

## AVALIAÇÃO DO INCREMENTO DE AÇUDES E SUA RELAÇÃO COM O USO DO SOLO, ATRAVÉS DO USO DE IMAGENS TM/LANDSAT-5: ESTUDO DE CASO

Joedla Rodrigues de Lima<sup>1</sup>, Marx Prestes Barbosa<sup>2</sup> e José Dantas Neto<sup>2</sup>

### RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de estudar as bacias hidrográficas dos açudes Pilões e São Gonçalo, na região do semi-árido do Estado da Paraíba, Brasil, para avaliar o incremento de açudes e sua relação com o uso da terra para os anos de 1984 (precipitação 940mm) e 1990 (precipitação de 442mm). Nas imagens Landsat, ambas as bacias apresentam características físico-hidrológicas semelhantes e apresentam a mesma quantidade de açudes com espelho d'água acima de 4,0ha. Devido ao tamanho diferenciado das bacias hidrográficas, elas possuem densidades diferentes de açudes. Este estudo verificou que o aumento no número de açudes não está diretamente relacionado com o uso agrícola intensivo do solo, os dois fatores corroboraram para este fato: o primeiro é que a construção de açudes visa, principalmente, ao consumo humano e animal e o segundo fator é a natureza geológica dos terrenos das bacias hidrográficas estudadas.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, semi-árido, bacia hidrográfica

### EVALUATION OF THE INCREASE IN WATER RESERVOIRS AND CORRESPONDING LAND USE, BASED ON TM/LANDSAT-5 IMAGE: CASE STUDY

### ABSTRACT

This research aimed to study the hydrographic basins of the Pilões and São Gonçalo dams, in the semi-arid region of Paraíba State, Brazil, to evaluate the increase in water reservoirs and the corresponding land use for years 1984 (940mm) and 1990 (442mm). For the years 1984 and 1990, both basins had the same quantity of dams with water surface of 4ha. Due to differentiated sizes, they presented different reservoir density indexes. The result of this study shows that there is not a direct relationship between the increase of the number of reservoirs with the increase of the areas of intensive agricultural use of the soil. Two factors corroborate this fact: the first one is that the reservoirs are built for human and animal use; the second is related to geological nature of the basins.

**Key words:** remote sensing, semi-arid region, hydrographic basin

### INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido pela grande disponibilidade de recursos hídricos. No Nordeste, esses recursos são limitados e têm, como

agravantes, a deficiente distribuição espacial e ao longo do ano das chuvas. Os desafios quanto ao uso e preservação dos recursos hídricos são maiores aqui que em qualquer outra região brasileira. Diante disso, o Governo Federal, através do

<sup>1</sup> Professora, M.Sc., Departamento de Engenharia Florestal/Campus VII/UFPB, Patos, PB

<sup>2</sup> Professor, Departamento de Engenharia Agrícola/Campus II/UFPB, Campina Grande, PB, fone (083)310-1318, fax (083)310-1184

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, desenvolveu uma política de açudagem visando acumular água e perenizar rios, para garantir o consumo urbano e rural, além de viabilizar a irrigação, pública e privada, e a piscicultura.

Segundo Jóffily, citado por Molle & Cadier (1992) os açudes sempre foram os meios empregados pelos sertanejos para neutralizar os efeitos das secas, desde os primeiros tempos da colonização. Com o seu senso prático, compreenderam que esse era o único meio de suprir a falta de rios perenes e de lagoas ou lagoas permanentes e, aguilhoados pela imperiosa lei da necessidade, iniciaram a construção de barragens, trabalho que, afinal, tornou-se o primeiro e mais necessário para o represamento da água na região nordestina.

Quanto à utilidade da construção do açude de grande acúmulo de água, Andrade (1982) afirma que se pode argumentar que a construção de represas trouxe grandes benefícios à agricultura da região semi-árida porque, além de permitir e favorecer a industrialização, possibilitou a implantação de grandes projetos de irrigação.

