



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE CACHOEIRA DOS ALVES, MUNICÍPIO DE ITAPORANGA-PB<sup>1</sup>

Carlos Lamarque Guimarães<sup>2</sup>; João Miguel de Moraes Neto<sup>3</sup>; Ridelson Farias de Sousa<sup>4</sup>

---

### RESUMO

O assoreamento é um processo natural resultante do desprendimento, transporte e deposição de sedimentos e sua aceleração tem provocado transtornos e prejuízos no tocante aos recursos hídricos como a redução da capacidade de acumulação de água dos reservatórios dentre outros. Este trabalho constou de um desenvolvimento de uma metodologia para levantamento e análise do grau de assoreamento do reservatório Cachoeira dos Alves, situado no município de Itaporanga – PB, bem como o diagnóstico de sua bacia hidrográfica utilizando recursos do geoprocessamento. A metodologia utilizada consistiu-se no uso de técnicas de posicionamento por satélites (GPS) para a realização da batimetria automatizada e recursos de sensoriamento remoto para a quantificação espacial e temporal da degradação das terras da bacia hidrográfica do reservatório. Os resultados da análise comparativa entre os dados da batimetria automatizada com os dados topográficos do projeto original mostraram que, desde a sua construção, em 1984, até 2006 houve uma redução significativa em sua capacidade em 1.775.833 m<sup>3</sup>, correspondendo a uma taxa de assoreamento de 16,74%, evidenciando assim a gravidade do processo de degradação/desertificação de sua bacia hidrográfica.

**Palavras-chave:** assoreamento, geoprocessamento, degradação das terras.

### USE OF GEOPROCESSING FOR ANALYSIS OF THE RIVER BASIN OF ALVES' DAM CACHOEIRA, MUNICIPALITY OF ITAPORANGA-PB

### ABSTRACT

The sedimentation of reservoir is a process natural resultant of the detachment, transport and deposition of sediments and your acceleration has been provoking upset and damages concerning the water resources as reduction of the capacity of accumulation of water of the reservoirs among others. This work consisted of a development of a methodology for rising and analysis of the degree of sedimentation of Alves' reservoir Waterfall, located in the municipal district of Itaporanga - PB, as well as diagnosis of your river basin using resources of the geoprossesing. The used methodology was consisted of the use of positioning techniques by satellites (GPS) for accomplishment of the automated bathymetry and resources of remote sensing for space and temporary quantification of the degradation of the lands of the river basin of the reservoir. Comparative analysis among the data of the bathymetry automated with the topographical data of the original project showed that, from your construction in 1984 up to 2006 there was a significant reduction in your capacity in 1.775.833 m<sup>3</sup>, corresponding her/it a rate of sedimentation of reservoir of 16,74%, evidencing like this the gravity of the process of degradation of lands of your river basin.

**Keywords:** water sedimentation of reservoir, geoprossesing, land degradation

---

Trabalho recebido em 3/12/2007 e aceito para publicação em 14/03/2008.

<sup>1</sup> Parte do trabalho de dissertação apresentado pelo primeiro autor ao curso de mestrado em Engenharia Agrícola para obtenção do título de Mestre.

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Agrícola (UFCEG), Av. Aprígio Veloso, 882. 58109-970. Campina Grande – PB. E-mail: lamarquepb@gmail.com Telefone: (83) 9982-3714

<sup>3</sup> Professor Doutor da UAEAg/UFCEG, Campina Grande – PB. E-mail: morais@deag.ufcg.edu.br

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Agrícola (UFCEG/2007). Campina Grande – PB. E-mail: ridelsonfarias@yahoo.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

Água sempre foi um elemento essencial ao ser humano desde as civilizações primeiras até os dias atuais, uma vez que estas, sempre se organizavam próximas às margens dos rios, encontrando nesses locais todas as condições para desenvolver suas culturas agrícolas, bem como a facilidade no acesso à água para outros usos.

