

PEQUENAS BARRAGENS NA BACIA DO RIO PRETO: MAPEAMENTO E ESTIMATIVA DO AUMENTO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA

L.N. RODRIGUES¹; E.E. SANO²; J. MARIOTI³; R.N. SILVA⁴

RESUMO: Nos últimos anos, centenas de pequenas barragens foram construídas na Bacia Hidrográfica do Rio Preto (BHRP). Essas barragens foram construídas de forma independente, sem considerar que elas fazem parte de um sistema hidrológico maior e mais complexo. O impacto dessas infra-estruturas na hidrologia da BHRP ainda não é conhecido. O presente trabalho objetivou mapear e estimar, no tempo, a variação da capacidade de armazenamento de água de pequenas barragens na BHRP. Para isto, foi utilizado um conjunto com 15 cenas do satélite Landsat TM referentes aos anos de 1985, 1990, 1995, 2000 e 2005 e uma equação que possibilita calcular a capacidade de armazenamento em função da área do espelho d'água da barragem. No período de 1985 a 2005, foi verificado um aumento de 79% no número de barragens e de 58% na capacidade de armazenamento de água.

PALAVRAS-CHAVE: pequenos reservatórios, hidrologia, recursos hídricos, Landsat.

SMALL RESERVOIRS IN THE PRETO RIVER BASIN: MAPPING AND ESTIMATING THE INCREASE IN THE STORAGE CAPACITIES

SUMMARY: In the last years, hundreds of small reservoirs (SR) were built in the Preto River Basin (PRB). These dams were built independently, without considering that they are part of a larger and more complex hydrologic system. The impact of the SR in the RP hydrology has not been studied yet. The objectives of this paper were to map and estimate the RP SR storage capacity variation over time. To accomplish this, a set of 15 Landsat TM scenes from the years of 1985, 1990, 1995, 2000 and 2005 and an equation to calculate storage capacity in function of the remotely sensed surface area were used. During the period

¹Pesquisador, Bolsista do CNPq, Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF. Fone: (61) 3388-9959. e-mail: lineu@cpac.embrapa.br.

²Pesquisador, Embrapa Cerrados/ Planaltina, DF.

³Eng. Agrônoma, bolsista DTI-III do CNPq, Embrapa Cerrados / Planaltina, DF.

⁴Licenciado em Geografia, bolsista ATP III do CNPq, Embrapa Cerrados / Planaltina, DF.

of 1985 and 2005, the number and storage capacity of SR in the basin increased 79% and 58%, respectively.

KEYWORDS: small reservoirs, hydrology, water resources, Landsat.

INTRODUÇÃO

Barragens ou reservatórios de água são infra-estruturas adequadas para serem utilizadas em situações hidrológicas como a observada na Bacia Hidrológica do Rio Preto (BHRP), onde a oferta hídrica durante a estação chuvosa é maior que a demanda, podendo o excesso ser armazenado para suprir a deficiência hídrica durante a seca, quando a demanda é, geralmente, maior que a oferta. Nas últimas décadas, milhares de pequenas barragens foram construídas na Bacia do Rio São Francisco. Rodrigues et al. (2007) identificaram a existência de aproximadamente 253 pequenas barragens de terra somente na BHRP, que representa 1,6% da área da Bacia do São Francisco. Esses mesmos autores ressaltaram que estas pequenas barragens foram construídas de forma independente e em épocas diferentes, com nenhuma ou muita pouca integração entre as agências responsáveis pela sua construção. Além disto, a maioria delas foi construída avaliando-se apenas as condições técnicas locais, ou seja, não foi considerado que uma barragem faz parte de um sistema hidrológico maior e que está hidrológicamente interligada com a outra. As alterações provocadas no comportamento hidrológico da BHRP, advindas da implantação de uma única pequena barragem podem não ser significativas, mas a influência na hidrologia da bacia devido à construção de centenas dessas pequenas barragens é uma questão que merece ser estudada.

Segundo Rodrigues et al. (2007), o sensoriamento remoto tem-se mostrado uma ferramenta adequada ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas. No caso do monitoramento do nível da água de pequenas barragens, entretanto, ela ainda tem sido pouco explorada. Segundo estes mesmos autores, é importante conhecer a qualidade da informação obtida, ou seja, o erro cometido ao se tomar uma decisão baseada no valor da área do espelho d'água calculada com base em dados de sensoriamento remoto. Essa informação é importante porque ela vai ser utilizada, posteriormente, no cálculo do volume de água armazenada nas barragens. Autores como Liebe et al. (2005) e Rodrigues et al. (2007) observaram um bom ajuste da área do espelho d'água calculada utilizando-se imagem de satélite com a calculada em campo, indicando que o sensor utilizado é adequado para monitorar espelhos d'água de barragens. Rodrigues et al. (2008) ressaltaram que, para se

realizar um adequado gerenciamento dos recursos hídricos, é importante desenvolver ferramentas que possibilitem a estimativa da capacidade de armazenamento de água em pequenas barragens e apresentaram uma equação que possibilita estimar a capacidade de armazenamento em função da área do espelho d'água estimada via sensoriamento remoto.

