



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

## Dissertação de Mestrado

MENSURAR E AVALIAR O ASSOREAMENTO  
DO AÇUDE PÚBLICO SANTA LUZIA – PB

GILSON ANTONIO DE MIRANDA

Biblioteca UFCG  
SMBC\_CDSA  
CAMPUS DE SUMÉ  
Reg. 10527/12

Campina Grande  
Paraíba

**MENSURAR E AVALIAR O ASSOREAMENTO DO AÇUDE  
PÚBLICO DE SANTA LUZIA -PB**

**GILSON ANTONIO DE MIRANDA**

**MENSURAR E AVALIAR O ASSOREAMENTO DO AÇUDE  
PÚBLICO DE SANTA LUZIA -PB**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem Linha de Pesquisa: Sensoriamento Remoto.



*Dr. João Miguel de Moraes Neto*  
**Orientador**

Universidade Federal de Campina Grande, PB  
Outubro de 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M672m Miranda, Gilson Antonio de.

Mensurar e avaliar o assoreamento do açude público de Santa Luzia-PB /  
Gilson Antonio de Miranda. - Campina Grande, 2007.

55f.: il. col.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal  
de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto.

Referências.

1. Assoreamento. 2. Geoprocessamento. 3. Degradação de Terras. I.  
Título.

CDU 627.157(28)(043)



ATA DA DEFESA PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA, REALIZADA EM 30 de JUNHO (Nº 315)

CANDIDATO: **Gilson Antônio de Miranda**

COMISSÃO EXAMINADORA: Dr. João Miguel de Moraes Neto - Presidente Orientador - UAEAg/CTR/UFPA, Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima - Examinadora - UAEAg/CTR.UFPA e Dra. Mônica Garcia Agra - Examinadora - ALPARGATAS - (PORTARIA/COPEAG N.º 23/2007).

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: **Mensuração e Avaliação do Assoreamento no Açude Público de Santa Luzia, PB.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Irrigação e Drenagem

INÍCIO: 15:00 h

LOCAL: Auditório do LMRS

Em sessão pública, após exposição de cerca de 45 minutos, o candidato foi argüido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização, no tema de sua dissertação, obtendo o conceito APROVADO, com modificações no texto de acordo com as exigências da Comissão Examinadora que deverão ser cumpridas no prazo máximo de 30 (trinta) dias. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é assinada por mim, Rivanilda Diniz Sobreira de Almeida, secretária, aluno e os membros da Comissão Examinadora presentes. Campina Grande, 30 de junho de 2007.

RIVANILDA PEREIRA DINIZ - Secretária

JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO - Orientador

VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA - Examinadora

MÔNICA GARCIA AGRA - Examinadora

GILSON ANTÔNIO DE MIRANDA - Mestrando

JUNHO - 2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

GILSON ANTÔNIO DE MIRANDA

MENSURAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ASSOREAMENTO NO AÇUDE PÚBLICO DE SANTA  
LUZIA, PB

BANCA EXAMINADORA

PARECER

  
Dr. João Miguel de Moraes Neto – Orientador

APROVADO

  
Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima - Examinadora

APROVADO

  
Dra. Mônica Garcia Agra – Examinadora

APROVADO

JUNHO - 2007

*À minha família e a todas as outras famílias*

## *Agradecimentos*

Agradeço

A Deus, por tudo que passei e passarei;

aos amigos, pelas palavras duras e pelas palavras doces;

aos mestres pelos ensinamentos transmitidos;

aos que passaram pelo que deixaram;

às minhas famílias pela segurança dada;

a Deus, aos amigos, aos mestres, às famílias e aos que passaram,  
pela vida que me deram.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. Capítulo I - Introdução</b>	
1.1- Apresentação.....	2
1.3 –Objetivos.....	6
1.4 - Localização e caracterização da área de estudo	7
1.3.1 – Localização.....	7
1.3.2 – Característica Físico-climática da área de estudo.....	9
1.3.2.1 – Clima.....	9
1.3.2.2 – Hidrografia.....	10
1.3.2.3 – Vegetação.....	10
1.3.2.4 – Relevo.....	11
1.3.2.5 – Geologia.....	12
1.3.2.6 – Solos.....	13
1.5- Histórico do município.....	14
<b>2. Capítulo II – Revisão de Literatura</b>	
2.1- Recursos naturais e meio ambiente.....	17
2.2 - Bacia Hidrográfica.....	18
2.3 – Assoreamento.....	20
2.4 - Sistema de Posicionamento Global.....	23
2.5 - Degradação Ambiental.....	26
2.6 – Uso e Ocupação da terra.....	28
2.7 – Batimetria.....	29
<b>3. Capítulo III – Material e Métodos</b>	
3.1- Material.....	32
3.2- Metodologia utilizada.....	34
3.2.1- Descrição da metodologia.....	34
3.2.1.1 - Levantamento batimétrico do Açude Público de Santa Luzia.....	34
3.2.1.2- Instrumentação do açude.....	34
3.2.1.3- Levantamento planimétrico da bacia hidráulica do açude e ilhas.....	36
3.2.1.4 - Planejamento das seções batimétricas.....	38
3.2.1.5 - Levantamentos das seções batimétricas.....	40



### 1.1 Apresentação

A rede de drenagem do Semi-Árido do Nordeste Brasileiro tem, como característica principal, a existência de um grande número de rios que apresentam escoamento superficial apenas no período chuvoso: são os chamados rios intermitentes.

Por se tratar de uma região onde cerca de 60% da precipitação pluviométrica ocorrem em um único mês (SAMPAIO, 1995), torna-se necessária a acumulação das águas que escoam nos rios durante o período das chuvas para suprir as demandas na época, de estiagem, razão pela qual, o semi-árido nordestino é a região com maior número de açudes construídos no Brasil.

As secas de 1825, 1827 e 1830 marcaram a arrancada da prática de açudagem no Nordeste semi-árido (MOLLE, 1986).

Segundo WILSON-JR (1998), as intervenções antrópicas nas bacias hidrográficas, têm provocado, dentre, outros problemas, 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 função das propriedades que os sedimentos finos possuem de fixar poluentes tóxicos provenientes de rejeitos industriais, domésticos e agrícolas.

O processo de assoreamento em uma bacia hidrográfica encontra-se intimamente relacionado aos processos erosivos, uma vez que ele fornece os materiais que ao, serem transportados e depositados, dão origem à erosão e ao assoreamento. Assoreamento e erosão são dois processos diretamente proporcionais a dinâmica da bacia hidrográfica.

CARVALHO et al. (2000) observaram que alguns processos de assoreamento são mais velozes que o previsto e que a vida útil média dos reservatórios existentes em todos os países no mundo decresceu de 100 para 22 anos nos últimos 50 anos, estimando-se em 6 bilhões de dólares anuais o custo para promover a remoção dos volumes que vão sendo assoreados, eles comentam, ainda que o problema se vem agravando com o aumento da erosão nas bacias hidrográficas.

---

O assoreamento ocorre em regiões rebaixadas como o fundo de vales, rios, mares ou qualquer outro lugar em que o nível de base da drenagem permita um processo deposicional.

O assoreamento dos reservatórios pode ser entendido como o reflexo das condições naturais da bacia hidrográfica, tal como o grau de desenvolvimento e metodologias das suas atividades antrópicas. O método moderno para determinação do valor do assoreamento do reservatório é a utilização dos fundamentos do geoprocessamento. Esta metodologia é denominada levantamento batimétrico automatizado (GUIMARÃES 2007).

A batimetria pode ser definida como 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, rios, lagos, açudes, represas e canais (ALMEIDA et al, 1993).

Segundo LACHAPELLE (1998), em batimetria o objeto para ser posicionado é, freqüentemente, o fundo oceânico. Em geral a posição horizontal da superfície de uma embarcação é obtida primeiro e, então, a distância entre a embarcação e o fundo oceânico, é determinada.

Por outro lado, o geoprocessamento é um sistema complexo que permite a representação do mundo, através da captura, armazenamento, processamento e modelagem de dados referenciados a um sistema de coordenadas geográficas ou UTM (Universal Transverso Mercator) em meio digital. Cada aspecto, variável, característica e/ou propriedade deste mundo real é representado por um único mapa (plano ou camada e informação), constituindo um conjunto. Cada mapa é um desenho plano indicando a natureza, a posição relativa e o tamanho da característica selecionada dentro de uma área geográfica (TOMLIN, 1990).

Os instrumentos computacionais (softwares) do geoprocessamento são denominados 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. Os SIGs tornam possível ainda a automatização da produção de documentos cartográficos (CÂMARA, 1998).

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

A Tabela 1.1 mostra a distribuição pluviométrica para o município de Santa Luzia entre os anos de 1997 a 2007, na qual é possível verificar a distribuição irregular das chuvas no município, com as mesmas se concentrando no primeiro quadrimestre.

Tabela 1.1 – Precipitação mensal no município de Santa Luzia, PB, de 1997 a 2007

ANO	M E S E S											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1997	52.4	10.4	199.0	205.6	117.0	0.0	8.6	0.0	0.0	2.0	9.2	19.6
1998	46.0	15.6	52.0	2.0	0.0	9.0	2.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	43.6	7.8	57.6	19.6	95.6	2.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.6	41.6
2000	97.4	90.0	110.8	129.4	2.8	4.8	10.6	31.6	0.0	0.6	0.0	28.8
2001	12.4	9.8	67.4	101.6	10.4	12.8	0.0	0.0	4.4	7.0	0.0	9.4
2002	192.6	75.4	254.2	56.8	117.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0
2003	13.0	44.0	144.6	76.7	35.1	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
2004	384.4	256.6	54.4	15.6	38.0	28.6	16.2	0.0	13.0	0.0	5.4	4.0
2005	106.8	22.4	94.6	30.6	49.8	22.4	0.6	2.4	0.0	0.0	0.0	115.8
2006	0.0	61.0	137.6	238.8	134.4	66.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	12.2	200.6	77.6	100.6								

O processo de assoreamento atinge todos os reservatórios formados em decorrência da construção de barragens.

A previsão do assoreamento de reservatórios é uma ferramenta importante a ser utilizada no estudo de viabilidade de implementação do projeto, visto que este é um fator determinante na vida útil do empreendimento e em sua viabilidade econômica e reflete,

#### **4. *Capítulo IV – Resultados e Discussões***

4.1- levantamento batimétrico automatizado.....	46
4.2- Assoreamento e tabela cota x volume.....	46
4.3- Mapa Batimétrico mostrando isolinhas de profundidade.....	52

#### **5. *Capítulo V – Conclusões e Recomendações***

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1.1-	Localização da área de estudo.....	7
Figura 1.2-	Açude de Santa Luzia.....	8
Figura 1.3-	Classificação Bioclimática de Köppen.....	9
Figura 1.4-	Hidrografia do município.....	10
Figura 1.5-	Tipos de vegetação.....	11
Figura 1.6-	Fac-símile.....	14
Figura 1.7-	Praia do Açude.....	15
Figura 2.1-	Acúmulo de areia no leito do rio.....	20
Figura 2.2-	Assoreamento do Rio da Barra.....	23
Figura 2.3-	Satélites GPS.....	23
Figura 2.4-	Distribuição de satélites GPS.....	24
Figura 2.5-	Estação de controle.....	25
Figura 2.6-	Segmento usuários.....	25
Figura 3.1-	GPS – Promark 2 .....	32
Figura 3.2-	GPS - Reliance.....	32
Figura 3.3-	Ecobatímetro.....	33
Figura 3.4-	GPS - Garmim.....	33
Figura 3.5-	Réguas limétrica.....	35
Figura 3.6-	Comporta graduada.....	35
Figura 3.7-	Correção do contorno.....	35
Figura 3.8-	Vegetação impedindo deslocamento do barco .....	38
Figura 3.9-	Distribuição das seções, no caso de pequeno reservatório.....	39
Figura 3.10-	Distribuição de seções no caso de grande reservatório.....	40
Figura 3.11-	Funcionamento de um ecobatímetro.....	41
Figura 3.12-	Calibração de um ecobatímetro.....	42
Figura 3.13-	Tela de navegação.....	43
Figura 3.14-	Seções de validação.....	44
Figura 4.1-	Máquinas trabalhando no açude.....	47
Figura 4.2-	Perfil do leito do açude.....	48
Figura 4.3-	Resíduo de mineradora.....	48
Figura 4.4-	Areial.....	49
Figura 4.5-	Perfil do areial.....	49
Figura 4.6-	Poço.....	49
Figura 4.7-	Barragem de Pedra e Cal.....	50
Figura 4.8-	Barragem de Pedra e Cal.....	50
Figura 4.9-	Margem do Rio da Barra.....	50
Figura 4.10-	Assoreamento do rio.....	51
Figura 4.11-	Assoreamento do rio.....	51
Figura 4.12-	Mapa isométrico.....	52

