Inserida na área de estudo da presente pesquisa, a cidade de Jataizinho - PR, conforme França (2002), é uma das mais afetadas pelas inundações do rio Tibagi. Nesse sentido, procurou-se desenvolver um estudo, a fim de subsidiar o entendimento dos processos geomorfológicos e hidrológicos que colaboram para a ocorrência desses fenômenos.

O objetivo desse trabalho foi calcular a área do espelho d'água do rio Tibagi, compreendida entre o município de Jataizinho e a foz do referido rio, por meio de técnicas de geoprocessamento, especificamente, operações aritméticas de bandas, em imagens multitemporais pertencentes aos períodos de cheia e de vazante, em anos atípicos positivos – débitos acima da média – e em anos próximos à normalidade. A partir disso, procurou-se estabelecer a conexão existente entre o remanso da foz do rio Tibagi e as inundações ocorridas na cidade de Jataizinho.

Segundo ANA (2001), pode-se definir remanso como a elevação do perfil longitudinal da superfície da água de um rio, acima do seu nível normal, devido à presença de uma obstrução artificial ou natural. Também pode ser definido, como a água represada ou retardada no seu curso em comparação ao escoamento normal ou natural.

## Localização e Caracterização Hidrográfica e Geomorfológica da Área de Estudo

A área de estudo está localizada, no curso inferior do rio Tibagi, especificamente, no trecho compreendido entre a cidade de Jataizinho e a foz do referido rio.

Abrangendo o primeiro, o segundo e o terceiro planalto paranaense, o rio Tibagi é considerado o principal tributário da margem esquerda do rio Paranapanema, com aproximadamente 550 quilômetros de percurso, inserido em uma bacia hidrográfica com 24.712Km<sup>2</sup> de área de drenagem, ambos constituintes da bacia hidrográfica do rio Paraná. No total, possui 65 tributários principais (MAACK, 1981; FRANÇA, 2002).

A direção preferencial de fluxo do rio Tibagi, dá-se no sentido SE-NW; enquanto o padrão de drenagem evidenciado, conforme a classificação de Christofolletti (1980), é do tipo paralelo, decorrente entre outros fatores, dos controles estruturais existentes na área.

As unidades morfoesculturais identificadas, na área de estudo, são o Planalto de Londrina, onde se situa o município de Jataizinho e o Planalto do Médio Paranapanema. A classe de declividade predominante, no Planalto de Londrina, é inferior a 12%, apresentando dissecação média. Quanto ao Planalto do Médio Paranapanema, localizado mais a jusante, denota dissecação fraca, com declividade predominante inferior a 6% (MINEROPAR, 2006).

A fim de visualizar a feição do relevo e identificar os valores de altitudes predominantes na área de estudo, construiu-se um Modelo Numérico do Terreno – MNT, utilizando-se como base as curvas de nível da *Shuttle Radar Topography Mission - SRTM* ou Missão Topográfica Radar *Shuttle*, na escala de 1:250.000, disponibilizadas por Miranda (2005).

Assim, desde o município de Jataizinho até a foz do rio Tibagi, tomando-se como referência os locais adjacentes ao referido rio, verificam-se altitudes entre 350m e 450m; enquanto os valores de declividade concentram-se entre 0% e 10%, estando de acordo com a literatura. A localização e o MNT da área de estudo podem ser observados nas figuras 1 e 2.

CÁLCULO DA ÁREA DO ESPELHO D'ÁGUA, NO CURSO INFERIOR DO RIO TIBAGI, ATRAVÉS DE OPERAÇÕES ARITMÉTICAS DE BANDAS:  
 SUBSÍDIO AO ENTENDIMENTO DAS CAUSAS RESPONSÁVEIS PELA OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÃO NA CIDADE DE JATAIZINHO – PR