Com este recurso precioso cada vez mais escasso, o homem procurou formas de armazenar as águas abundantes nos rios durante o período das chuvas para suprimento de suas necessidades durante o período de seca. A prática da construção de açudes originou-se da carência de água durante o período de estiagem, sendo assim, a região nordeste do Brasil classificada como a área que apresenta a maior densidade de açudes construídos do país.

As secas de 1825, 1827 e 1830 marcaram a arrancada da prática de açudagem no Nordeste semi-árido. O desmatamento na bacia hidrográfica e da mata ciliar sem controle técnico, as irrigações sem método eficiente e o uso do solo de forma desorganizada têm ocasionado o assoreamento de rios, lagos e açudes, provocando em alguns casos, o desaparecimento total da reserva hídrica depois de séculos de existência, em função

da grande quantidade de material sólido carregado para os corpos de água pelas chuvas.

Segundo Wilson (1998), as intervenções antrópicas nas bacias hidrográficas, entre outros problemas, têm provocado uma produção cada vez maior de sedimentos e cargas sólidas nos rios, afetando negativamente as obras executadas em seus vales e contribuindo gravemente para a poluição, em função das propriedades que os sedimentos finos possuem de fixar poluentes tóxicos provenientes de rejeitos industriais, domésticos e agrícolas.

O assoreamento tem sido motivo de vários fatores causadores de efeitos negativos ao meio ambiente e, conseqüentemente a qualidade de vidas das pessoas, como o aterramento e a morte de rios e açudes. De acordo com Carvalho (1994), as barragens geram uma redução das velocidades da corrente, provocando a deposição gradual dos sedimentos carregados pelo curso de água, ocasionando o assoreamento, diminuindo gradativamente a capacidade de armazenamento dos reservatórios e podendo vir a inviabilizar as operações de aproveitamentos hidroelétricos e construções de barragens, além de ocasionar problemas ambientais de diversas naturezas.

O assoreamento dos reservatórios pode ser entendido como sendo o reflexo das condições naturais da bacia hidrográfica, bem como o grau de desenvolvimento e metodologias das suas atividades antrópicas. Um método moderno para a determinação do valor do assoreamento do reservatório é a utilização dos conhecimentos de geotecnologias. Esta metodologia é denominada de levantamento batimétrico automatizado.

A batimetria pode ser definida como sendo o conjunto dos princípios, métodos e convenções utilizados para determinar a medida do contorno, da dimensão e da posição relativa da superfície submersa dos mares, dos rios, dos lagos, dos açudes, das represas e dos canais.

Por outro lado, segundo Câmara (2001), o geoprocessamento é um sistema complexo que permite a representação do mundo por meio da captura, armazenamento, processamento e modelagem de dados referenciados a um sistema de coordenadas geográficas ou planas (por exemplo, UTM - Universal Transverso Mercator) em meio digital.

Os instrumentos computacionais (softwares) do geoprocessamento são denominados de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e permitem a realização de análises complexas com o uso das informações geográficas, sendo as

principais técnicas de aquisição de dados, o sensoriamento remoto e o posicionamento por satélites.

A utilização de técnicas de geotecnologias vem sendo largamente aplicada nas mais diversas áreas do conhecimento científico, tais como, cartografia, transporte, saúde, telecomunicações, saneamento, recursos hídricos e, principalmente, gestão do meio ambiente.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, através de técnicas de geoprocessamento, a influência de fatores antrópicos, cobertura vegetal e declividade no transporte de sedimentos da bacia hidrográfica do reservatório Cachoeira dos Alves, situado no município de Itaporanga – PB.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves, com área de 111,30 km<sup>2</sup>, está situada no Sudoeste do Estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas: 7°20'23,99" e 7°13'38,65" de latitude Sul e 38°20'05,76" e 38°10'46,82" de longitude Oeste.