Não basta construir açudes; faz-se necessário, também, aliar estudos do potencial do uso das águas e dos solos da região, pois o investimento deve ter objetivos sociais e econômicos perfeitamente definidos, que o justifiquem. Com este trabalho, objetiva-se relacionar o incremento de novos açudes com a evolução do uso do solo utilizando-se, como áreas-teste, as bacias hidrográficas dos açudes Pilões e São Gonçalo, região oeste do Estado da Paraíba, através do emprego de imagens TM/Landsat-5, de 26/07/1984 e 12/08/1990.

## MATERIAL E MÉTODOS

As bacias hidrográficas selecionadas, como áreas-teste deste trabalho, foram as dos açudes Pilões e São Gonçalo, que apresentam características físicas semelhantes e mesma ordem dos cursos de água; localizadas em terrenos geológicos diferentes (o açude Pilões está inserido numa área predominantemente sedimentar e o açude São Gonçalo em área de terrenos cristalinos) são as principais fontes de água para irrigação na região. As bacias hidrográficas desses açudes com superfícies de 760 e 340km<sup>2</sup>, respectivamente, situam-se próximo à cidade de Souza. O clima, segundo a classificação de Gaussen, é do tipo *4aTh* (clima tropical quente, de seca acentuada, com número de meses secos entre 7 e 8 e índice xerotérmico, que indica o número de dias biologicamente secos, entre 150 e 200 dias) e *2bTh* (clima tropical quente, de seca média, com número de meses secos entre 5 e 6 e índice xerotérmico entre 100 e 150 dias); os rios são temporários e a vegetação está representada pela caatinga hiperxerófila, predominantemente arbustiva. Em 1984 a precipitação foi de 940mm enquanto em 1990 foi de 442mm.

Os parâmetros físicos utilizados a fim de caracterizar hidrologicamente as bacias estudadas, foram: frequência de rios, fator de forma, coeficiente de capacidade, densidade de drenagem e extensão média de escoamento superficial.

A frequência de rios (Fr) é um índice que fornece o número de rios por quilômetro quadrado de área, obtido através da relação entre o número total dos cursos d'água e a área da bacia hidrológica, segundo a Equação 1.

$$Fr = (NT/A) \quad (1)$$

em que:

NT - número total dos cursos d'água;

A - área da bacia, em km<sup>2</sup>

O fator de forma (Kf) é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, dado pela Equação 2; mede-se o

comprimento da bacia quando se segue o curso d'água mais longo, desde a desembocadura até a cabeceira mais distante a bacia.

$$Kf = (A/L^2) \quad (2)$$

sendo:

L - extensão do maior curso d'água, em km

O coeficiente de capacidade (Kc) ou índice de Gravelius é a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada de sua área, de acordo com a Equação 3.

$$Kc = (0,28 P/\sqrt{A}) \quad (3)$$

em que:

P - perímetro da bacia, em km

A densidade de drenagem (Dd) permite avaliar quantitativamente a eficiência de drenagem da bacia, segundo a Equação 4.

$$Dd = (Lt/A) \quad (4)$$

tem-se:

Lt - comprimento total dos cursos d'água, em km

A extensão média do escoamento superficial (I) é o índice definido como sendo a distância média em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se ocorresse em linha reta, desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso d'água qualquer da bacia, segundo a Equação 5.

$$I = (A/4L) \quad (5)$$

A metodologia usada para análise visual das imagens TM/Landsat baseia-se no método das chaves interpretativas, que parte do princípio de que o fotointérprete deve ter o conhecimento prévio de padrões e feições similares que possam ser comparados com os existentes na área de estudo, e no método sistemático, que se caracteriza por uma seqüência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área de estudo pelo fotointérprete, (Barbosa 1988).

O emprego da banda 3, faixa do visível, na escala de 1:100.000, permitiu a delimitação das áreas de vegetação natural e do uso antrópico; o da banda 4, no infravermelho próximo, permitiu a delimitação de corpos de água e da rede de drenagem.