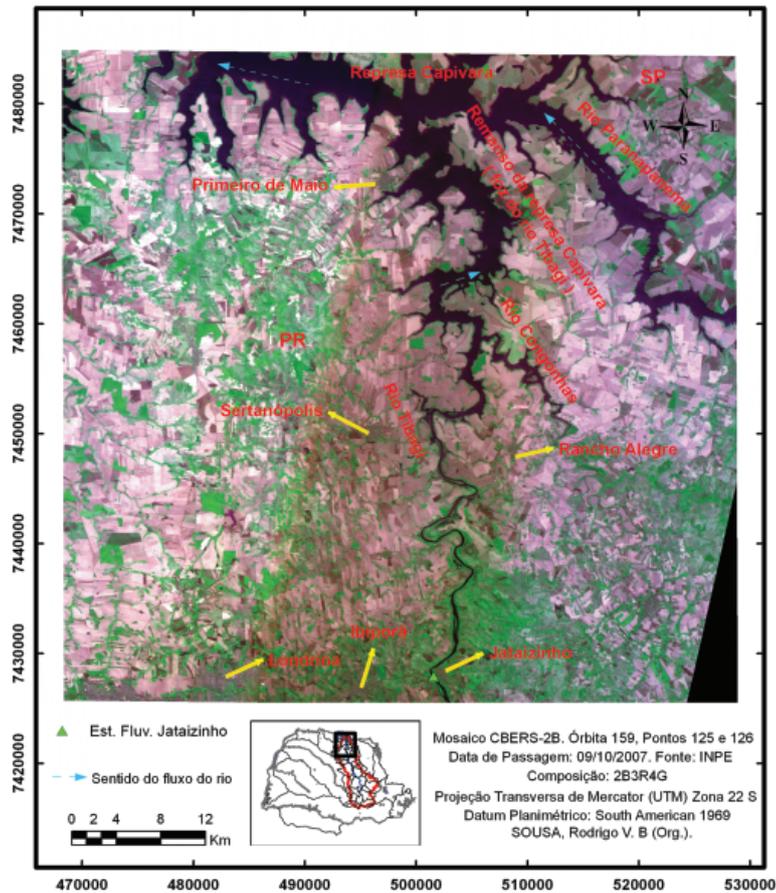


Figura 1 – Localização da área de estudo.

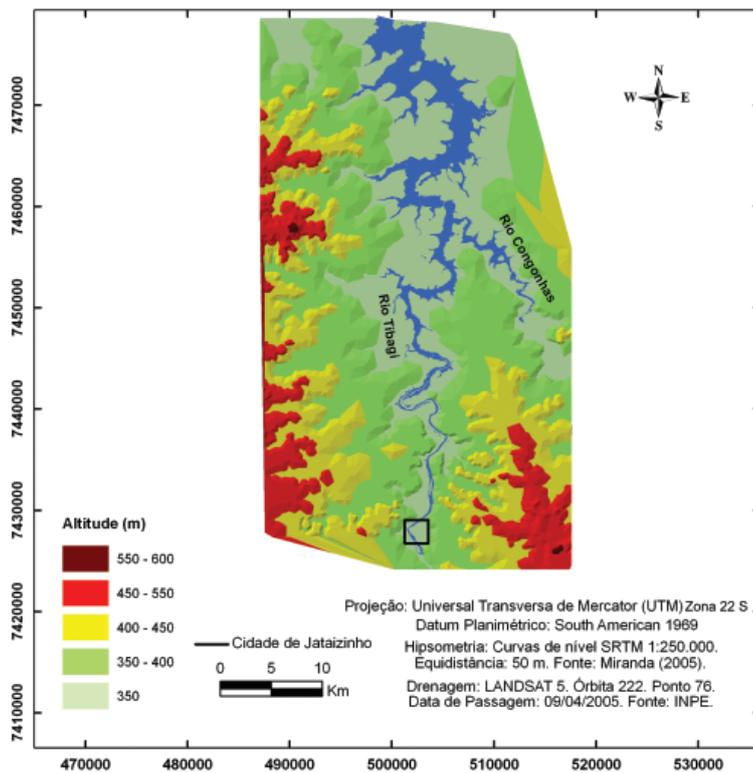


Figura 2 – Mapa hipsométrico da área de estudo.

## Materiais e métodos

As bases cartográficas foram adquiridas, via *download*, junto ao Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – ITCG (2009) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2010a).

Para a aplicação das técnicas de geoprocessamento, fez-se o uso dos seguintes *softwares*: SPRING 5.0.4 (INPE, 2009), utilizado para o pré-processamento das imagens orbitais, georreferenciamento e execução de operações aritméticas de bandas e, o *ArcView 9.3* (ESRI, 2008), utilizado para a geração de MNT e para as etapas de pós-processamento.