Já o açude Cachoeira dos Alves possui uma área de 2,09 km<sup>2</sup> de bacia hidráulica e 24,41 km de perímetro. Localiza-se entre as coordenadas geográficas: 7°19'22,61" e 7°15'51,23" de

latitude Sul e 38°15'02,19" e 38°13'09,02" de longitude Oeste.

Na bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves, verifica-se uma predominância dos solos rasos com substrato cristalino e pedregoso, ou seja, os Luvissole Hipocrômico em combinação com os Neossolos Litólicos Eutróficos, exceto aqueles derivados de Neossolo Flúvico Eutrófico, encontrados às margens dos rios. Nas áreas da bacia que pertencentes ao município de São José do Caiana predomina os solos Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, (PARAÍBA, 2006).

O relevo predominante na bacia é o suave ondulado a ondulado, com declividade variando entre 3% e 20%, apresentando também, áreas com classificação de forte ondulado (20% a 45%), sendo este, em pequena proporção.

A vegetação predominante é a xerófila. As espécies vegetais mais comuns são: angico (*Anadenanthera columbrina* Vell. Brenan), baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), imbu (*Spondias tuberosa* Arruda Cam.), imburana de cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret.), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.),

catigueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul), macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult.), mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), oiticica (*Licania rígida* Benth), (PARAÍBA, 2006).

A metodologia constou de duas etapas, sendo a etapa 01 necessária ao levantamento batimétrico automatizado do açude Cachoeira dos Alves e a etapa 02, a obtenção de informações de degradação das terras e cobertura vegetal por meio de técnicas de sensoriamento remoto para a análise da bacia hidrográfica do açude. A etapa 01 é detalhada a seguir:

- a) Colocação de réguas linimétricas no açude Cachoeira dos Alves para acompanhamento de seu nível d'água;
- b) utilização de um par de GPS de precisão, da marca Ashtech Reliance e modelo Promark II; bem como um ecobatímetro da marca OHMEX, sendo o primeiro para levantamento das coordenadas (x,y) dos pontos do contorno de ilhas, margem do açude e seções batimétricas; e o segundo usado para levantamento das profundidades ao longo das diversas seções batimétricas;
- c) armazenamento e junção dos dados de posição (x,y) com os dados de profundidade para gerar o posicionamento tridimensional (x,y,z);

d) consistência e interpolação dos dados através do programa SURFER v.8.0. O resultado do processo de interpolação é o modelo tridimensional do reservatório de onde se extrai outras informações como capacidade, perímetro, mapa batimétrico e tabela cota versus área versus volume. Foram levantados 7.095 pontos de profundidades adotando o sistema de coordenadas UTM e datum SAD 69.

A etapa 02 seguiu-se o seguinte roteiro:

a) Aquisição de dados em diversas instituições para iniciar a formação da base cartográfica necessária ao projeto e visita técnica preliminar de reconhecimento de campo para identificar características da área de estudo;

b) criação do banco de dados no SPRING versão 4.2 e armazenamento das informações em uma única base cartográfica;

c) correções geométricas e processamento digital de todas as bandas das imagens TM/Landsat-5 e CCD/CBERS-2, datadas de 07 de outubro de 1987 e de 27 de outubro de 2005, respectivamente;

d) validação “in loco” dos produtos gerados pelo processamento e classificação das imagens digitais através da coleta de amostras georreferenciadas, fotografadas e discriminadas. Os pontos visitados em campo foram georreferenciados com o uso

do sistema de posicionamento por satélite (GPS).

O levantamento batimétrico iniciou-se com o nivelamento geométrico composto para instalação de réguas linimétricas o que possibilitou o monitoramento do nível d’água do açude.

Utilizou-se de um barco de quilha, GPS e ecobatímetro para a obtenção dos dados de posição do contorno do reservatório e das linhas batimétricas; bem como das profundidades.