Para que a hidrologia da BHRP possa ser adequadamente entendida, é necessário caracterizar, no tempo, o aumento do número e da capacidade de armazenamento de água de pequenas barragens. O presente trabalho objetivou mapear, utilizando série histórica (1985-2005) de imagens do satélite Landsat TM, e estimar a variação da capacidade de armazenamento de água de pequenas barragens na BHRP.

MATERIAL E MÉTODOS

A BHRP está localizada na região do Alto São Francisco, configurando-se como uma das regiões de nascente da referida região hidrográfica, na qual se insere como contribuinte de terceira ordem. Possui uma área de drenagem de aproximadamente 10.500 km² e uma extensão de cerca de 378 km, marcando a divisa do DF com os estados de GO e MG.

Para estimar o número, a distribuição espacial e a área do espelho d'água das barragens na Bacia, foi utilizado um conjunto com 15 cenas do satélite Landsat Thematic Mapper (TM) de 1985, 1990, 1995, 2000 e 2005 da bacia do Rio Preto, o qual foi obtido da página eletrônica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.dgi.inpe/cdsar>). Para cobrir toda a área da Bacia, foram utilizadas três cenas do referido satélite, identificadas no Sistema de Referência Mundial pelas seguintes órbitas/ponto: 220/71, 220/72 e 221/71. O sistema orbital Landsat TM opera com sete bandas nas faixas espectrais do visível e do infravermelho, possui resolução espacial de 30 metros, periodicidade de 16 dias e faixa de imageamento de 185 km (Masek et al., 2001). As imagens foram realçadas através da técnica de composição colorida RGB, utilizando as bandas 3 (0,63 – 0,69 µm; vermelho), 4 (0,76 – 0,90 µm; infravermelho próximo) e 5 (1,55 – 1,75 µm; infravermelho médio) e georreferenciadas para o sistema de projeção UTM (Universal Transverse de Mercator), datum = WGS84 e fuso horário 23S por meio da opção de georreferenciamento disponível no aplicativo ArcGIS 9.0. Em seguida, as composições coloridas foram mosaicadas e recortadas pelo limite da bacia por meio do aplicativo ENVI 4.0.

A delimitação dos reservatórios foi feita de forma visual, diretamente na tela do computador. Massas d'água, por absorverem quase que a totalidade da radiação eletromagnética incidente, apresentam padrão espectral bem mais escuro do que os alvos

adjacentes. A estimativa do volume de água armazenado em função da área do espelho d'água da barragem, calculada via sensoriamento remoto, foi realizada utilizando-se a equação proposta por Rodrigues et al. (2008) (Eq. 1).

$$V = 12.802 A^{1,1144} \quad (1)$$

em que,

V = Volume de água armazenado na barragem, m³;

A = Área do espelho d'água da barragem, ha.

A equação apresentada foi gerada com base em informações provenientes de 42 pequenas barragens da BHRP. De posse das áreas do espelho d'água das barragens, para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000 e 2005, utilizou-se a Eq. 1 para calcular o volume de água armazenado em cada barragem para cada ano. Somando-se os volumes armazenados por cada barragem em cada um dos anos, obteve-se o volume total de água armazenado por pequenos barramentos na BHRP em cada ano.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1, apresenta-se mapa onde se destacam os pequenos reservatórios identificados até o ano de 1985 e até o ano de 2005.

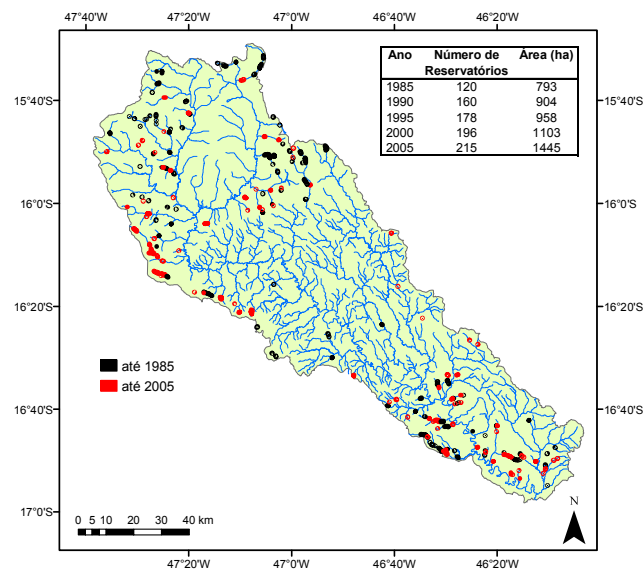


Figura 1 - Mapa de pequenas barragens da Bacia do Rio Preto para os anos de 1985 e 2005.