Os dados de vazão e cota fluviométrica foram adquiridos com o auxílio do *software* Hidro 1.0.8 – ANA (2002a), por meio do *Banco de Dados do Sistema de Informação Hidrológica – Hidroweb* – ANA (2005) e junto ao Instituto de Águas do Paraná.

No que diz respeito à escala temporal dos dados hidrológicos, utilizou-se um período de 78 anos – 1932 a 2009. Destaca-se que para os dados meteorológicos, a padronização da Organização Mundial de Meteorologia – OMM – é no mínimo 30 anos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; INMET, 2009).

Pelo fato da estação fluviométrica de Jataizinho – 64507000 – ser a estação localizada mais a jusante do rio Tibagi e a mais próxima da área de estudo, escolheu-se esta para as análises estatístico-descritivas dos dados hidrológicos e para a identificação do regime hidrológico. Sempre que os dados de vazão apresentaram falhas pontuais, estas foram preenchidas pelo método *soma de vazões*, apresentado em ANA (2002b), descrito através da equação 1. Ressalta-se que, as falhas foram preenchidas diretamente no *software* Hidro 1.0.8 – ANA (2002a).

$$Q_d = \sum_{i=1}^N \alpha_i Q_{id} \quad (1)$$

sendo:

$Q_d$  = vazão da estação calculada para o dia  $d$ ;

$Q_{id}$  = vazão da estação  $i$  para o dia  $d$ ;

$\alpha_i$  = coeficiente multiplicativo adimensional de ajuste das vazões ( $\alpha_i = R$ );

$N$  = Número de estações somadas.

Os anos atípicos positivos de vazão – acima da média – bem como os anos próximos à normalidade foram identificados, por meio do *índice de anomalia* (NERY et al, 1998). Este método pode ser descrito através da equação 2.

$$\frac{\bar{X}_a - \bar{X}}{\sigma} \quad (2)$$

sendo:

$\bar{X}_a$  = média anual;

$\bar{X}$  = média histórica;

$\sigma$  = desvio padrão.

A escolha das imagens orbitais baseou-se nos anos atípicos positivos e nos anos próximos à normalidade, previamente selecionados, bem como nos períodos de cheia e vazante, identificados no regime hidrológico.

Para o cálculo da área do espelho d'água, fez-se o uso de imagens dos sensores CCD – CBERS 2B e TM – LANDSAT 5, pelo fato destas serem disponibilizadas gratuitamente por INPE (2010a). As imagens utilizadas apresentaram, no máximo, 10 % de cobertura de nuvens em todos os quadrantes. Com relação à resolução espacial, os canais utilizados dos sensores TM e CCD apresentam, respectivamente, valores de 30m e 20m por *pixel*, ou 900m<sup>2</sup> e 400m<sup>2</sup>.

Para a discriminação do alvo de interesse, isto é, da água, utilizou-se o canal correspondente à faixa do espectro eletromagnético – EEM – do infravermelho próximo – IP, com resolução espectral compreendido entre 0,76  $\mu$ m e 0,90  $\mu$ m. Nesse sentido, tanto para as imagens do sensor CCD, como para as imagens do sensor TM, fez-se o uso do canal 4M, ou seja, em modo monocromático.

Baseando-se em Santos (1986); Pinto et al. (1985); Maio (1980) e Novo; Santos (1982) a escolha do canal que opera na região do infravermelho próximo – IP – se deve ao fato desse comprimento de onda do espectro eletromagnético ser absorvido pela água, o que permite melhor visualização de corpos hídricos, uma vez que a energia refletida para o sensor é baixa. Devido a isso, o corpo hídrico apresenta-se escuro, com valores de *pixel* igual ou próximo a zero. Ressalta-se que, quando há interferência atmosférica, os valores de *pixel* são alterados. Além de corpos hídricos, as áreas de várzea, devido à presença de solo úmido, ou áreas agrícolas em que o solo encontra-se úmido pelo processo de irrigação, podem ser identificadas com facilidade.

A área do espelho d'água, em anos atípicos positivos e em anos próximos à normalidade, foi determinada através de operações aritméticas de bandas, descrita pela equação (3). De forma específica, utilizou-se a técnica denominada subtração do *pixel* escuro, discutida por Chavez Jr (1988), a qual é utilizada para correção atmosférica em análise histórica de áreas que apresentam corpos escuros, por exemplo, áreas sombreadas.

$$C = \text{Ganho} * A + \text{offset} \quad (3)$$

sendo:

C = operação;

Ganho = valor de *pixel* multiplicado na banda;

A = banda utilizada na operação;

*offset* = valor de *pixel* adicionado da banda.