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1.1- Precipitação mensal.....	4
Tabela 3.1- Configuração GPS.....	36
Tabela 3.2- Classificação de reservatórios.....	38
Tabela 3.3- Seções batimétricas.....	38
Tabela 3.4- Configuração de ecobatímetro.....	42
Tabela 4.1- Dados cota x volume.....	26

## Resumo

Desmatamento de áreas de preservação permanente, matas ciliares e topo de morros para ocupação agropastoril e de mineração, é o que ocorre nas bacias hidrográficas do Brasil. Trazendo, como consequência, a deterioração do meio ambiente, erosão e compactação do solo, assoreamento de rios, barragens e lagoas, inundações, perda do habitat natural, desperdício dos recursos florestais, poluição da água e do ar, destruição da fauna e da flora. Este trabalho tem como objetivo mensurar e avaliar o assoreamento do Açude Público de Santa Luzia, através das técnicas de geoprocessamento. Realizou-se uma batimetria automatizada no Açude Público de Santa Luzia, em 2006, cujo resultado foi comparado a dados do projeto de construção e Foi constatado-se um assoreamento de 3.310.250,00 m<sup>3</sup>, 27 % do seu volume original em 73 anos de operação do Açude Público de Santa Luzia. Concluiu-se que a retirada da vegetação nativa (desmatamento de cabeceiras, divisores de água e mata ciliar) e a agricultura, pecuária e mineração praticadas em áreas declivosas e de preservação permanente sem tratos conservacionistas na bacia hidrográfica do Açude Público de Santa Luzia, têm contribuído para o seu assoreamento.

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

## Abstract

The deforestation of permanent preservation areas, riparian vegetation and top of hills for agro-pasture and mining is what happens in basins of Brazil. As result, this brings the deterioration of the environment, erosion and soil compaction, silting (of rivers, dams and lakes), flooding, loss of natural habitat, wastage of forest resources, water and air pollution and destruction of fauna and flora. The objective of this assignment is to measure and assess the silting of the Santa Luzia Public Lake, using techniques of geoprocessing. An automated bathymetry was developed in Santa Luzia Public Lake in 2006 and the results were compared with data of its construction project. A silting of 3.310.250, 00 m<sup>3</sup> was observed, 27% of its original volume in 73 years of operation. It is concluded that the removal of native vegetation (deforestation of the river bank, watercourse and riparian vegetation) for agriculture, livestock and mining practiced in slope areas and of permanent preservation without conservationist treatment in the basin of Santa Luzia Public Lake has contributed for its silting.



# Capítulo I

de maneira geral., como está o meio ambiente da bacia hidrográfica, em que o mesmo se encontra inserido.

Grande assoreamento pode apontar uma ação antrópica ilegal, causada pelo desmatamento da mata ciliar da bacia; também, a forte presença de produtos químicos na água pode ser um indicador de atividade de mineração descontrolada, além de agrotóxico utilizado na agricultura (COSTA, 2006)

O monitoramento da saúde dos reservatórios para se conhecer e combater práticas danosas à bacia hidrográfica, é prática necessária e indiscutível; assim é mister o desenvolvimento de metodologias que produzam, com eficiência e rapidez, resultados que mostrem a real situação do reservatório.

Estudos têm sido realizados para a determinação dos atuais volumes dos reservatórios, já em operação, assim como prognósticos da sua vida útil.

A utilização da batimetria automatizada para monitoramento de reservatórios de água é uma metodologia cujo uso é cada vez mais crescente na coleta de dados para estimar assoreamento e vida útil de reservatórios.

## **1.2 – Objetivos**

### **- Objetivo Geral**

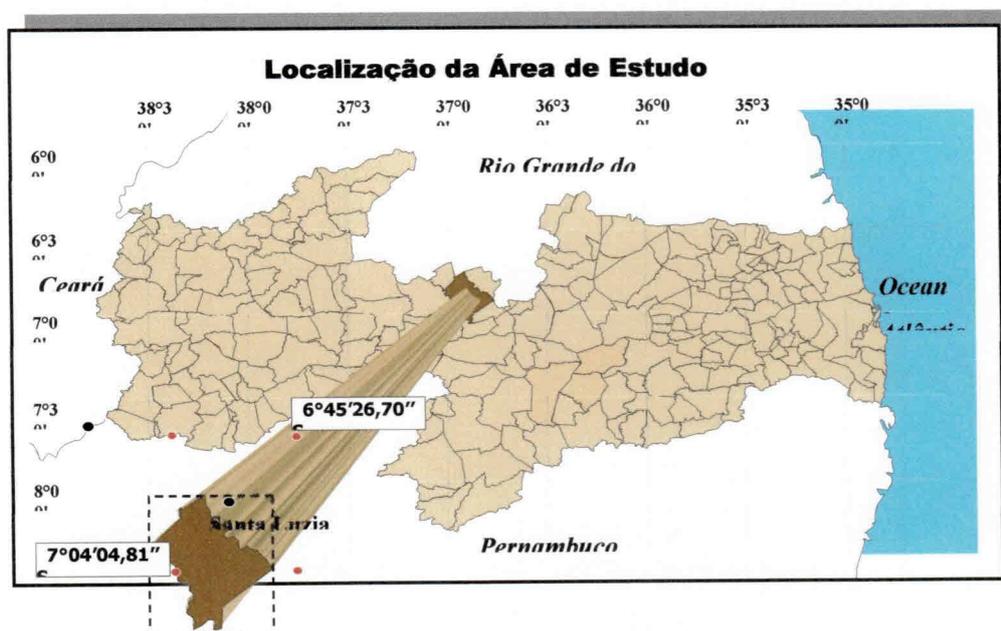
Mensurar e avaliar o assoreamento do Açude Público de Santa Luzia utilizando-se técnicas de geoprocessamento.

### **- Objetivos Específicos**

- Obter o modelo digital da bacia hidráulica do Açude Público de Santa Luzia.
- Determinar o volume atual do Açude Público de Santa Luzia.
- Comparar o resultado do levantamento batimétrico realizado em 2006 com dados do levantamento original quando da construção do açude – determinação do assoreamento.
- Produzir a cartografia digital da área do açude.

### 1.3-Localização e caracterização da área de estudo

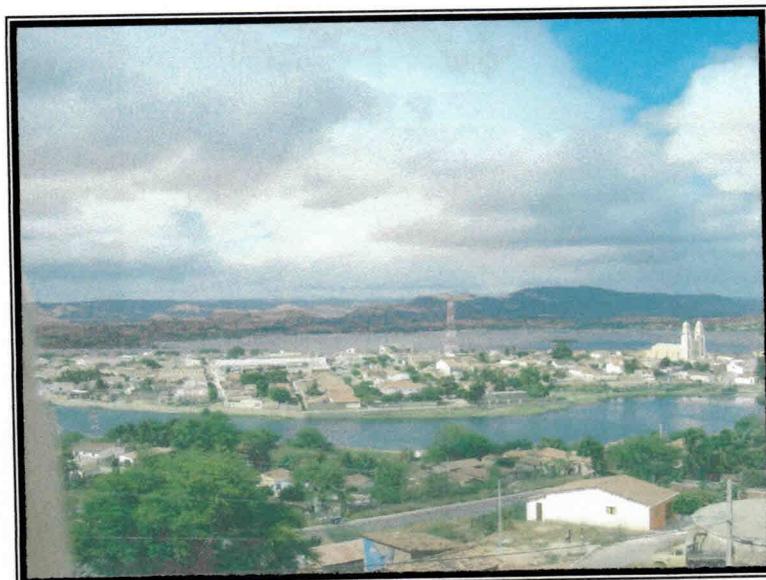
#### 1.3.1- Localização



**Figura 1.1** – Localização do Município Estudado (Santa Luzia)  
Fonte: SEMARH/LMRS-PB, 2000.

O município de **Santa Luzia** localiza-se na região central-norte do Estado da Paraíba, Figura 1.1, Mesorregião Borborema e Microrregião Seridó Ocidental Paraibano; limita-se ao norte, com os municípios de Várzea, Ouro Branco, (RN) e São José do Sabugi, a leste, com São José do Sabugi, Equador (RN) e Junco do Seridó ao sul, com Junco do Seridó, Salgadinho e Areia de Baraúnas, a oeste, com São Mamede e Várzea. A base física do município possui área de 226,30 km<sup>2</sup> e se situa nas folhas Serra Negra do Norte (SB 24-Z-B-IV), Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V) e Juazeirinho (SB. 24-Z-D-II) editadas pelo MINTER/SUDENE nos anos de 1970, 1972 e 1982 respectivamente. A sede municipal se localiza a uma altitude de 304 metros e possui coordenadas de 729.960 EW e 9.239.898 NS. A área da Bacia Hidráulica do Açude de Santa Luzia é aproximadamente de 260,38 ha, com capacidade de

reserva hídrica de 11.722,750.m<sup>3</sup> (dados do projeto original). O reservatório fica situado dentro do limite urbano da cidade Santa Luzia, Figura 1.2.



**Figura 1.2** – Açude de Santa Luzia – Localizado dentro do perímetro urbano da cidade

**Fonte:** Araújo, Beranger A.

#### Características do Açude:

Nome: Açude Público de Santa Luzia

Município: Santa Luzia

Bacia Hidrográfica: Rio Piranhas

Sub-Bacia Hidrográfica: Rio Seridó

Curso Barrado: Rio Quipauá

Capacidade: 11.960.250 m<sup>3</sup>

Barragem:

Altura: 15,50 m

Comprimento: 382 m

Material: Misto (terra e concreto)

Vertedor:

Largura: 100 m

Material: Alvenaria de pedra e cimento

Cota:

Soleira: 97 m

Mínima: 91 m

Área:

Bacia Hidráulica: 255,73 ha

Bacia Hidrográfica: 217,50 km<sup>2</sup>

Finalidade da Construção: Vários

### 1.3.2- Característica Físico-climáticas da área de estudo

#### 1.3.2.1- Clima

Situado na zona fisiográfica do Sertão do Alto Seridó, Santa Luzia possui clima semi-árido quente, caracterizando-se por apresentar grande irregularidade no seu regime pluviométrico, que depende das massas de ar que vêm do litoral e do oeste, cuja localização sobre a depressão do rio Piranhas, nas imediações da Serra da Borborema, constitui as principais barreiras físicas para a existência de um clima ameno e para regularização do regime das chuvas.

Os registros de temperatura exprimem valores que oscilam entre 25°C e 28° C. De acordo com a classificação de Köppen, predomina o clima do tipo Bsh: semi-árido quente, que abrange a área mais seca do estado (Figura 1.3), com precipitações pluviométricas médias anuais variando de 400 mm/a a 600mm/a, e uma estação seca que pode atingir 11 meses, com temperaturas nunca inferiores a 24 °C.