Em todo o percurso de coleta dos dados de profundidade foi estipulada uma velocidade máxima de deslocamento do barco de 10 km h<sup>-1</sup>, pois, até esta velocidade consegue-se manter o transdutor e a antena GPS na posição vertical à lâmina de água, evitando assim, uma inclinação do feixe de ondas acústicas e conseqüentes erros de leituras.

No estudo da degradação das terras adotou-se cinco classes, (Muito baixa, Baixa, Moderada, Moderada grave e Grave), de acordo com Sousa (2007).

Os mapas da degradação das terras referentes aos anos de 1987 e 2005 foram obtidos a partir das correções geométricas, segmentação e classificação dos padrões das imagens de satélite. As imagens classificadas permitiram a quantificação das classes de degradação das terras por meio do processo de vetorização.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os trabalhos de campo e de escritório, em que todos os dados foram revisados, corrigidos, interpolados e processados, os resultados foram definidos. O açude Cachoeira dos Alves, localizado no município de Itaporanga-PB, tomando como referência o NA (nível d'água) 315 metros (cota de sangria), apresentou os seguintes dados técnicos, abaixo discriminados, como resultado do levantamento batimétrico automatizado:

Perímetro do reservatório: 17.450 m;

Área da bacia hidráulica: 1.822.498 m<sup>2</sup>;

Volume máximo: 8.835.363 m<sup>3</sup>;

Profundidade média: 5,56 m;

Profundidade máxima: 16,13 m.

A nova tabela cota versus área versus volume foi gerada a cada metro em que se fez uma análise comparativa com a tabela do projeto inicial (Tabela 01). Pôde-se concluir que o grau de assoreamento do manancial é da ordem de 16,74% em relação à capacidade máxima do projeto inicial, o que corresponde em termos de volume a 1.775.833 m<sup>3</sup>. Em termos anuais, a taxa de assoreamento foi estimada em 0,76 %, valor superior à média nacional que é de 0,5 % ao ano e inferior a média mundial (1,00%).

A situação é preocupante, pois, enquanto as necessidades pela água do açude aumentam, sua capacidade de acumulação diminui, podendo gerar, em um futuro breve, falhas no suprimento destas demandas. Não se descarta a possibilidade de colapso no sistema de abastecimento do município de Itaporanga, cuja demanda cresce ano a ano, sendo as águas do açude Cachoeira dos Alves a única fonte hídrica.

O resultado da interpolação dos pontos coletados pode ser visualizado através do mapa de isolinhas de profundidades que mostra a distribuição do relevo submerso (Figura 01), evidenciando as áreas rasas próximas às margens e as áreas mais profundas localizadas na parte mais central e perto do barramento do açude.

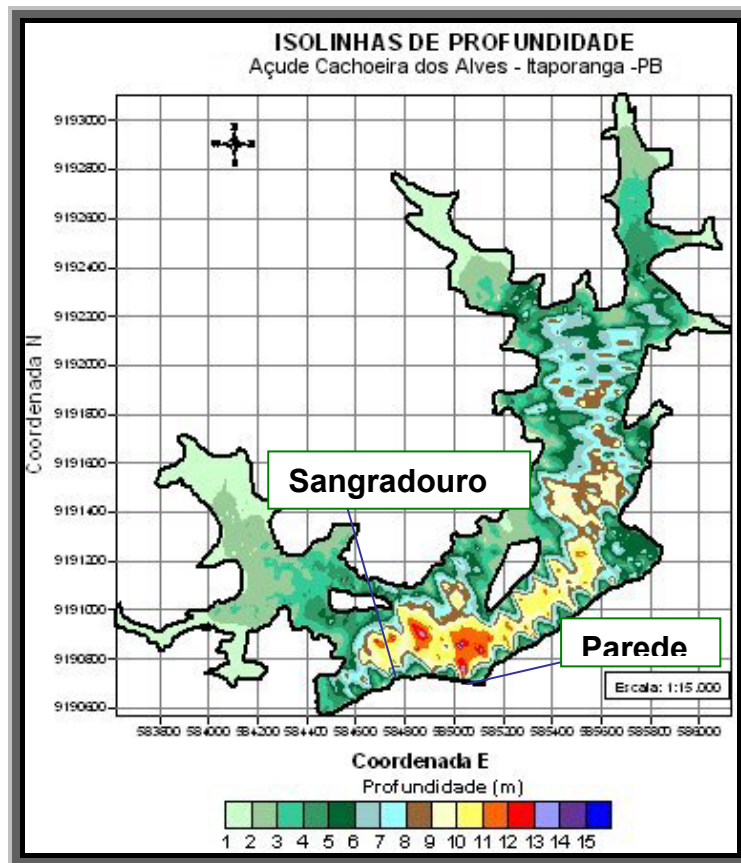
Durante a execução do levantamento batimétrico constatou-se a devastação da mata nativa e verificou-se uma erosão regressiva no sangradouro do reservatório (Figura 2).