O primeiro passo para a adoção desse método foi transformar os valores de todos os *pixels* da água em zero. Para tal, realizaram-se leituras de *pixel* ao longo do alvo de interesse, cuja finalidade foi determinar o valor de corte para a aplicação da operação aritmética de banda. As leituras foram realizadas de forma sistemática, no centro do rio e em suas bordas, e o valor de cada *pixel* foi apresentado em uma matriz 5x5, técnica que viabilizou a identificação do valor de corte, isto é, o valor máximo de *pixel* que deveria ser subtraído da banda, para que os *pixels* da água passassem a ser zero.

Na prática, o valor de ganho foi 1, pois não houve interesse em aumentar os valores dos *pixels* das imagens. Quanto ao valor de corte, trata-se da variável *offset*, de tal modo que, inserido com valor negativo na equação, a regra de sinais permitiu a subtração da quantidade de *pixels* desejada. Com os valores dos *pixels* alterados, gerou-se uma nova banda denominada OP1.

Na sequência, com base nesta nova banda, identificou-se a quantidade de *pixels* com valor zero, no histograma de contraste da imagem, e multiplicou-se o montante pela área do *pixel* da imagem. Nesse caso, foram multiplicados por 900m<sup>2</sup> para as imagens do sensor TM – LANDSAT 5 e por 400m<sup>2</sup> para as imagens do sensor CCD – CBERS 2B. Por fim, os valores de área foram convertidos para Km<sup>2</sup>.

## Resultados e discussão

Para a avaliação do regime hidrológico do rio Tibagi, foi construído um fluviograma com as médias históricas – máximas, médias e mínimas – de vazão e cota fluviométrica, referente à estação fluviométrica de Jataizinho – 64507000.

Analisando o regime hidrológico observa-se que a primavera e o verão apresentam os maiores débitos. Em oposição, o outono e o inverno apresentam débitos menores, sendo o inverno a estação que possui as menores vazões.

Entretanto, os picos de vazão não se limitam ao verão, nitidamente oposto ao regime tropical típico, comumente encontrado nos rios brasileiros, preponderante na maior parte da bacia hidrográfica do Paraná, conforme Radesca (1964). Difere-se também dos regimes subtropicais, uma vez que apresenta três picos de vazão durante o ano, tomando-

se como referência os débitos médios: outubro, janeiro ou fevereiro, e julho.

Constata-se, dessa forma, que as chuvas de outono e inverno, mais significativas, na porção sul da bacia hidrográfica do Tibagi, devido a um clima mais úmido, influenciam diretamente o regime hidrológico do rio Tibagi, inclusive em seu baixo curso, mais seco. Informações mais detalhadas, a respeito da relação existente entre o regime hidrológico e o regime pluviométrico, na bacia hidrográfica do Tibagi, podem ser averiguadas em Sousa (2012).

Baseando-se em Pardê (1956 *apud* Radesca, 1964) e Latrubesse *et al.* (2005), o regime hidrológico do rio Tibagi enquadra-se nos regimes complexos e variáveis dos grandes rios (Figura 3).

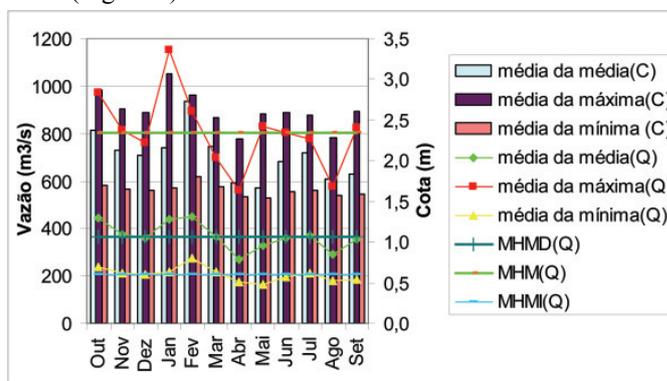


Figura 3 – Fluviograma com valores de vazão e cota fluviométrica do rio Tibagi. Estação fluviométrica de Jataizinho – 64507000. Período 1932 a 2009. Cota zero da régua: 336m. C = cota fluviométrica; Q = vazão; MHMD (Q) = média histórica da vazão média; MHM (Q) = média histórica da vazão máxima; MHMI(Q) = média histórica da vazão mínima. Fonte: Instituto de Águas do Paraná; ANA (2005).