Cerca de 55,8% das barragens encontradas na BHRP foram construídas antes de 1985. Das vinte maiores barragens existentes, onze foram construídas antes do ano de 1985 e oito no período de 2000 a 2005. Na Figura 2, apresenta-se gráfico relacionando o volume de água armazenado e o número de pequenas barragens em função do ano. A primeira barra da figura indica o aumento do volume armazenado em cada ano. Por exemplo, o volume de água armazenado por pequenas barragens no ano de 1985 era igual a $13.770.443 \text{ m}^3$. Do ano de 1985 a 1990, houve um aumento de aproximadamente 12% na capacidade de armazenamento. O maior aumento (47,4%), quando comparado com o ano de 1985, ocorreu no período de 2000 a 2005. As demais barras apresentadas na Figura 3 indicam o volume armazenado em cada ano. Por exemplo, os volumes de água armazenados por pequenas barragens nos anos de 1990 e 2005 eram iguais a $15.427.427 \text{ m}^3$ e $25.493.356,69 \text{ m}^3$, respectivamente. O gráfico em linha apresentado na Figura 3 representa o crescimento do número de pequenas barragens na Bacia. Em 1985, havia cerca de 120 pequenas barragens e, em 2005, cerca de 215. A análise dos resultados indica que, de 1985 a 2005, houve um aumento de aproximadamente 79% e de 85% no número e no volume de água armazenado por pequenas barragens na BHRP, respectivamente. É interessante chamar a atenção que, desde 1995, são construídas cerca de 3,6 barragens/ano, isto é, cerca de 18 barragens a cada 5 anos.

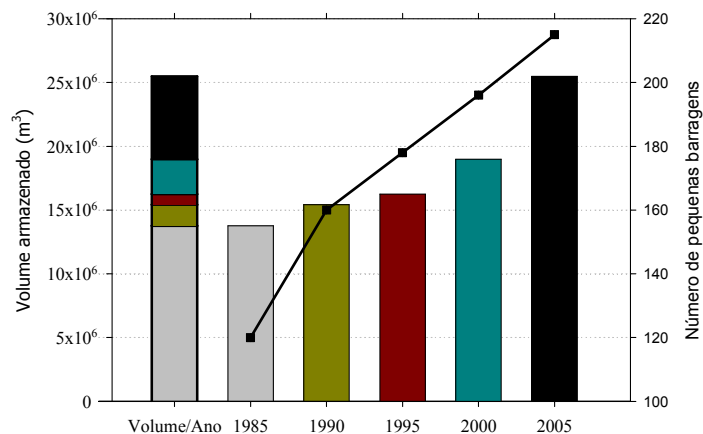


Figura 2 – Aumento no volume de água armazenado por pequenas barragens na Bacia do Rio Preto nos anos de 1985 (cor cinza), 1990 (cor verde), 1995 (cor vinho), 2000 (cor verde), 2005 (cor preta), crescimento do número de pequenas barragens (gráfico tipo linha) e volume total de água armazenado por pequenas barragens na Bacia do Rio Preto em cada ano.

CONCLUSÕES

As pequenas barragens na Bacia do Rio Preto localizam-se na sua grande maioria na área de chapada e próxima a foz da Bacia. Aproximadamente 55,8% das barragens foram construídas antes de 1985. O volume de água armazenado por pequenas barragens em 2005 era de aproximadamente 25.493.357 m³. De 1985 a 2005, houve um aumento de aproximadamente 79% e de 85% no número e no volume de água armazenado por pequenas barragens na BHRP, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Cerrados, pelo apoio na realização deste trabalho e ao *Advisory Service on Agricultural Research for Development* (BEAF) e ao *Challenge Program on Water and Food*, pelo apoio financeiro ao projeto *Planning and Evaluating Ensembles of Small, Multi-Purpose Reservoirs for the Improvement of Smallholder Livelihoods and Food Security: Tools and Procedures*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LIEBE, J.; VAN DE GIESEN, N.; ANDREINI, M. Estimation of small reservoir storage capacities in a semi-arid environment. A case study in the Upper East Region of Ghana. **Physics and Chemistry of the Earth**, vol.30, p.448-454, 2005.
- RODRIGUES, L.N.; SANO, E.E; AZEVEDO, J.A.; SILVA, E.M. Distribuição espacial e área máxima do espelho d'água de pequenas barragens de terra na Bacia do Rio Preto. **Espaço e Geografia**, Brasília, v. 10, p. 101-122, 2007.
- RODRIGUES, L.N.; SANO, E.E.; PASSOS, D.P.; MARIOTE, J. Small reservoir storage capacities using remotely sensed surface areas: a case of the Preto River Basin, Brazil. In: IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional das Savannas Tropicais, 2008, Brasília. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais, 2008.