Com base nos mapas produzidos com o uso das imagens de satélite referente aos anos 1987 e 2005, observou-se que degradação das terras da bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves aumentou nos últimos 18 anos (Figuras 3 e 4).

Tabela 1. Dados da cota x área x volume: projeto inicial e batimetria de 2006

Cota (m)	Projeto inicial		Batimetria 2006	
	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
299,00	0		0,00	0,00
300,00	3.072	1.536	107,14	49,07
301,00	8.832	7.488	720,72	367,25
302,00	20.064	21.936	4.216,79	2.442,81
303,00	61.344	62.640	22.309,75	13.944,01
304,00	176.544	181.584	69.080,26	56.501,89
305,00	364.224	451.968	147.740,94	164.459,35
306,00	446.592	857.376	251.181,30	363.203,96
307,00	494.688	1.328.016	362.709,04	669.224,16
308,00	577.344	1.864.032	486.230,82	1.092.601,40
309,00	739.200	2.522.304	636.629,76	1.649.616,67
310,00	899.616	3.341.712	803.057,52	2.367.748,30
311,00	1.072.512	4.327.776	975.185,91	3.255.846,25
312,16	1.269.216	5.498.640	1.200.000,00	4.348.061,15
313,00	1.595.332	6.930.864	1.378.646,36	5.668.705,14
314,00	1.840.148	8.648.554	1.557.006,68	7.092.986,94
314,37	-	-	1.623.000,00	7.653.186,02
<b>315,00</b>	<b>2.085.136</b>	<b>10.611.196</b>	<b>1.822.498,37*</b>	<b>8.835.362,61*</b>
316,00	2.330.086	12.818.808	2.081.043,19*	10.836.066,84*
317,00	2.375.040	15.271.372	2.356.563,03*	13.114.657,96*

\* Valores extrapolados pelas curvas cota x área e cota x volume.



**Figura 1.** Mapa de isolinhas de profundidade (batimetria) do açude Cachoeira dos Alves.



**Figura 2.** Devastação de vegetação nativa (A) e erosão regressiva no sangradouro (B).

(Fotos tiradas durante levantamento batimétrico em agosto/2006)