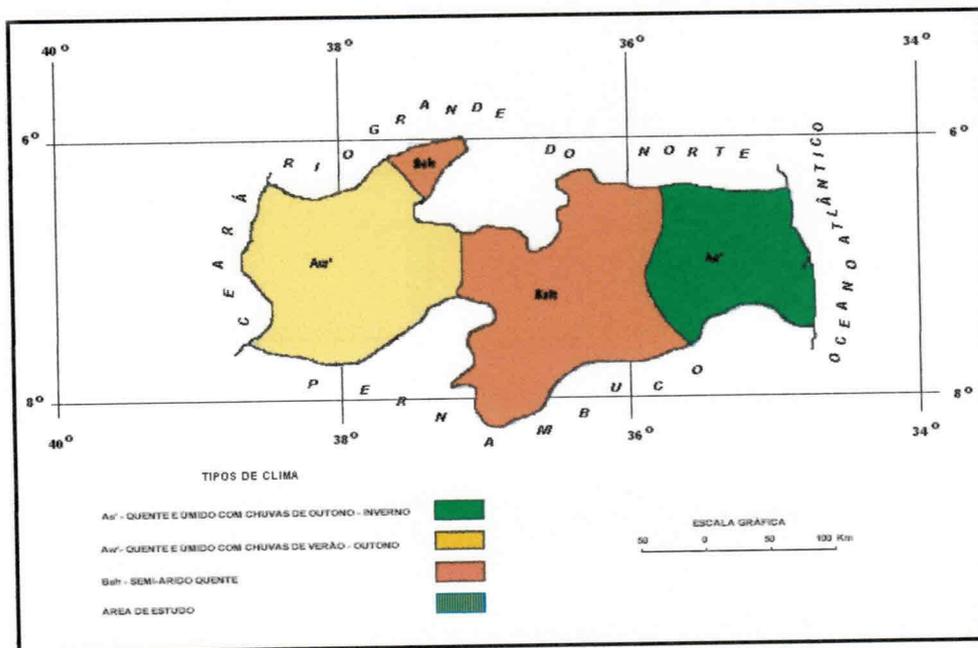
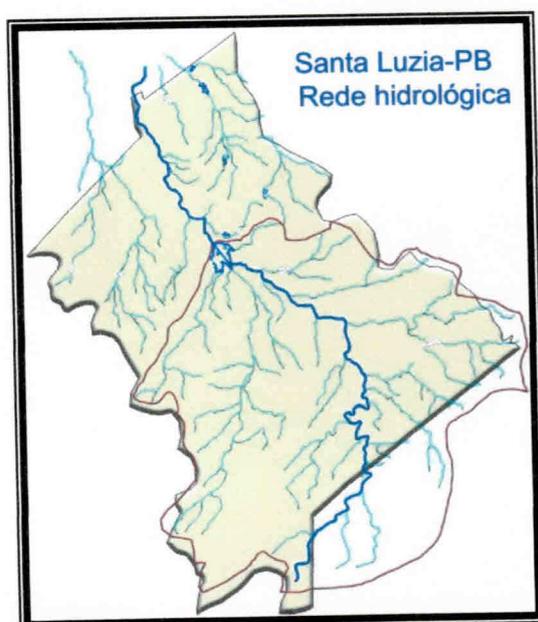


Figura: 1.3 - Classificação Bioclimática de Köppen  
Fonte: Brasil (1972)

#### 1.3.2.2 - Hidrografia

O sistema hidrográfico da região do Açude Público de Santa Luzia pertence à bacia do rio Piranhas; além dos rios, conta com dezenas de açudes, sendo o mais importante o “Santa Luzia”, nos limites urbanos da cidade, com capacidade de 11.700.000 metros cúbicos; do lado oposto está o açude “Padre Ibiapina” com capacidade de 2.100.000 metros cúbicos.

O principal rio do município é o Guipauá com percurso de 45 km; este rio é formado pela confluência dos rios Saco e Barra, a 2 km da cidade; os principais afluentes do rio Guipauá são o Riacho do Fogo e o Riacho da Carnaúba, a margem esquerda; riacho Salgadinho e riacho Santo Antonio, na margem direita (Figura 1.4).



**Figura 1.4** – Hidrografia do Município de Santa Luzia

Fonte: Fonte: Araújo, Beranger

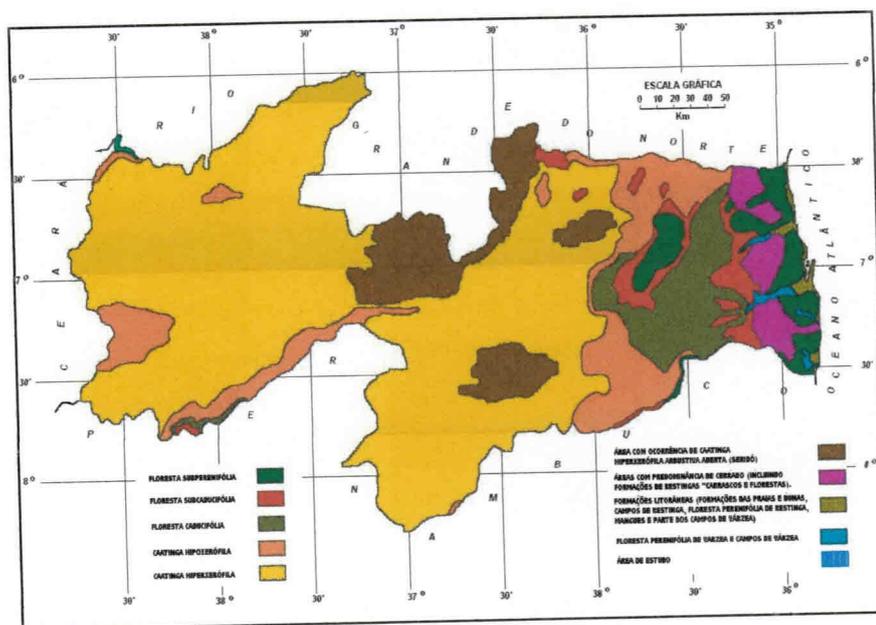
### 1.3.2.3 - Vegetação

O clima semi-árido, solos rasos e pedregosos são as condições favoráveis para o desenvolvimento da caatinga, vegetação subxerófila, decídua, cujos componentes predominantes são pequenas árvores ou arbustos, geralmente espinhosos, formando grupamentos ora densos, ora com árvores esparsas. Ocorrem com frequência plantas suculentas e um estrato herbáceo efêmero. No município são encontradas áreas de caatinga arbórea, vegetação esta utilizada para a atividade pecuária, com a utilização da vegetação

da caatinga como pastagem natural, bem como as lavouras de algodão e de subsistência, que alteraram as características primitivas da vegetação, composta de árvores de grande porte, como craibeira, aroeira, angico, frejó, cumaru, umburana, cedro, baraúna, jatobá e pau d'arco (PREFEITURA DE SANTA LUZIA, 2007).

. Em sua maioria as espécies vegetais as folhas durante os períodos de estiagem (Duque, 1980), Figura 1.4 e estão representadas por:

- caatinga hiperxerófila, com maior proporção; ocorre onde predominam os bioclimas de Gaussen 2b e 4aTh,
- caatinga hipoxerófila, em menor proporção, em zonas de clima menos seco; ocorre nas áreas em que domina o bioclima de Gaussen 3bTh, (Brasil, 1972).



**Figura 1.5** - Tipos de Vegetação no Estado da Paraíba  
Fonte: Brasil (1972)

#### 1.3.2.4- Geomorfologia e Relevo

O município apresenta relevo bastante irregular, tendo grande parte de seu território coberto por uma extensa faixa de serras que fazem parte do Sistema Borborema, (Serra da Samambaia (873 m.), Pico do Yaju (400m) e São Mamede; além dessas podem ser citadas: Serra do Fogo, Pilãozinho, Carnaúba, Olho D'água, Saco, Cabaça, Favela, Viola, Mandioca, Redonda e do Talhado.

UFCG - BIBLIOTECA

Esta microrregião está inserida principalmente na Depressão Sertaneja e se constitui pela seguinte unidade geomorfológica: superfície de pediplanação com pequenos inselbergs (domínio de relevo suave ondulado). Esta unidade morfológica forma uma extensa superfície suavemente ondulada e, em determinados locais, ondulada, circundada por elevações periféricas do Planalto da Borborema, a qual se limita a leste, pela Frente Ocidental do Planalto; ao sul, pelo Maciço de Teixeira, que se prolonga até o extremo oeste do Estado, onde confina com as elevações de direção N-S, funcionando como divisor d'águas entre os rios Piranhas, Pb e Jaguaribe, CE, determinando o limite ocidental da depressão

As linhas principais das encostas ocidentais da Superfície Aplainada do Maciço da Borborema, constituem o limite oriental do Pediplano Sertanejo, elas atingem as baixadas dos 300 a 200 metros por desníveis acentuados como os de Santa Luzia, São Mamede, ao norte, e por corredores estreitos, como o que aparece no município de Passagem.

O relevo é, de maneira geral, suavemente ondulado, constituído de um conjunto de colinas de topos arredondados ou aplainados, vales secos e abertos. As declividades encontradas estão em torno de 5%.

### **1.3.2.5- Geologia**

Conforme os dados da CDRM (1982), a geologia da região em que se encontra a área de estudo, está representada por: a) Pré-Cambriano Indiviso; b) Pré-Cambriano Superior e c) Quaternário. São encontradas nessas áreas principalmente gnaisse (podendo ser migmatizado) com biotita e hornblenda e biotita-plagioclásio gnaisse (muitas vezes com faixas quartzo-feldspáticas).

**a) Pré-Cambriano Indiviso** - Está representado pelos Complexos Migmatítico-Granitóide e Gnáissico-Migmatítico e das rochas graníticas e afins. O posicionamento dessas unidades no Pré-Cambriano Indiviso, se prende ao fato de não se ter, ainda, uma definição real do comportamento estratigráfico, tectônico e estrutural dessas unidades, devido à inexistência de uma idéia concreta sobre as suas relações de contato com a seqüência supracrustal que constitui os grupos Seridó e Cachoeirinha, considerados do Pré-

Cambriano Superior. As formações representativas dessa era geológica na área foram relacionadas com o Complexo Gnáissico Migmatítico.

**b) Pré-Cambriano Superior** – No Estado da Paraíba, o Pré-Cambriano Superior é definido por uma associação litoestratigráfica constituída de duas unidades distintas: a primeira, englobando um conjunto de rochas metassedimentares constituintes dos grupos Seridó (e unidades correlatas) e Cachoeirinha; e a segunda, representada por um cortejo de rochas plutônicas granulares (granitóides e gabróides) e filonianas (diques, ácidos e básicos), cujos relacionamentos de campo, associados às datações geocronológicas, permitem situá-las, estratigraficamente, acima dos referidos grupos. Esta última ocupa a posição mais superior da seqüência pré-cambriana presente no Estado.

**c) Sedimentos Quaternários** – Holoceno: Representado na área pelos aluviões cuja constituição litológica é composta de areia, siltes e argilas.

#### 1.3.2.6- Solos

De acordo com Brasil (1972) e Paraíba (1978), na área de estudo ocorre predominância dos seguintes tipos de solo: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico, LUVISSOLO HIPOCRÔMICO Órtico típico, NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico e Afloramentos de Rocha. Naquelas áreas mais rebaixadas do relevo suave ondulado registrou-se a presença de PLANOSSOLO NÁTRICO, NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico VERTISSOLO, NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AFLORAMENTOS DE ROCHA, todos constituindo inclusões dos principais tipos de solo que acontecem na referida área. Os NEOSSOLOS FLÚVICOS Eutróficos, textura indiscriminada, apresentam grande importância, do ponto de vista agrícola.

A principal utilização dessas áreas se refere à pecuária extensiva, sendo que grande parte se encontra coberta pela vegetação natural e pequenas áreas são cultivadas com milho, feijão e algodão arbóreo, trata-se de solos bastante susceptíveis à erosão, cuja principal restrição à utilização é a forte escassez de água.

UFCG - BIBLIOTECA

## 1.4 – Histórico do Município

As origens do Município de Santa Luzia datam da primeira década do século XVII, tendo como marco de sua fundação uma fazenda de gado, de propriedade de Sr. Isidoro Ortins de Lima. Por volta de 1762 chegaram, ao local os portugueses Geraldo Ferreira Neves e Miguel da Ressureição, com a finalidade de ali se fixarem. Mesmo com a construção de fazendas, açudes e de uma capela, o povoado não prosperou. E apenas a partir da chegada de Padre Ipiapina, no final do século XIX (1866) e que o povoado apresentou grande crescimento. Através do Decreto Federal nº. 311, de 02 de março de 1938, recebeu foro de cidade, passando a chamar-se Sabugi, nome que usou até janeiro de 1949, quando volta a denominar-se Santa Luzia. O Açude Público de Santa Luzia, também conhecido como Açude do Povo, teve sua construção iniciada em 1932, após anos de solicitação e sofrimento, enfim, foi concluído em 1933 (figura 1.6).