As vazões médias na estação fluviométrica de Jataizinho alcançam valores de 447m<sup>3</sup>/s no mês de outubro, 450m<sup>3</sup>/s no mês de fevereiro e 369m<sup>3</sup>/s no mês de julho. A média histórica anual é de 367m<sup>3</sup>/s.

Quanto ao período de vazante, observa-se a ocorrência de dois episódios significativos: um no outono, no mês de abril – sendo este o mês em que os débitos são menores – e um no final do inverno, em agosto. No mês de abril, a vazão média registra 271m<sup>3</sup>/s, quase metade dos débitos em outubro. Em agosto, os débitos aumentam um pouco, chegando a 291m<sup>3</sup>/s.

No que diz respeito às vazões máximas, verifica-se que, embora a estação fluviométrica de Jataizinho apresente os débitos médios mais elevados, em fevereiro e outubro, é no mês de janeiro que se registram os picos máximos de vazão e cota fluviométrica. Em termos numéricos, a média das máximas, em janeiro, atinge débitos de 1151m<sup>3</sup>/s e cota fluviométrica de 3,1m. Ressalta-se que, as datas das imagens orbitais, referentes ao período de cheia, foram selecionadas com base nas médias máximas de vazão e cota fluviométrica.

Embora o mês de abril apresente os menores valores médios de cota fluviométrica e vazão, verifica-se um pequeno decréscimo nas médias das mínimas, em maio, computando valores de 1,54m e 166m<sup>3</sup>/s. De um modo geral, a média das mínimas de cota fluviométrica e vazão, apresenta certa regularidade durante o ano, sendo fevereiro o mês com as mínimas mais elevadas devido ao grande volume de chuva, em janeiro e ao longo de fevereiro.

Dos anos atípicos de vazão identificados, ou seja, com um índice de atipicidade acima de 1, em relação ao desvio padrão, obtiveram-se imagens apenas do ano de 1998. Todavia, o mês mais representativo no referido ano foi junho, período de vazante. Ciente da baixa representatividade da imagem para o cálculo da área do espelho d'água do rio, a única alternativa foi utilizar imagens de um ano próximo à normalidade, em períodos de cheia e de vazante. Nesse sentido, utilizou-se o ano de 2005. As imagens obtidas foram referentes ao mês de fevereiro, período de cheia e terceiro mês em que as médias máximas de cota fluviométrica e vazão são mais elevadas, e ao mês de abril, período de vazante, que apresenta os valores médios de cota fluviométrica e vazão mais baixos. Utilizou-se também o ano normal de 2007, de tal modo que a imagem obtida foi do mês de outubro, segundo mês em que as médias máximas de cota fluviométrica e vazão são mais elevadas, inferior apenas ao mês de janeiro.

Deve-se destacar que, alguns motivos contribuíram para que imagens mais representativas não fossem utilizadas no presente trabalho: a) ausência de imagens em datas selecionadas; b) excesso de nuvens – fato que impossibilita o imageamento realizado pelo satélite e c) ausência de imagens devido a defeitos em alguns satélites, por exemplo, do sensor MSS, a bordo do LANDSAT 3, fato que comprometeu as imagens do ano de 1983, considerado o principal ano atípico acima da média. Informações mais detalhadas acerca deste defeito podem ser obtidas em INPE (2010b).

Devido às imagens da série LANDSAT serem disponibilizadas, a partir de 1975, por INPE (2010a), e pelo fato da represa de Capivara ter sido formada após a operação da hidrelétrica Escola Engenharia Mackenzie – Capivara, no ano de 1975, priorizou-se a escolha de anos atípicos positivos, a partir desta data. Pelo fato de a construção da hidrelétrica ter alterado completamente a paisagem e o padrão da drenagem, na foz do Tibagi, imagens anteriores a 1975 seriam incompatíveis, no presente momento, para a avaliação da área de transbordamento do rio.