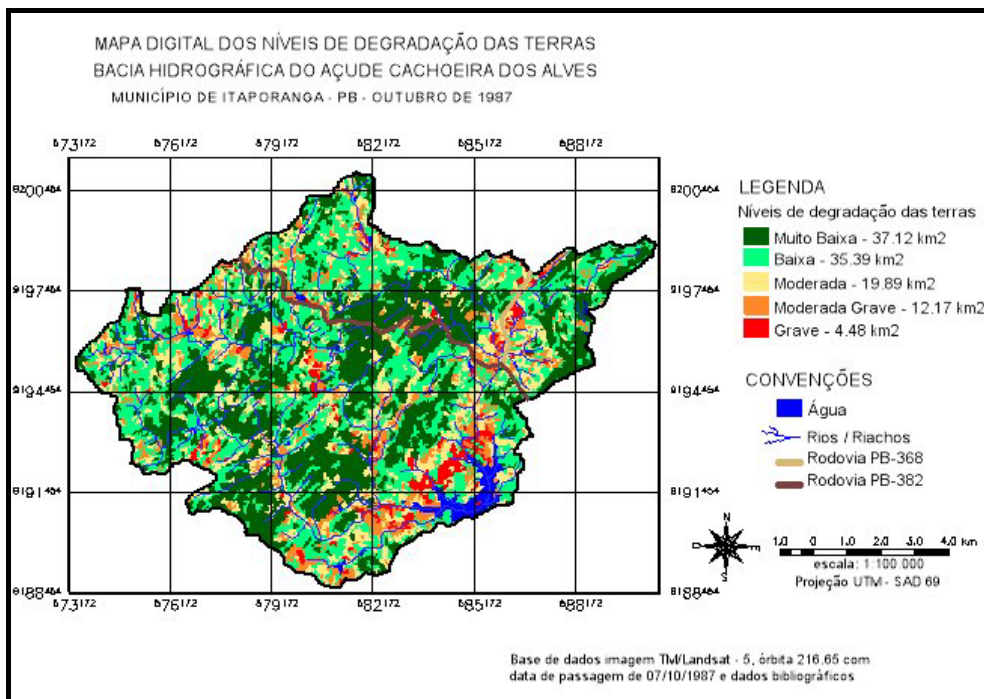


Figura 3. Mapa das classes de degradação das terras da bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves – Ano 1987

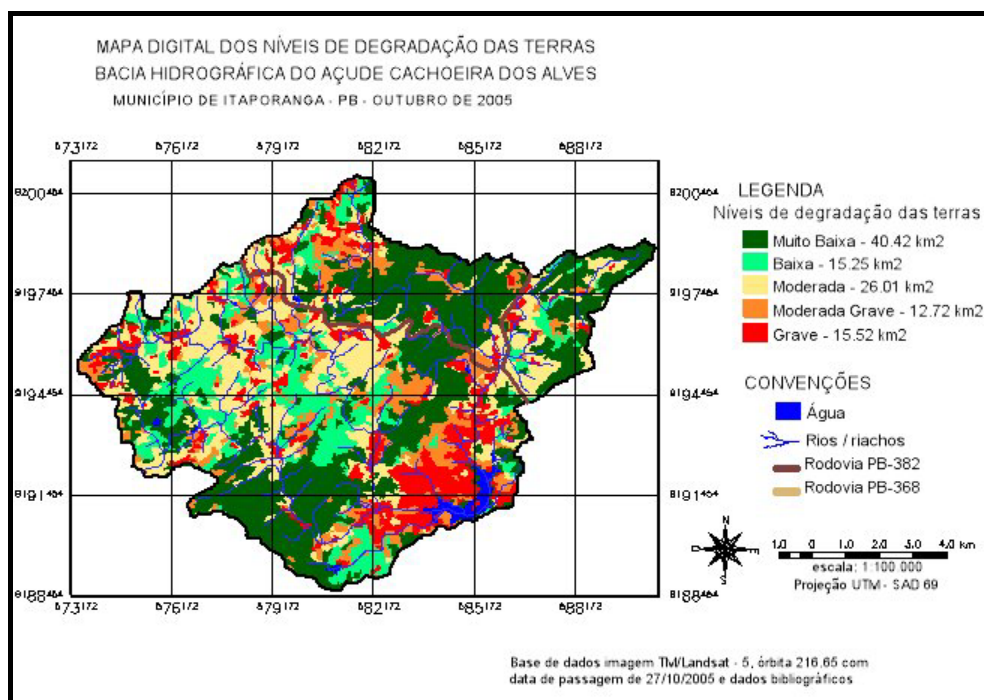


Figura 4. Mapa das classes de degradação das terras da bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves – Ano 2005.