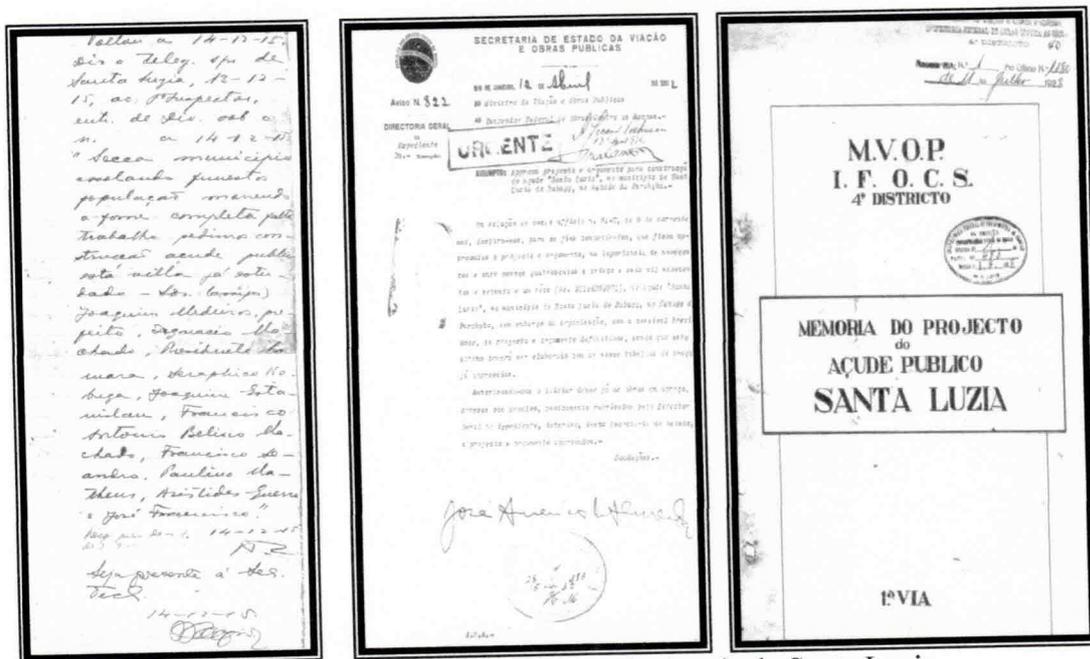
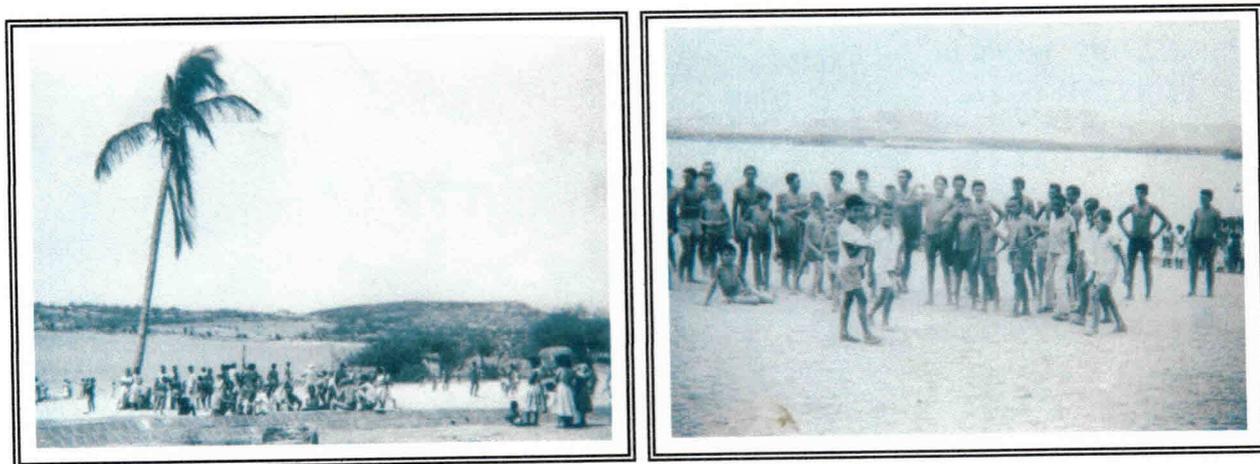


Figura 1.6 - fac-símile - Memória do projeto do Açude de Santa Luzia  
 Fonte: Fonte: Araújo, Beranger A.

Construído com a intenção de solucionar o problema da seca na região, o Açude Público de Santa Luzia, tornou-se também uma área de recreação e cultura. Em sua “praia”, diferentes classes sociais se irmanavam e várias decisões políticas, econômicas e sociais, tiveram origem no desfrute da brisa do açude (Figura 1.7).



**Figura 1.7** - Praia do Açude Público de Santa Luzia

Fonte: Araújo, Beranger A.

## Capítulo II

Nunca pensei que um dia  
Isso fosse acontecer  
O peixe daqui morrer  
Por falta de água fria  
Gente de Santa Luzia  
Lá no plantio de capim  
Chorando e dizendo assim:  
“ O que vai ser lá na frente”

.....

(Edimom B. Medeiros)

UFCG - BIBLIOTECA

## 2.1- Recursos Naturais e Meio Ambiente

Conservar o meio ambiente passa a ser uma das formas de valorizar o homem; assim entende-se, desta forma que o que se busca com a proteção ambiental, é desenvolver condições para aumentar o conforto, a saúde e a alimentação, dentre outros, que compõem a elevação da qualidade de vida.

Até recentemente o aumento do conforto e da qualidade de vida se dava à custa de maior saque dos bens pertencentes à natureza. O reconhecimento da limitação daqueles recursos e a súbita consciência de que não se pode exaurir, além do produto, a própria capacidade produtiva do patrimônio natural, têm incentivado o desenvolvimento de novas tecnologias para bem empregar o potencial de bens naturais disponíveis (MULLER, 1995).

Procura-se, portanto, estender o ponto de vista globalizante, incluindo, por um lado, o homem, as sociedades e, por outro, especificando não apenas seus componentes biológicos e físico-químicos, mas também os processos que os modificam no espaço e no tempo.

JOLLIVET & PAVÉ (1997) definem o meio ambiente como o conjunto de meios naturais em que o homem se instalou, explora e administra, bem como o conjunto dos meios não submetidos à ação antrópica e que são considerados necessários à sobrevivência.

A conservação ambiental em áreas de desenvolvimento agropecuário, tomando-se como referência as sub-bacias hidrográficas, pressupõe a integração de esforços na solução de problemas comuns das comunidades envolvidas, visando à ocupação e ao uso racional do espaço rural (Flores & Nascimento 1994). A sub-bacia constitui a célula de um programa integrado cujas ações devem contemplar interesses e necessidades das comunidades nela inseridas, em termos de melhoria da produtividade, da renda e do bem-estar, ao lado da conservação do meio.

ANDRADE (1997) comenta que faltam políticas educativas e formativas voltadas para trabalhar as responsabilidades pessoais na relação com o meio ambiente, como questão de cidadania. O modelo de desenvolvimento excludente e gerador de desigualdades sociais transforma cidadãos em agressores da natureza. A pobreza e miséria, tal como as sociedades de consumo geradas por este modelo de desenvolvimento, são igualmente lesivas ao meio ambiente.

Para o planejamento ambiental, faz-se imprescindível, adquirir-se entendimento adequado do ecossistema, de forma global e integrado, o que pode ser alcançado pelo conhecimento de como este ecossistema está organizado em termos de estrutura e de



funcionamento (ASMUS, 1991). Somente mediante tal conhecimento é que se torna factível prognosticar os resultados de uma ação aplicada no ecossistema e suas respostas, em termos de perturbações nos componentes estruturais e nas linhas funcionais. Referidos procedimentos se constituem na base para um planejamento elaborado com propósitos racionais, isto é, com respeito ambiental.

De acordo com BARROSO (1987), toda a pressão antrópica exercida sobre a vegetação nativa de uma bacia hidrográfica, que implique em sua diminuição espacial é seguida por um conjunto de conseqüências sempre negativas que serão tanto maiores quanto mais numerosos forem os fatores que resultarem em tal diminuição. A desarmonia de um dos componentes do sistema água-solo-plantas resulta, invariavelmente, no desequilíbrio de outros componentes, o que será notado, com maior ou menor rapidez, em função da forma como o homem atua nesse meio, em busca de benefícios (expansão agrícola, pecuária e exploração de madeira).

Para ROSÁRIO & BRENNSEN (1994) melhorias na qualidade de vida estão sendo exigidas cada vez mais pela sociedade atual e este fato está diretamente relacionado com a qualidade do meio ambiente e em assim sendo, uma qualidade melhor de vida depende de planejamento e organização do ambiente, haja vista que interferências indevidas no mesmo podem conduzir à ruptura da estabilidade dos sistemas que o compõem, com reflexos inevitáveis na organização econômica e social.

Avaliação de impactos ambientais constitui um instrumento da política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar a realização de um exame sistemático dos possíveis impactos ambientais decorrentes de determinada ação (projeto, programa, plano ou político) e de suas alternativas. A avaliação tem, como objetivo, revelar ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão os resultados levantados, com ênfase nas possíveis conseqüências que a referida ação pode gerar uma vez posta em prática, (ABEAS 1997).

## **2.2-Bacia Hidrográfica**

Segundo VIESSMAN, HARBAUGH e KNAPP (1972), bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d' água ou um sistema conectado de cursos d' água, dispondo de uma simples saída para que toda a vazão efluente seja descarregada.

A bacia hidrográfica é uma ótima unidade para estudo e planejamento integrado em recursos naturais renováveis, conceituada como uma unidade física bem caracterizada,

referindo-se a uma área de terra drenada por um curso de água e limitada, perifericamente, pelo chamado divisor de água (VALENTE, 1974).

Tecnicamente, é aconselhável começar a recuperar o meio ambiente adotando-se como unidade básica, as bacias hidrográficas as quais, subdivididas em sub-bacias, têm mostrado grande eficiência em trabalho de campo, conforme as recomendações do Programa Nacional de Sub-bacias (ROCHA,1991).

De acordo com PAULA LIMA (1986), bacia hidrográfica compreende toda a área que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários. A bacia hidrográfica pode ser considerada um bom exemplo de sistema geomorfológico aberto, recebendo energia do clima reinante sobre a bacia e perdendo energia através do deflúvio.

ROCHA (1991), define bacia hidrográfica como sendo a área que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão afluente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago. Conceitua sub-bacia hidrográfica da mesma forma, à exceção do fato de que o deságüe ocorre em outro rio e possui uma área variando entre 20.000 e 300.000 hectares. Essas áreas podem variar de acordo com a região do País.

O trabalho em sub-bacias hidrográficas é o da preservação dos recursos naturais, como solo e água; sendo assim, cada sub-bacia tem seu planejamento de acordo com o tipo de solo e cada propriedade rural, integrante de uma sub-bacia, utiliza seu solo em perfeito equilíbrio com o planejamento global dessa unidade e de acordo com a aptidão de uso das terras da propriedade (SANTA CATARINA, 1991).