As imagens do espelho d'água, obtidas por meio de operações aritméticas de bandas, podem ser visualizadas nas figuras 4 e 5.

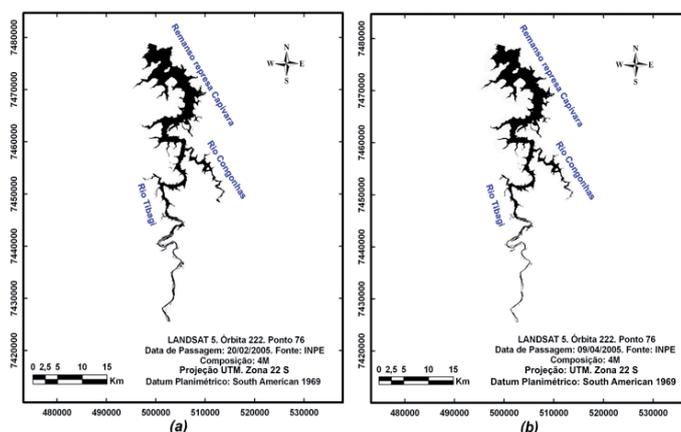


Figura 4 – (a) Período de cheia em ano próximo à normalidade: 20/02/2005; (b) Período de vazante em ano próximo à normalidade: 09/04/2005.

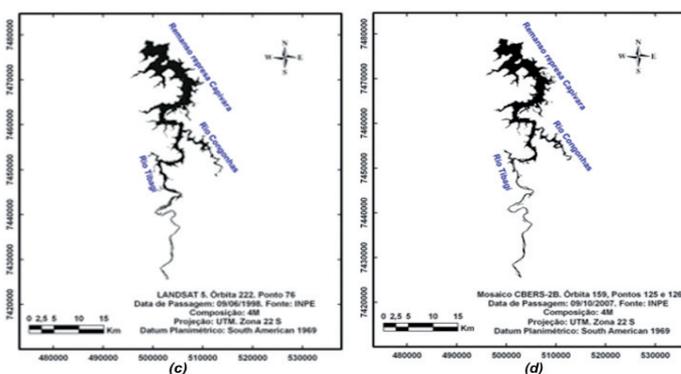


Figura 5 – (c) Período de vazante em ano atípico positivo: 09/06/1998; (d) Período de cheia em ano próximo à normalidade: 09/10/2007.

As séries de vazão normalizadas para a identificação dos anos atípicos positivos e próximos à normalidade, bem como os valores de área do espelho d'água, de vazão e de cota fluviométrica referentes às imagens, podem ser verificados na figura 6 e na tabela 1.

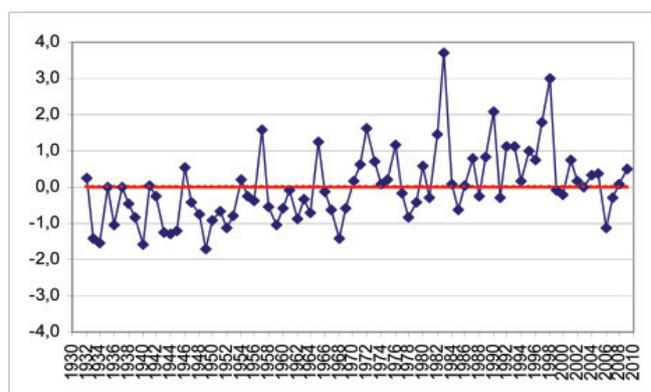


Figura 6 - Séries normalizadas de vazão. Estação fluviométrica de Jataizinho – 64507000. Período: 1932 a 2009. Média histórica: 367m<sup>3</sup>/s. Desvio padrão: 160,57m<sup>3</sup>/s. Fonte dos dados de vazão: Instituto de Águas do Paraná; ANA (2005).