Observa-se também, que as áreas mais atingidas pelos efeitos do processo de degradação é a região do entorno do açude e as margens do rio Cachoeira. Nessa região, concentra-se grande parte da população residente da bacia que é atraída pelas condições favoráveis de uso das terras: grande quantidade de água e terras

planas. Por outro lado, as áreas mais preservadas são aquelas situadas em terrenos de declives mais elevados.

O resultado da análise de degradação das terras mostra que os níveis Grave e Moderado tiveram um acréscimo de área de 11,049 km<sup>2</sup> e 6,126 km<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis de degradação das terras para os anos de 1987 e 2005.

Data	Nível de degradação das terras				
	Muito baixo	Baixo	Moderado	Moderado grave	Grave
Áreas (km <sup>2</sup> ) e percentuais					
outubro 1987	37,116 33,45%	35,389 31,90%	19,886 17,92%	12,166 10,97%	4,475 3,72%
outubro 2005	40,415 36,44%	15,252 13,75%	26,012 23,46%	12,717 11,47%	15,524 13,64%

É importante observar que a bacia hidrográfica do açude Cachoeira dos Alves, ainda conserva em 2005 um percentual de área com nível de degradação Muito baixo bastante expressivo (36,44%), correspondendo a 40,415 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Valor maior que o encontrado em 1987 de 37,116 km<sup>2</sup> (33,45%), mostrando que houve certa recuperação da degradação do solo no nível muito baixo. Isto pode ser justificado pela crise na cultura do algodão, que na

década de 80 era cultura cultivada em praticamente todo sertão do Estado. Certas áreas que outrora era trabalhada para o plantio do algodão foram recuperadas ao longo dos anos pelo processo natural do crescimento da mata nativa.

De modo geral, observa-se que de 1987 a 2005, o nível de degradação Baixo sofreu a maior redução de área contribuindo para o aumento de área nos níveis Moderado grave, Moderado e Grave. Os níveis de degradação das terras

exercem forte influência no assoreamento dos reservatórios, e neste caso particular, essas variáveis contribuíram de forma efetiva para o aumento na produção de sedimentos depositados no açude Cachoeira dos Alves.

#### 4. CONCLUSÃO

O grau de assoreamento de 16,74% verificado no açude Cachoeira dos Alves, correspondendo a uma taxa de 0,76% ao ano, correspondendo a um valor acima da média brasileira.

Podem-se destacar várias causas que contribuíram de forma decisiva para o assoreamento do reservatório, e entre as principais estão as atividades relacionadas à ação do homem ocasionando desmatamento da cobertura vegetal e degradação do solo.

A declividade do terreno da bacia hidrográfica foi outro fator agravante que, associado às anteriores, aceleraram o processo de erosão do solo, transportando grandes volumes de sedimentos para o açude Cachoeira dos Alves.

As políticas públicas não têm alcance desejado para a população residente na bacia que, buscando melhorias de sua condição de vida, usa os recursos naturais de forma degradante e sem assistência técnica.

O uso de geotecnologias mostrou-se bastante eficaz na determinação do assoreamento do reservatório através de técnicas de posicionamento por satélites, bem como na utilização dos recursos de sensoriamento remoto na análise temporal e espacial da degradação das terras e cobertura vegetal.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pela oportunidade concedida à realização deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J. C. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. 2 ed. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia Prática*, Rio de Janeiro: CPRM, p. 372, 1994.
- PARAÍBA. PDRH-PB - Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba. João Pessoa/PB: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA)/Governo do Estado da Paraíba. 2006.
- SOUSA, R. F. de. *Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano*. 2007. 180p.: il. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2007.

WILSON J. G. Transporte de Sedimentos.  
Apresentação dos Anais do III  
Encontro de Engenharia de  
Sedimentos, v. 1, pp. iii-viii. Belo  
Horizonte, MG, setembro de 1998.