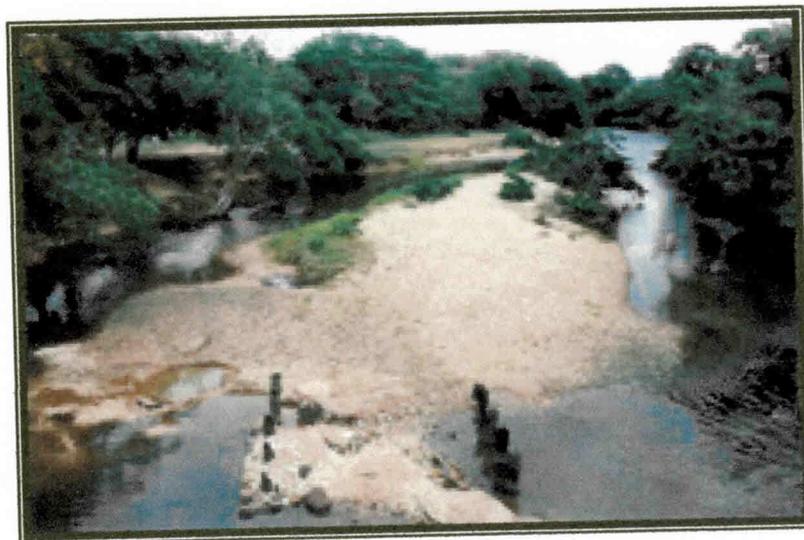
No Brasil, o assunto de bacias hidrográficas tomou ênfase a partir dos estudos de gerenciamento dos recursos hídricos no ano de 1978, com a criação do comitê de estudos integrados de bacias hidrográficas. Na medida em que o gerenciamento de recursos hídricos passou a ter destaque nos planos políticos nacionais, a bacia hidrográfica passou a ser uma unidade de referência e planejamento (SETTI, 1999).

ROCHA (1991), afirma que os trabalhos em sub-bacia pretendem integrar os interesses de todos os segmentos da sociedade, em termos de abastecimento, saneamento, habitação, lazer, proteção e preservação do meio ambiente, produtividade, elevação da renda e bem-estar de toda a comunidade, sendo feito em etapas que se iniciam com a identificação das sub-bacias existentes no município e respectivo diagnóstico da situação do perfil sócioeconômico do município e de sua comunidade, além da seleção das sub-bacias a serem trabalhadas.

BRAGAGNOLO (1997) analisa que a adoção da microbacia como unidade de planejamento proporciona as seguintes vantagens: racionaliza a aplicação de recursos; estimula a organização dos produtores; reduz custos; promove a execução integrada de práticas conservacionistas e reduz riscos ambientais.

### 2.3- Assoreamento

O assoreamento é o acúmulo de solo despreendido de erosões e outros materiais levados até rios e lagos pela chuva ou pelo vento, como mostra a Figura 2.1. As principais causas do assoreamento de rios, ribeirões e córregos, lagos, lagoas e nascentes estão relacionadas aos desmatamentos, tanto das matas ciliares quanto das demais coberturas vegetais que, naturalmente, protegem os solos. A exposição dos solos para práticas agrícolas, exploração agropecuária, mineração ou para ocupações urbanas, em geral acompanhadas de movimentação de terra e da impermeabilização do solo, abrem caminho para os processos erosivos e para o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos, que são drenados até o depósito final nos leitos dos cursos d'água e dos lagos (NETTO, 2006).



**Figura 2.1** – Acúmulo de areia no leito do rio  
Fonte: Reporte Brasil (2007)

Segundo KUTNER (1977), o assoreamento de reservatórios constitui-se em um problema de graves conseqüências hidráulicas e econômicas chegando mesmo a colocar em risco o desempenho de obras de geração de energia elétrica, de abastecimento e de navegação.

Todos os reservatórios, qualquer que seja sua finalidade, destinação, tamanho e características de operação, estão fadados a ter a sua capacidade de armazenamento parcial ou totalmente tomada pelos sedimentos, proporcionando o processo de assoreamento

UFCC - BIBLIOTECA

(CABRAL, 2007).

O assoreamento é um fenômeno muito antigo e existe há tanto tempo quanto existem os mares e rios do planeta, porém o homem vem acelerando este antigo processo através dos desmatamentos, expondo o solo à erosão, a construção de favelas em encostas que, além de desmatar, tem a erosão acelerada devido à declividade do terreno, às técnicas agrícolas inadequadas, quando se promovem desmatamentos extensivos para dar lugar a áreas plantadas, a ocupação desordenada do solo, impedindo grandes áreas de terrenos de cumprirem o seu papel de absorvedor de águas e aumentando, com isto, a potencialidade do transporte de materiais, em virtude do escoamento superficial ocasionado pelas grandes chuvas (GUIMARÃES, 2007).

Alem das ações antrópicas, os fatores climáticos, aliados ao tipo de solo e relevo, são os principais fatores condicionantes dos processos erosivos responsáveis pelo assoreamento dos reservatórios. O processo de assoreamento em uma bacia hidrográfica, encontra-se intimamente relacionado aos processos erosivos, uma vez que é este que fornece os materiais que, ao serem transportados e depositados, darão origem ao assoreamento (MEIO AMBIENTE 2007). O mesmo autor ainda retrata que assoreamento e erosão são dois processos diretamente proporcionais à dinâmica da bacia hidrográfica. O assoreamento é uma consequência direta da erosão. Para se observar se uma região está sofrendo uma erosão muito pronunciada basta que se observe a água das enxurradas e dos rios após as chuvas, se for barrenta, é porque a região a montante está sendo muito erodida; ao erodir um terreno, a água da chuva leva a argila em suspensão dando, às águas a cor amarelo-ocre.

GUIMARÃES (2007), comenta que este processo gera diversas consequências negativas, tais como aumento do nível das águas nos rios, provocando fortes inundações em grandes áreas ribeirinhas, diminuição da capacidade de acumulação de água dos açudes ocasionando problemas no abastecimento de águas dos municípios e até mesmo a morte das fontes hídricas.

Segundo CAMPAGNOLI (1998), a utilização dos índices de assoreamento dos corpos de água, como geoindicador ambiental, tem-se constituído em uma importante ferramenta para o controle da qualidade da água e do acúmulo de sedimento, razão por que a análise periódica das medidas dos níveis de assoreamento de um reservatório passa a ser recomendável, pois o nível de assoreamento dos corpos de água depende das ações preventivas e corretivas adotadas nas bacias hidrográficas, que visam à mitigação dos processos de erosão e degradação do solo e da água.

Um estudo do Banco Mundial (MAHMOOD, 1987) mostrou que a vida útil média dos reservatórios existentes em todos os países no Mundo decresceu de 100 para 22 anos, tendo-se avaliado em 6 bilhões de dólares anuais o custo para promover a remoção dos volumes que vão sendo assoreados. Ficou demonstrado, também, que a perda média anual de volume dos reservatórios devido ao depósito de sedimentos era de 1%, variável de um país para outro, e de região para outra. A partir de estudo realizado pela Eletrobrás/IPH (1994) conclui-se que a perda anual de capacidade de armazenamento dos reservatórios do Brasil é de aproximadamente 0,5% ou um pouco, mais nesses anos (CARVALHO, 1994).

As principais causas do assoreamento de rios, ribeirões e córregos, lagos, lagoas e nascentes, estão relacionadas aos desmatamentos, tanto das matas ciliares quanto das demais coberturas vegetais que, naturalmente, protegem os solos. A exposição dos solos para práticas agrícolas, exploração agropecuária, mineração ou para ocupações urbanas, em geral acompanhadas de movimentação de terra e da impermeabilização do solo, abrem caminho para os processos erosivos e para o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos, drenados até o depósito final nos leitos dos cursos d'água e dos lagos (NETTO, 2007).

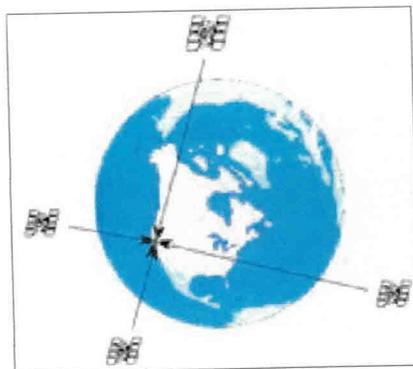
O acúmulo de sedimentos no reservatório tem conseqüências graves não só a montante da barragem mas também a jusante. A água limpa escoada para jusante da barragem tem maior poder de erodir margens e leitos do canal de escoamento (CARVALHO, 1994). COIADO (2001) também aborda a questão, salientando que “A jusante da barragem tem-se, como conseqüência principal, o aumento da erosão devido ao desequilíbrio provocado pela retirada da carga natural de sedimentos do escoamento.”.

A medida em que o assoreamento cresce, a capacidade de armazenamento do reservatório diminui, a influência do remanso aumenta para montante, as velocidades no lago aumentam e maior quantidade de sedimentos passa a escoar para jusante, diminuindo a eficiência de retenção das partículas (GUIMARÃES, 2007).

#### 2.4- Sistema de Posicionamento Global (GPS)

O GPS, ou NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Time And Ranging), é um sistema de navegação por satélite, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América - DoD (Department of Defense), com o intuito de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas; ele resultou da fusão de dois programas financiados pelo governo norte-americano para desenvolver um sistema de navegação de abrangência global: Timation e System 621B, sob a responsabilidade da Marinha e da Força Aérea, respectivamente. Em razão da alta acurácia, proporcionada pelo sistema, e do grande desenvolvimento da tecnologia envolvida nos receptores GPS, uma grande comunidade usuária emergiu dos mais variados segmentos da comunidade civil (navegação, posicionamento geodésico, agricultura, controle de frotas etc.) (MÔNICO, 2000).

A concepção do sistema GPS permite que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, ou próximo a ela, tenha à sua disposição, no mínimo, quatro satélites para serem rastreados, Figura 2.3; este número de satélites permite que se realize um posicionamento tridimensional em tempo real. Uma característica muito importante da tecnologia GPS em relação aos métodos de levantamento convencionais, é a não necessidade de intervisibilidade entre as estações; além disso, o GPS pode ser utilizado em quaisquer condições climáticas (GUIMARÃES, 2007).

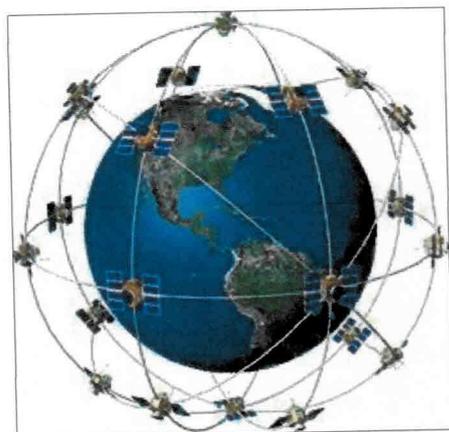


**Figura 2.3** – Número de Satélites  
Fonte: NARA (2007)

Segundo MÔNICO (2000) o GPS consiste de três segmentos principais: espacial, controle e de usuário.

### Segmento espacial

Os satélites que compõem este sistema orbitam ao redor da Terra, distribuídos em seis órbitas distintas, a uma altitude de 20.200 km; distribuídos em seis planos orbitais, com uma inclinação de  $55^\circ$  em relação ao equador e um período de revolução de 12 horas siderais, evento este que acarreta uma repetição na configuração dos satélites, com uma repetição de quatro minutos mais cedo, diariamente, em um mesmo local (Figura 2.4); tal configuração garante que, no mínimo, quatro satélites GPS sejam visíveis em qualquer local da superfície terrestre ou acima dela, a qualquer hora do dia.



**Figura 2.4** – Distribuição de satélites gps  
Fonte: NARA (2007)

### Segmento controle

O segmento de controle tem, como principais tarefas, monitorar e controlar continuamente o sistema de satélites, determinar o tempo GPS, calcular as correções dos relógios dos satélites, prever as efemérides dos satélites e atualizar periodicamente as mensagens de navegação de cada satélite. Esse sistema se compõe de cinco estações de monitoramento mundial, localizadas no: Hawaii (EUA), Atol Kwajalein (Oceano Pacífico Norte), Ilha de Ascension (Oceano Atlântico Sul), Ilha de Diego Garcia (Oceano Indico Sul) e Colorado Springs (EUA); três delas com antenas para transmitir os dados para os satélites (Ilha Ascension, Ilha de Diego Garcia e Atol de Kwajalein) e uma estação de controle central (Master Control Station), localizada em Colorado Springs (Figura 2.5).



**Figura 2.5** – Estações de Controle  
Fonte: NARA (2007)

### Segmento usuário

A categoria dos usuários pode ser dividida em civil e militar sendo que, para o uso civil, existe restrição quanto à precisão. Os militares americanos fazem uso dos receptores GPS para estimar suas posições e deslocamentos quando realizam manobras de combate e de treinamento.

Podem ser citadas como exemplo a Guerra do Golfo e, mais recentemente, a Guerra do Afeganistão (Figura 2.6), em que os receptores GPS foram usados para o deslocamento de tropas e na navegação de mísseis, até o alvo inimigo.