**Tabela 1 – Valores de cota fluviométrica, de vazão e de área do espelho d'água.**

Data	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Área (Km <sup>2</sup> )
09/6/1998	2,05	352	115
09/4/2005	1,87	266	114,3
20/2/2005	1,92	289	123,1
9/10/2007	1,45	103	102

*H = cota fluviométrica; Q = vazão. Cota zero da régua: 336m. Fonte dos dados hidrológicos: ANA (2005) e Instituto de Águas do Paraná.*

Analisando-se o conjunto dos resultados, alguns pontos devem ser destacados:

Verifica-se que a data de 20/02/2005, apesar de ter apresentado a maior área – 123,1Km<sup>2</sup> – não registrou a maior cota fluviométrica e vazão; enquanto a data de 09/06/1998, apesar de ter registrado os maiores valores de cota fluviométrica e vazão, não apresentou a maior área. Essa controvérsia é explicada pelo fato da vazão, na foz do rio Tibagi, ser uma vazão regularizada pela hidrelétrica de Capivara, situada no médio Paranapanema. Salienta-se que, a estação fluviométrica de Jataizinho – 64507000, situa-se nas adjacências da área urbana de Jataizinho, isto é, a montante da área represada do rio Tibagi.

Foi constatado no fluviograma médio de vazão, que a retomada do período de cheia, tem início no mês de outubro. Entretanto, os valores de cota fluviométrica, vazão e área do espelho d'água, em 09/10/2007, foram os menores dentre todas as datas. Isso porque, outubro é o mês em que se inicia o processo de acumulação de água no reservatório.

A análise das imagens orbitais não evidenciou aumento significativo da área do rio, nas imediações da cidade de Jataizinho, que indicasse nesse local, a ocorrência de remanso propriamente dito.

Tudo indica que o trasbordamento do rio Tibagi, nas proximidades de Jataizinho, é fruto da dinâmica natural do rio, possuindo intrínseca relação com o regime pluviométrico, bem como com os fatores geomorfológicos.

Constatou-se que o limite máximo do remanso, no rio Tibagi, atinge aproximadamente a latitude 7440000. Esta latitude abrange os municípios de Rancho Alegre, Sertanópolis e parte dos territórios de Jataizinho e Ibiporã. Porém, entre as latitudes 7450000 e 7440000, o represamento não é constante durante todo o ano.

A diferença de área do espelho d'água entre as datas que apresentaram a maior e menor área, a saber, 20/02/2005 e 09/10/2007, é de 21,1Km<sup>2</sup> ou 2110 ha. Levando-se em consideração que essa diferença deve ser distribuída por toda

a drenagem mapeada, e acrescentando-se o fato da vazão, na foz do rio Tibagi, ser regularizada, pode-se afirmar que a diferença é pequena, uma vez que representa 17 % da maior área calculada.

### Considerações finais

A metodologia utilizada para a determinação da área do espelho d'água pode ser considerada válida e eficiente, pois utilizando-se o canal do infravermelho próximo, a chance de outro alvo ser mapeado a não ser a água é praticamente nula, desde que, através da leitura de *pixel* das imagens, seja empregado um nível de corte adequado.

Embora a análise das imagens orbitais tenha evidenciado que não há ocorrência de remanso, nas adjacências da cidade de Jataizinho, seria prematuro, a partir dessa pesquisa, descartar a influência do efeito do remanso nas inundações ocorridas na referida cidade. Estudos futuros deverão ser desenvolvidos nessa perspectiva de análise.

Destaca-se, ainda, que, apesar do remanso não alcançar o sítio urbano de Jataizinho, o mesmo alcança o norte dos municípios deste e de Ibiporã. Os relatórios técnicos da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL corroboram esta informação, uma vez que os municípios adjacentes ao rio Tibagi: Primeiro de Maio, Sertaneja, Sertanópolis, Rancho Alegre, Ibiporã e Jataizinho, são contemplados por Compensações Financeiras pela Utilização dos Recursos Hídricos – CFURH (ANEEL, 2007, 2011).

Não havendo ocorrência de remanso, propriamente dito, nas adjacências da cidade de Jataizinho, novos estudos deverão ser realizados, a fim de se compreender os principais motivos que ocasionam inundações nesta. A princípio, recomenda-se que seja executado um mapeamento geomorfológico das áreas susceptíveis à inundação, no máximo, em uma escala de 1:25.000.

### Agradecimentos

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa, durante um período de um ano, para o desenvolvimento de Mestrado.*

### Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Glossário de termos hidrológicos*. Brasília - DF: ANA - Superintendência de Informações Hidrológicas (SIH), 2001. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 01 nov. 2009.

\_\_\_\_\_. *Hidro – Sistema de Informações Hidrológicas*. Versão 1.0.8. Brasília: ANA, 2002a. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 01 set. 2009.