Com auxílio das imagens TM/Landsat, procedeu-se à análise da variação temporal do número de açudes determinando-se o incremento de novos açudes nas bacias hidrográficas estudadas, através do índice densidade de açudes (Da) que fornece o número de açudes por quilômetro quadrado, como mostra a Equação 6.

$$Da = Na/A \quad (6)$$

Em que:

Na - número de açudes;

A - área da bacia, em 10km<sup>2</sup>

Na elaboração do mapa de uso da terra para os anos de 1984 e 1990, foram definidas as seguintes classes: vegetação natural, áreas de pastagem utilizadas para criação extensiva de gado; uso agrícola (intensivo, médio ou baixo) de acordo com a intensidade do uso do solo e solo nu, áreas que se caracterizam pela presença de solo exposto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bacias hidrográficas dos açudes de Pilões e São Gonçalo apresentam cursos de água em regime temporário, de 5ª ordem de ramificação e possuem características físicas parecidas

(Tabela 1) excetuando a frequência de rios que, para a bacia de São Gonçalo, mostra quase o dobro da de Pilões. Esta diferença acentuada está diretamente relacionada com o substrato

Tabela 1. Características físico-hidrológicas das bacias hidrográficas dos açudes de Pilões e São Gonçalo

Características físicas	Pilões	São Gonçalo
Frequência de rios (Fr), 1/km <sup>2</sup>	0,568	1,036
Fator de forma (Kf)	0,200	0,361
Coefficiente de compacidade, (Kc)	1,676	1,622
Densidade de drenagem, (Dd), km/km <sup>2</sup>	1,099	1,270
Extensão média do esc. superficial, (l), km	3,084	2,931

rochoso das duas bacias; enquanto Pilões se desenvolve preferencialmente sobre rochas sedimentares do fareozóico, São Gonçalo está sobre rochas cristalinas do pré-cambriano indiviso. Os índices de forma das bacias aqui determinados são indicativos de que as mesmas não apresentam tendência para grandes enchentes.

Segundo o estudo da densidade dos corpos de água para o período estudado, ambas as bacias apresentaram o mesmo número de açudes, mas índices de densidade de açudes diferentes (Tabela 2). No cálculo do índice de densidade entraram somente

Tabela 2. Densidade de açudes da bacia do Pilões e São Gonçalo

Ano	Pilões		São Gonçalo	
	NA	DA	NA	DA
1984	14	0,18	14	0,46
1990	16	0,21	16	0,52

NA - Número de açudes; DA - Densidade de açudes em 10km<sup>2</sup>

os açudes com superfície de espelho de água superior a 4ha; para a bacia hidrográfica do açude Pilões, o índice densidade de açudes é igual a 0,18 açude/10km<sup>2</sup> em 1984, aumentando para 0,21 açude/10km<sup>2</sup> em 1990 e para a bacia do São Gonçalo, este índice é igual a 0,46 açude/10km<sup>2</sup> em 1984, aumentando para 0,52 açude/10km<sup>2</sup> em 1990. Essas relações mostram que o índice densidade de açudes para a bacia do açude São Gonçalo é 60% superior ao da bacia do açude Pilões.

A Tabela 3 mostra que, para a bacia do Pilões, houve decréscimo da área com vegetação natural e da área de uso agrícola médio, mas aumentou, neste período a área de uso agrícola intensivo, em 8,63%.

A bacia do São Gonçalo apresentou comportamento oposto

Tabela 3. Evolução do uso da terra das bacias dos açudes Pilões e São Gonçalo

Bacias	Ano	Vegetação Natural		Uso Agrícola Médio		Uso Agrícola Intensivo		Uso Agrícola Baixo	
		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
		Pilões	1984	104,30	13,72	420,70	55,36	213,00	28,03
	1990	78,30	10,30	403,10	53,04	278,60	36,66	0,00	0,00
S.Gonçalo	1984	37,50	12,34	172,10	56,61	90,50	29,77	3,90	1,28
	1990	44,30	14,57	204,80	67,37	53,70	17,66	1,20	0,39

à do Pilões, havendo incremento na área de vegetação natural e de uso agrícola médio, e além de decréscimo no uso agrícola intensivo e na área de solo descoberto.