**Figura 2.6** – Seguimento usuário  
Fonte: NARA (2007)

Os métodos de posicionamento por GPS são, basicamente, divididos quanto ao referencial em posicionamentos absoluto e relativo e também recebem combinações com a presença ou ausência de movimento. Posicionamento é definido como sendo a posição de

objetos com relação a um referencial específico. O método de posicionamento pode ser classificado como absoluto, quando as coordenadas de um objeto estão associadas diretamente ao geocentro, e relativo, quando as coordenadas são determinadas em relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas. Um complemento a esta classificação se refere ao deslocamento de um objeto, quando o posicionamento se torna cinemático e oposição ao objeto em repouso e, deste modo, com posicionamento estático (MÔNICO,200).

Outro conceito significativo no geoposicionamento, é o conceito de posicionamento em tempo real e o pós-processado; no primeiro caso, a estimativa da posição da estação de interesse ocorre praticamente no mesmo instante em que as observações são coletadas; no pós-processado, as posições dos pontos em que dados foram coletados são estimativas em um processamento posterior à coleta (HOFMANN-WELLENHOF *et al*, 1997).

O método de posicionamento absoluto, também designado posicionamento por ponto, consiste na determinação de coordenadas tridimensionais utilizando-se um receptor isolado realizando medições de pseudodistâncias baseadas em observações de código ou de fase das portadoras (HOFMANN-WELLENHOF *et al.*, 1994).

O posicionamento relativo contribui para a redução de erros, especialmente o erro dos relógios do satélite, o erro das efemérides e o erro de propagação do sinal na atmosfera. Para o cálculo das pseudodistâncias podem ser utilizadas observações da fase do código, observações da fase do código suavizado pela portadora e observações da fase da portadora (KRUEGER, 1996, p. 16).

## **2.5- Degradação Ambiental**

De acordo com a SUDEMA (2003), a degradação ambiental é conceituada como "alteração adversa das características do meio ambiente" ou como poluição, que é "a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades humanas que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões estabelecidos".

As atitudes comportamentais do homem, desde que ele se tornou parte dominante dos sistemas, apresentam tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental. Ele esbanja energia e desestabiliza as condições de equilíbrio pelo aumento de sua densidade

populacional, além da capacidade de tolerância da natureza e de suas exigências individuais. Não podendo criar as fontes que satisfazem suas necessidades fora do sistema ecológico, o homem impõe uma pressão cada vez maior sobre o ambiente (MORAES & JORDÃO, 2005).

Os autores ainda comentam que os impactos exercidos pelo homem são de dois tipos: primeiro, o consumo de recursos naturais em ritmo mais acelerado do que aquele no qual eles podem ser renovados pelo sistema ecológico; segundo, pela geração de produtos residuais em quantidades maiores do que as que podem ser integradas ao ciclo natural de nutrientes. Além desses dois impactos, o homem chega até a introduzir materiais tóxicos no sistema ecológico que tolhem e destroem as forças naturais.

Desde quando o Homem começou a conviver em grandes comunidades, ele alterou a natureza, de forma a assegurar a própria sobrevivência e lhe proporcionar conforto. A agricultura, a pecuária e a construção de cidades etc. modificam diretamente a natureza, transformando, assim, características geográficas, como vegetação, permeabilidade do solo, absorvidade e refletividade da superfície terrestre, além de alterar as características do solo, ar atmosférico e das águas, tanto pluviais, fluviais como subterrâneas.

Para iniciar a discussão sobre esta tópico, cabe conceituar o que seriam as localidades consideradas degradadas, ou seja, aquelas que sofreram a Degradação Ambiental. Na visão de Almeida (2000), localidades degradadas ambientalmente são aquelas que, após distúrbios, tiveram eliminado juntamente com a vegetação, os meios de regeneração bióticos, como o banco de sementes, banco de plântulas, chuva de sementes e rebrota.

A degradação ambiental crescente no semi-árido brasileiro, o frágil equilíbrio do ecossistema da caatinga, o regime inconstante das chuvas, os solos delgados e pobres em nutrientes orgânicos, aliados às precárias condições sócioeconômicas das populações que habitam essa região, formam um conjunto de fatores que favorecem a ocorrência dos processos de desertificação; também se constatou que as novas tecnologias de sensoriamento remoto para o monitoramento ambiental de grandes áreas, associadas ao desenvolvimento de sistemas de geoinformação que permitem análises espaço-temporais precisas e acuradas sobre determinado fenômeno, natural ou antropogênico, indicam um novo caminho para a pesquisa científica sobre o complexo, vital e contemporâneo tema da desertificação (PACHECO, 2006)

Segundo Kageyama (1989) as matas ciliares vêm sofrendo há várias décadas, intensas e constantes degradações para dar lugar a culturas agrícolas, em razão da retirada de madeira e pela ação antrópica, apesar de serem consideradas áreas de preservação permanente, pelo código florestal.

Durigan (2003), a questão da quantidade de água é um fator crítico sendo as matas ciliares um dos fatores que auxiliam na sua conservação, embora se encontrem hoje reduzidas devido às construções de barragens, queimadas, desmatamento, projetos agrícolas e formação de pastagens.

A degradação ambiental pode ser vista como um dos resultados da pressão excessiva do uso das terras e envolve componentes espaciais e temporais, culminando na redução da produtividade de biomassa e da biodiversidade, em mudanças na qualidade e disponibilidade de água e na diminuição da viabilidade econômica. Se os processos que atuam nesta área tiverem magnitude e duração suficientes, os efeitos poderão atingir tamanho grau de severidade que, sem dúvida poderão tornar-se irreversíveis (Kazmierczak, 1996).

## **2.6- Uso e ocupação do terra**

O homem não tem usado sua habilidade para manipular a terra com toda sabedoria e preocupação necessárias; a consequência tem sido a degradação do meio ambiente, erosão do solo, compactação, falta de escoamento da água, ou inundações mais freqüentes, perda do “habitat” natural, desperdício dos recursos florestais, poluição da água e do ar. Esses são os resultados das faltas de aptidões e de compreensão humana sobre como usar apropriadamente a terra e seus recursos (DILL 2002).

A expressão uso da terra pode ser compreendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento de uso da terra consiste em mapear e avaliar qualitativamente tudo que existe sobre a litosfera (Rocha 1978).

Os levantamentos de uso da terra são de grande importância, uma vez que o uso desordenado dos espaços resulta em deterioração do ambiente (INPE 1980)

### **Uso da terra, segundo Souza Cruz (1998):**

- a) Topos de morros ou encostas: nessas áreas se deve manter a cobertura florestal original, pois elas são completamente inadequadas para uso agropastoril. Sem a cobertura vegetal essas áreas ficam sujeitas a processos erosivos, que determinam um impacto bastante severo no ambiente;
- b) Áreas de meia encosta: Em função de apresentarem ainda declividade relativamente acentuada, a fragilidade desses terrenos é grande, devendo seu uso ser bastante criterioso. Quando referidas áreas já forem desmatadas, o mais adequado é que sejam

destinadas para reflorestamento. O perigo maior são as áreas sem cobertura vegetal, que ficam muito expostas à erosão, inclusive porque poderão comprometer as partes que estão mais abaixo;

- c) Encosta com meia declividade: nessas áreas mais próximas à porção plana do terreno, já é possível se fazer uma utilização mais diversificada, mas a inclinação do terreno ainda determina cuidados com relação à erosão, evitando culturas anuais. O uso dessas áreas é indicado para a formação de pastagens ou de fruteiras. A locação de estradas deve ser feita corretamente buscando-se minimizar os prejuízos decorrentes de enxurradas;
- d) Encostas suaves: Esses solos podem ser utilizados para culturas anuais, porém necessitando sempre de práticas de conservação do solo e de contenção de erosão;
- e) Áreas planas: Em geral, são áreas com solos mais profundos e férteis. Associadas a topografia plana, tornam-se preferenciais para as culturas anuais, pois condicionam alta produtividade. Mesmo nessas áreas o agricultor deve utilizar práticas de conservação e melhoramento de solos;
- f) Margens de cursos d'água: A água é um recurso valioso indispensável; portanto, deve-se ter o máximo cuidado com sua conservação. A estratégia mais adequada para conservação dos recursos hídricos é a manutenção de florestas nos topos de morros, encostas e a utilização de todas as práticas que evitem o escoamento superficial e aumentem a infiltração no solo. Para complementar, deve-se manter a floresta nas margens dos cursos d'água, pois desta maneira se preservam seus limites, evita-se o assoreamento e se minimizam os riscos de contaminação, além de contribuir para a manutenção da fauna silvestre.

## 2.7- Batimetria

Em âmbito marinho, a concepção inicial do GPS era a de um sistema de navegação; posteriormente, novos campos de aplicação para o sistema se foram descortinando, como, por exemplo: mapeamento do fundo do mar; levantamentos hidrográficos precisos; monitoramento de assoreamentos e de erosão em rios, lagos, áreas costeiras e áreas portuárias; controle de atitude em embarcações, bóias e plataformas flutuantes; navegação precisa em áreas costeiras. Atualmente, verifica-se o grande interesse nas aplicações, em tempo real e na integração com outros sensores – Levantamento

## Hidrográfico.

Entende-se como Levantamento Hidrográfico, ao conjunto de trabalhos executados na obtenção de dados batimétricos, geológicos, maregráficos, fluviométricos, topo-geodésicos, de ondas, de correntes e outros, em áreas marítimas, fluviais, lacustres e em canais naturais ou artificiais, navegáveis ou não, desde que não tenham, como finalidade, a pesquisa e a investigação científica de que trata o Decreto nº 96.000, de 02 de maio de 1998 (IBAMA)

Um levantamento batimétrico tem por objetivo realizar as medições de profundidades associadas a uma posição na superfície d'água, necessárias em áreas marítimas, fluviais, em lagoas, e em canais naturais ou artificiais, navegáveis ou não, visando à representação dessas áreas em uma carta. As profundidades são de extrema importância para que se possa representar as linhas isobáticas, as quais permitirão a visualização da topografia submersa. Diversos instrumentos podem ser empregados na medição de profundidades, dentre eles: o prumo de mão, a máquina de sondar, as estádias e os ecobatímetros (Krueger et al 2002).

Em um levantamento hidrográfico, não é possível selecionar pontos estáveis de observação (marcos) e tampouco repetir as observação, motivo pelo qual as determinações da profundidade e da posição horizontal devem ser simultâneas. A posição horizontal pode ser obtida utilizando-se métodos de posicionamento Diferencial por satélites artificiais GPS (DGPS) ou ainda amarrado a posição da embarcação a três ou mais pontos em terra, por métodos de levantamento topográfico convencional. Quanto à profundidade, ela pode ser obtida através de observações com ecobatímetros, com sistemas laser aerotransportados, por informações de radares altimétricos ou com imagens de satélites; a escolha dos métodos para determinação das profundidades é função da precisão almejada.

A Batimetria pode ser definida como 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, rios, lagos, açudes, represas e canais (ALMEIDA et al, 1993).

Em CEBRAPROT , 2006 – módulo 14 – HIDROMETRIA E BATIMETRIA, tem-se que a fase de um levantamento batimétrico consiste, basicamente, na obtenção de um

conjunto de pontos relativos a vários locais dentro do reservatório estudado, de modo que seja todo coberto. As duas primeiras coordenadas de cada ponto indicam a posição sobre a superfície enquanto a terceira coordenada apresenta a profundidade naquele ponto.

Atualmente, batimetria é entendida também, como a construção de mapas do relevo do fundo das águas, equivalente aos mapas topográficos terrestres (MOHO, 2007).