\_\_\_\_\_. *Sistema de Informações Hidrológicas Versão 1.0. Manual do Usuário*. Brasília – DF: ANA - Superintendência de Informações Hidrológicas – SIH, 2002b, p.34-42. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 01 nov. 2009.

\_\_\_\_\_. *HidroWeb. Sistema de Informações Hidrológicas*. 2005. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 01 out. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *A compensação financeira e o seu município*. 2007. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha\\_compensacao\\_financeira\\_2.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_compensacao_financeira_2.pdf)>. Acesso em: 30/11/2011.

\_\_\_\_\_. *Compensação financeira*. 2011. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=42&idPerfil=2&idiomaAtual=0>>. Acesso em: 30/11/2011.

CHAVEZ JR, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, v. 24, p. 459-479, 1988.

CHRISTOFOLLETTI, Antonio. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, p.1-105.

ESRI ® *ArcView 9.3*. 2008. START\_LICENSE FEATURE ViewerFX ARCGIS 9.3 01-jan-00uncounted 9C8090916A4D4D09EFE1\ VENDOR\_STRING = KEY422467662HOSTID = AV\_KEY=43446591\ vendor\_info="J11PAA51HNEXP7N0H236" ck=217 TS\_OK.

FRANÇA, Valmir de. O rio Tibagi no contexto hidrogeográfico paranaense. In: MEDRI, Moacyr E., et al. (Ed). *A Bacia do Rio Tibagi*. Londrina: EDUEL, 2002, p.45-61.

INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS – ITCG. *Produtos cartográficos*. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em: 01 out. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. *Climatologia*. Disponível em: <[www.inmet.gov.br/html/clima.php](http://www.inmet.gov.br/html/clima.php)>. Acesso em: 01 out. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. *SPRING*. Versão 5.0.4. São José dos Campos: INPE, DPI, 2009. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br>>. Acesso em: 01 set. 2009.

\_\_\_\_\_. *Catálogo de Imagens*. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 17 nov. 2010a.

\_\_\_\_\_. *Problema com o LANDSAT 3 (Line-Start Anomaly)*. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 17 nov. 2010b.

LATRUBESSE, E. M; STEVAUX, J. C; SINHA, R. Tropical rivers. *Geomorphology*, v.70, p.187-206, 2005.

MAACK, Reinhard. *Geografia Física do Estado do Paraná*. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981. p.329-420.

MAIO, Celeste R. Interpretação de Imagens de Landsat na Bacia do Rio Araguaia. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.42, n.1, p.156-159, jan./mar, 1980.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês M. *Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, p.14-192.

MINERAIS DO PARANÁ S.A – MINEROPAR. *Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná. Escala Base 1:250.000. Modelos Reduzidos 1:500.000*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006, p.20-31.

MIRANDA, E. E. de. (Coord.). *Brasil em relevo*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa>>. Acesso em: 10 fev. 2011.

NERY, Jonas T; THOMAZ, Sergio L; FRANÇA, Valmir de. Caracterización de la precipitación del estado de San Pablo. *Atmosfera*, México, v.11, n.3, jul, p.125-141, 1998.

NOVO, Evelyn M. L. M; SANTOS, A. P. Monitoramento de enchentes através de sensoriamento remoto orbital: exemplo do Vale do Rio Doce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., 1982, Brasília. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1982. p.381-394. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/09.30.13.02>>. Acesso em: 20 set. 2010.

PINTO, Sérgio A. F; NOVO, Evelyn M. L. de M; NIERO, Madalena; ROSA, Roberto. Utilização de dados multitemporais do Landsat para a identificação de setores da planície fluvial sujeitos à inundação. *Boletim de Geografia Teorética*, Rio Claro, v.15, n. 29/30, p.182-195, 1985.

RADESCA, Maria de L. P. de S. A hidrografia. In: AZEVEDO, Aroldo de (Org.). *Brasil a terra e o homem: As bases físicas*. v.1. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964, p.537-569.

SANTOS, Maria J. Z dos. Aplicações hidrológicas do sensoriamento remoto. *Geografia*, Rio Claro, v.11, n.21, p.169-171, abr,1986.

SOUSA, Rodrigo V. B. *Estudo sobre as inundações no curso inferior do rio Tibagi – PR*. 2012. 191 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.