A relação do incremento de açudes com aumento do uso do solo não foi a mesma para as duas bacias, enquanto para a bacia hidrográfica do açude Pilões, com menor índice de densidade de açudes, aumentou a área de uso agrícola intensivo do solo, para a bacia hidrográfica do açude São Gonçalo; este tipo de uso teve sua área diminuída, devido a dois fatores: ao aumento do uso das águas para consumo humano e animal e por esta

bacia hidrográfica estar localizada em terreno cristalino, cujo potencial de armazenamento de água subterrânea é mínimo senão nulo.

Na bacia hidrográfica do açude Pilões, devido ao substrato sedimentar, a população rural recorreu ao uso de água subterrânea, enquanto na bacia do São Gonçalo usa-se apenas a água superficial.

Realizou-se o levantamento em campo do aproveitamento dos açudes amostrados e, observando-se a trilogia água para abastecimento humano, animal e para irrigação, constatou-se que todos os mananciais levantados (100%) são utilizados para abastecimento animal, 57% no consumo humano e 29% dos açudes são utilizados para a irrigação (áreas irrigadas de no máximo 4ha com culturas de arroz e capim). Todos os mananciais são utilizados com culturas de jussante e/ou vazante.

Tratando-se de região semi-árida, o percentual de 29% de açudes de que se utiliza a água para irrigação, é considerado baixo constatando-se, nas condições atuais, o limitado alcance dos benefícios que o pequeno açude tem proporcionado em relação à sua aplicação na irrigação de terras agrícolas; além do mais, a irrigação praticada utiliza tecnologia limitada, com baixa eficiência no uso da água.

Faz-se necessário rever o conceito de se estocar água sem se dar uma utilização imediata pois, como a taxa de evaporação desta região é muito alta, da ordem de 2937mm anuais, grande parte da água se perde por evaporação. Segundo Molle & Cadier (1992) o que se perde por evaporação diariamente, em um açude com espelho de água de um hectare, corresponde ao consumo diário de 2000 bovinos, o que daria para abastecer uma comunidade de 200 pessoas.

Durante o trabalho de campo verificou-se que a agricultura praticada na região ainda é muito rudimentar, sem se atentar para as práticas conservacionistas, mesmo as mais simples, como o plantio em curvas de nível. Com isto, acelera-se o processo de erosão do solo, perdendo-se principalmente a sua camada agricultável que nesta região, é muito fina. O solo perdido, através da erosão, vai ocupar as áreas mais baixas da região através das enxurradas causando, dentre outras coisas, o assoreamento dos açudes.

## CONCLUSÕES

1. Para a região estudada, a água dos açudes (100%) é para o consumo de animais, enquanto em 57% dos açudes é utilizada para consumo humano e apenas 29% dos açudes, têm suas águas utilizadas na irrigação.

2. A relação entre o incremento de açudes e o aumento no uso do solo não teve a mesma relação para as duas bacias estudadas. Para a bacia do Pilões, com baixo índice de densidade de açudes, o uso agrícola intensivo do solo aumentou enquanto se verificou, na bacia hidrográfica do São Gonçalo, o inverso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M.C. As secas e as estruturas econômicas. **Reforma Agrária**, Campinas, v.12, n.4, p.13-19,1982.
- BARBOSA, M. P. **Estudo do relacionamento genético de feições geológicas na região do Espinhaço Meridional e adjacências (MG)**. São Paulo: USP, 1988. Tese Doutorado.
- MOLLE, F.; CADIER, E. **Manual do pequeno açude**. 1. ed. Recife: SUDENE/Cooperación Française/ORSTOM, 1992. 521p.il.