### Ecobatímetro

O princípio fundamental de um ecobatímetro consiste em que um feixe de ondas sonoras (frequência menor que 18 KHz) ou ultra sonoras (frequência maior que 18 KHz) seja transmitido verticalmente por um emissor instalado na embarcação, atravessando o meio líquido até atingir o fundo submerso e aí se reflete, retornando à superfície, onde é detectado por um receptor. O tempo decorrido entre a emissão do sinal e a recepção do eco refletido do fundo submerso é convertido em profundidade, visto que a velocidade do som na água é conhecida ou determinada; basicamente, eles são compostos de: transmissor, receptor, amplificador, registrador, transdutor e comando de transmissão. A intervalos de tempos constantes o comando de transmissão envia um pulso ao transmissor que, recebendo este sinal, remete um pulso de energia elétrica de potência muito maior que a recebida, ao transdutor. O transdutor de recepção transforma energia elétrica em sonora (pelo princípio da magnetostrição ou da piezo- eletricidade). O eco refletido pelo fundo submerso impressiona o transdutor de recepção, que transforma energia sonora em elétrica, que é, por sua vez, é enviada a um medidor de intervalo de tempo, e, é medido o intervalo entre a emissão do pulso e a recepção do eco, que é transformado diretamente em profundidade e apresentado, visual ou graficamente, no registrador (Miguens, 1996).

# Capítulo III

UFCG - BIBLIOTECA

## MATERIAL E MÉTODOS

---

### 3.1- Material

#### - Material utilizado

- Um par de receptor GPS de uma frequência Promark II; (Figura-3.1)
- Um receptor GPS Topográfico de uma frequência Reliance; (Figura-3.2)
- Ecobatímetro (Figura-3.3)
- Receptor GPS de navegação, 12 canais, GARMIN 76; (Figura-3.4)
- Teodolito;
- Motor de 15 cv;
- Notebook Compaq Presário;
- Microcomputador Pentium IV 1.7 GHz
- Bateria de 12 volts;
- Máquina fotográfica digital.
- Barco para navegação



**Figura 3.1** - GPS Promark II



**Figura 3.2-** GPS modelo Reliance



**Figura 3.3** - Ecobatímetro



**Figura 3.4-** GPS modelo Garmin76

**- Software:**

- Software para planejamento e execução dos dados do levantamento GPS (Autocad 2000 e GPS Trackmaker);
- Software pós-processamento dos dados do levantamento GPS (Reliance v. 4.0);
- Software para processamento dos dados de profundidade (SonarLite 2000);
- Software para geração do Modelo Digital do Terreno a partir dos dados batimétricos (SURFER 8.0).
- Software para eliminação de profundidades incorretas (MapInfo 7.0).

### **3.2- Metodologia Utilizada**

A metodologia adotada foi a de GUIMARAES (2006): Levantamento Batimétrico Automatizado, utilizando-se técnicas de posicionamento por satélites para calcular o grau de assoreamento do manancial .

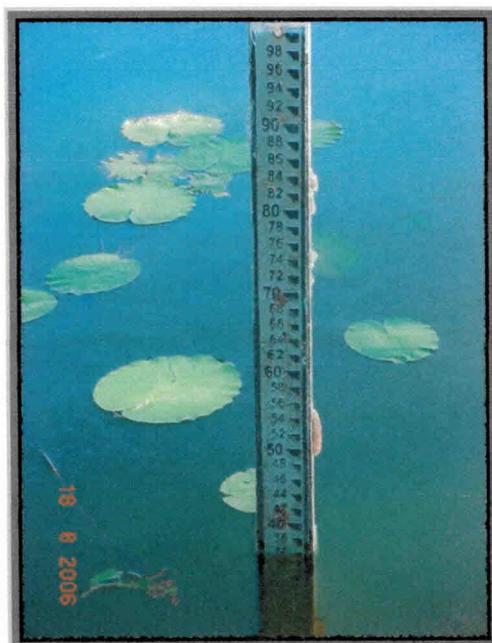
#### **3.2.1 - Descrição da metodologia**

##### **3.2.1.1 – Levantamento batimétrico automatizado do Açude Público de Santa Luzia**

O levantamento batimétrico automatizado requer atividades de escritório e de campo. Nas atividades de escritório são desenvolvidos trabalhos de planejamento de linhas batimétricas a serem levantadas, análise e processamento dos dados GPS coletados no reservatório; já as atividades de campo estão condicionadas à instalação de equipamento para obtenção do nível da água, levantamento planimétrico do contorno do açude e aquisição dos dados de posição e profundidade.

##### **3.2.1.2 – Instrumentação do açude**

Em um levantamento batimétrico automatizado a primeira providência a ser tomada é a instalação de réguas limétricas. Réguas limétricas são equipamentos necessários para o acompanhamento do nível de água do reservatório denominado, no meio técnico, cota. O Açude Público de Santa Luzia pertence à Rede de Monitoramento Hidrométrica do Estado da Paraíba dotado, portanto, de instrumentos de medição de nível de água (Figura 3.5).



**Figura 3.5-** Régua limétrica  
Fonte: Guimarães – Açude de Itaporanga



**Figura 3.6 –** Comporta graduada – Açude de Santa Luzia  
Fonte: Araújo, Beranger A.

### 3.2.1.3 - Levantamento planimétrico da bacia hidráulica do açude e ilhas

Nesta etapa de trabalho, realizada nos dias 15 e 16 de agosto de 2006, utilizaram-se, dois GPS de alta precisão. A metodologia adotada para o levantamento do contorno do açude foi o posicionamento relativo cinemático com correção pós-processada (MONICO, 2000).

Antes do levantamento planimétrico do manancial, configurou-se o par de GPS de precisão (Base e móvel), conforme **Tabela 3.1**.

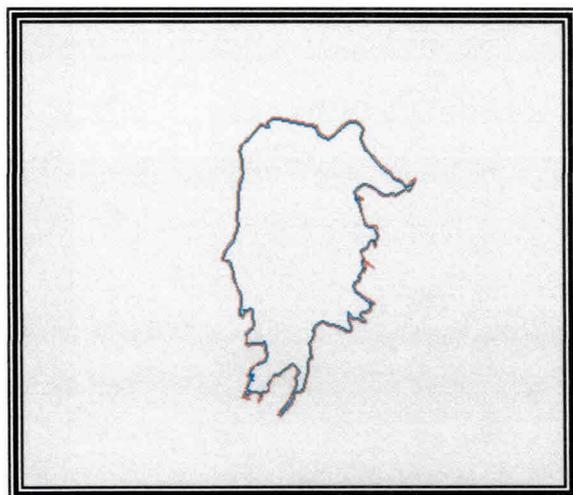
**Tabela 3.1 - Configuração utilizada no par de GPS**

Configuração	Base	Móvel
Datum	SAD 69	SAD 69
Sistema de coordenadas	UTM	UTM
Taxa de armazenamento	2 pontos/segundo	2 pontos/segundo
PDOP <sup>1</sup>	< 3,0	< 3,0
Zona	24 M	24 M
Altura da antena	2,05 m	1,5 m
Modo de coleta	Estático	Cinemático

O GPS base (estático) ficou posicionado na Fazenda Barra a aproximadamente a 7 km da Açude.

A instalação da base na Fazenda Barra foi motivada em virtude de nela haver um marco georreferenciado de coordenadas 732852,828 E e 92382246,603 N, transportado de um marco catalogado pelo IBGE localizado na Serra da Samambaia na cidade do Junco do Seridó, PB.

A situação ideal para este levantamento seria posicionar o barco exatamente na linha limite entre a água e a terra firme contemplando, desta forma, toda área do espelho d' água; como esta situação ideal é impossível do ponto de vista prático, manteve-se uma distância de aproximadamente 10 metros da margem durante o levantamento do contorno do açude e, para compensar esta área de margem não levantada, utilizou-se o software ArcView para corrigir o contorno levantado aplicando-se uma operação off set de 10 m. pra fora obtendo-se , portanto o perímetro real do manancial.



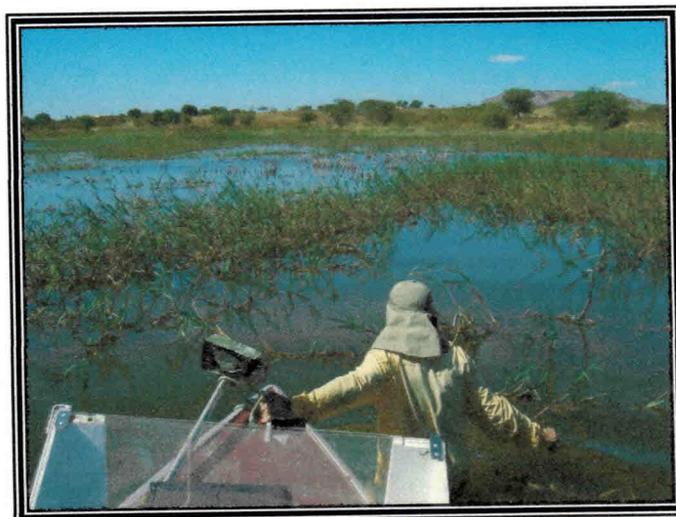
**Figura 3.7 - Correção do contorno**

**Fonte:** Araújo, Beranger A.

Para o caso das ilhas, a correção é realizada de forma análoga, mudando-se apenas o sentido da correção, ou seja, o off set aplicado é para dentro, diferentemente do caso anterior.

As dificuldades encontradas nesta etapa de levantamento podem ser resumidas da seguinte forma:

- Impossibilidade de levantamento direto do contorno do manancial, como já mencionado;
- Áreas com grande quantidade de vegetação de superfície, impedindo a penetração do barco (Figura 3.8);
- Afloramentos rochosos que podem danificar a hélice;
- Redes de pescadores que faziam com que o motor parasse de funcionar, atrasando o levantamento.



**Figura 3.8 -** Vegetação impedindo o deslocamento do barco

Fonte: Araújo, Beranger A.

### 3.2.1.4 - Planejamento das seções batimétricas

Consistiu na definição do espaçamento e posicionamento das seções batimétricas sobre o espelho de água do açude, levantado anteriormente. Para o distanciamento entre as seções batimétricas a serem levantadas, utilizou-se a metodologia adotada por CARVALHO (2000), na qual o reservatório é classificado pela sua capacidade de acumulação de água (Tabela 3.2).

**Tabela 3.2- Classificação de reservatórios pela capacidade**

Tipo do reservatório	Capacidade ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Levantamento
Pequeno	< 10	A cada 2 anos
Médio	10 a 100	A cada 5 anos
Grande	> 100	A cada 10 anos

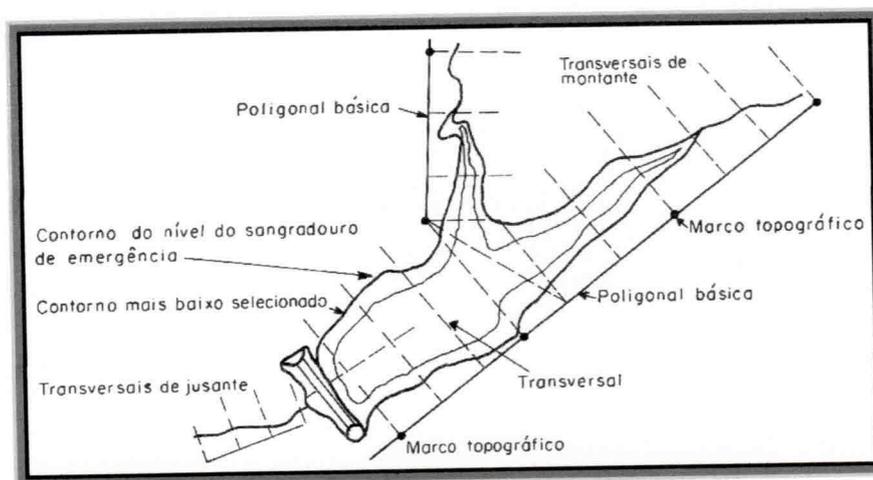
posteriormente, o autor relaciona o tipo de reservatório às distâncias entre seções batimétricas (Tabela 3.3).

Escala do mapa	Distância entre seções (m)	Tipo de reservatório
1 : 2.000	20	Pequeno
1 : 5.000	50	Médio
1 : 10.000	100	Médio a grande
1 : 20.000	200	Grande
1 : 25 000	250	Grande

**Tabela 3.3 -Distanciamento entre seções batimétricas**

A capacidade de armazenamento do Açude Público de Santa Luzia é de 11.960250 m<sup>3</sup> sendo, assim, classificado como de porte médio. De acordo com a Tabela 3.3, atribuiu-se uma distância de 30 m entre as seções batimétricas.

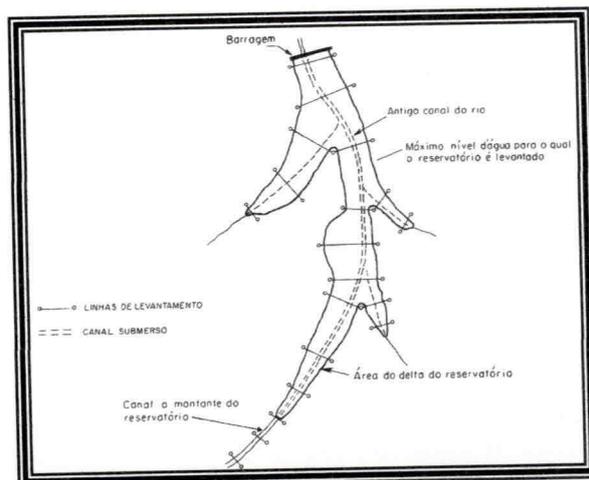
A orientação ou posicionamento das linhas batimétricas é muito importante para melhor distribuição dos pontos levantados em toda a bacia hidráulica do reservatório. VANONI (1977) apresenta dois modelos de posicionamento de seções batimétricas, s um para reservatórios pequenos e o outro para grandes mananciais.



**Figura 3.9** - Distribuição das seções, no caso de pequeno reservatório  
Fonte: Carvalho (2000)

No caso de pequenos reservatórios, as seções batimétricas são traçadas perpendicularmente às linhas base, posicionadas paralelamente ao leito dos rios do reservatório (Figura 3.9)

Quando se trata de grandes reservatórios abandonam-se as poligonais bases e as seções batimétricas são posicionadas perpendicularmente ao leito dos rios (Figura 3.10).



**Figura.3.10-** Distribuição das seções no caso de grande reservatório  
 Fonte: Carvalho (2000)

A disposição das seções batimétricas para o Açude Público de Santa Luzia seguiu a orientação dos dois modelos supracitados. As linhas batimétricas têm outra finalidade relevante que é guiar todo o levantamento de pontos de profundidades, funcionando como estradas fictícias para o percurso do barco.

O modo de distribuição e espaçamento das seções batimétricas ao longo do espelho de água do manancial, influencia o custo total do levantamento, visto que o percurso total a ser percorrido pelo barco aumenta ou diminui em função dessas variáveis.

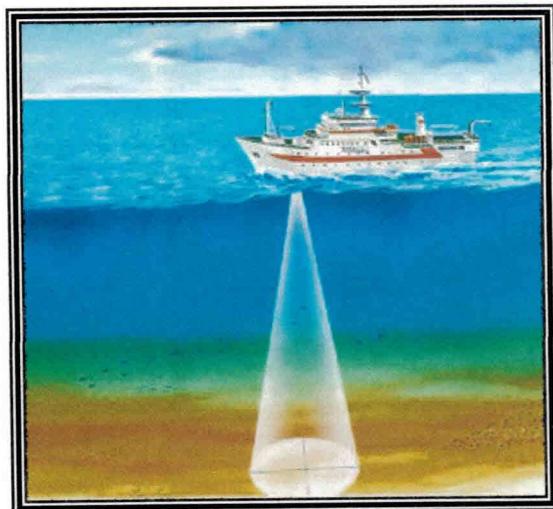
### 3.2.1.5 - Levantamento das seções batimétricas

Esta fase do trabalho teve início no dia 14 de agosto de 2006 e finalizou no dia 16 de agosto do mesmo ano

O levantamento das seções batimétricas consistiu na leitura e no armazenamento de pontos tridimensionais contendo as coordenadas (x, y) referente à posição e a profundidade z. A profundidade z é calculada pelo somatório da profundidade registrada pelo ecobatímetro e o calado. O calado é definido como a distância vertical entre o nível da água e o sensor do transdutor de onde parte o feixe de ondas acústicas.

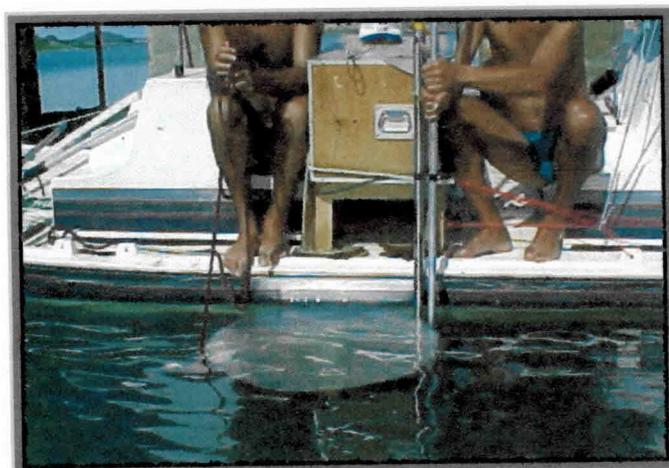
O ecobatímetro é um instrumento que mede a profundidade, via emissão de pulsos acústicos, para o fundo do corpo d'água e mensura o tempo de deslocamento do

sinal acústico, pela conversão do intervalo de tempo da distância percorrida da onda entre o transdutor e o fundo do reservatório (Figura 3.11 ).



**Figura 3.11** – Funcionamento de um Ecobatímetro

Na prática, esta velocidade do som varia por fatores tais, como: temperatura da água, salinidade e turbidez. Assim, para minimizar a influência desses fatores e para melhor precisão das medidas de profundidade, estipulou-se uma sistemática de calibração uma vez ao dia, nas faixas de 1 a 2 metros de profundidade, com intervalos a cada metro, utilizando-se uma placa metálica graduada até 5 m (Figura 3.12) que era descida verticalmente, e onde se calibrava o ecobatímetro pela alteração da velocidade do som emitida, de modo que a sonda registrasse a mesma profundidade obtida pela graduação da placa



**Figura 3.12-** Sistemática de calibração do Ecobatímetro.

Fonte Guimarães

A configuração básica do ecobatímetro é apresentada na Tabela 3.4. Salienta-se que a velocidade do som não é um parâmetro fixo, haja visto que depende de fatores físicos e térmicos da água.

Configuração do ecobatímetro		
Taxa de armazenamento	1 pontos/segundo	Valor fixo
Velocidade de som	1.500 m/s	Valor variável
Calado	40 cm	Valor variável
Armazenamento	513,8 kb	Valor fixo

**Tabela 3.4-** Configuração básica do Ecobatímetro

O Ecobatímetro utilizado permite medir profundidades em torno de 99 m (máxima) e 5 cm (mínima) o que possibilitou a leitura e o armazenamento de profundidades submétricas.

A orientação das seções batimétricas tornou-se possível com o uso de um notebook e o softwarea GTM. O software lê arquivos de mapas de diversos formatos e permite a navegação em tempo real, através de uma comunicação com o GPS GARMIN; sendo assim, se inseriu no notebook, o arquivo, em formato DXF, contendo os dados do contorno do açude e as seções batimétricas planejadas (Figura 3.13).



**Figura 3.13-** Tela ilustrativa de navegação para levantamento das seções  
Fonte: Guimarães, 2006

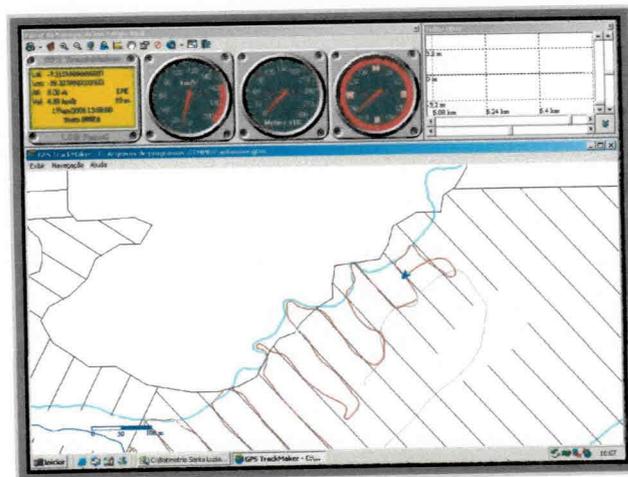
A tela de informação da navegação possibilita o acesso visual a diversas informações, como posição, altitude, data, hora, velocidade e direção.

Para garantir a aquisição de dados com boa distribuição espacial, faz-se necessário percorrer, o mais próximo possível, as linhas batimétricas, trabalho este que exige grande experiência e senso de orientação do navegador. É praticamente impossível navegar durante todo o tempo seguindo exatamente as seções batimétricas, fato que não compromete o trabalho mas é imprescindível uma boa aproximação para garantir excelente distribuição espacial das amostras coletadas.

A validação da qualidade dos dados de profundidade obtidos é feita através do levantamento de algumas seções de validação. Os pontos de interseção entre as seções batimétricas e de validação, devem produzir, teoricamente, profundidades iguais, garantindo a fidelidade dos dados levantados à realidade.

A Figura 3.14 mostra algumas seções levantadas, e a criação de uma linha de validação entre as seções planejadas. Observa-se, nesta figura, a dificuldade de navegação exatamente seguindo-se as seções batimétricas.

As linhas de validação são levantadas em período oposto ao levantamento das seções batimétricas objetivando-se assim, avaliar os possíveis efeitos de mudança de temperatura da água na medida das profundidades.



**Figura 3.14-** Trecho ilustrativo do levantamento das seções batimétricas e seção de validação

Fonte: Guimarães

UFCC - BIBLIOTECA

# Capítulo IV

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 - Levantamento batimétrico automatizado

Após processamento dos dados de campo (levantamento batimétrico) foram encontrados os seguintes resultados:

- Área da bacia hidráulica: 1603040 m<sup>2</sup>
- Volume máximo: 8.650.000 m<sup>3</sup>
- Profundidade média: 4,54 m
- Profundidade máxima: 9,16 m

### 4.2 - Assoreamento e tabela Cota x Volume

Outro produto obtido com o processamento dos dados batimétricos foi o volume por cota o que possibilitou a comparação entre os valores da época da construção do açude com valores obtidos quando da realização da batimetria (Tabela 4.1).

**Tabela 4.1- Dados de Cota x Volume – Projeto Inicial e batimetria 2006**

Cota ( m)	Volume original (m <sup>3</sup> )	Volume Atual (m <sup>3</sup> )	Volume Assoreado (m <sup>3</sup> )
97	11960250	8650000	3310250
96	9528000	6391921	3136079
95	7376750	4594321	2782429
94	5519500	3180838	2338662
93	3852375	2081024	1771351
92	2746750	1268638	1478112
91	1799750	667026	1132724
90	1152125	263285	888840
89	696625	47531	649094
88	382125	141	381984
87	178500	0	178500
86	64125	0	64125
85	2425	0	2425
84	0	0	0

Após a comparação entre a capacidade de armazenamento do Açude Público de Santa Luzia, na época de sua construção e na época em que foi feita a batimetria, verificou-se que o açude de Santa Luzia apresenta redução na ordem de 3.310.250,00 m<sup>3</sup>, 27% de seu volume original,

indicando uma taxa média anual de 1,4 % ao ano, valor muito acima da média nacional que é de 0,5% ao ano e também superior à taxa média mundial, de 1,00% ao ano (GUIMARÃES, 2006).

O consumo de água da cidade de Santa Luzia é garantido hoje pelo sistema Coremas/Mãe D'água durante o período diurno já no período noturno o abastecimento da cidade é garantido pelo bombeamento da água do açude da cidade de Santa Luzia.

Mesmo sendo garantido o abastecimento urbano sem as águas do Açude Público de Santa Luzia, a preocupação com o destino deste açude não deve ser relegada a um segundo plano, visto que outras atividades, tais como pesca e cultura de vazantes, ainda existem na área do açude e também a escassez de água no semi-árido torna obrigatória a preservação de todos os corpos d'água existentes na região.

A preocupação com a preservação do açude em estudo aumenta quando se observa que durante a seca de 1999/2004 foram retirados, do seu leito, o equivalente a 2.000.000 m,<sup>3</sup> de material erodido da área da bacia hidrográfica do açude (PMSL) ( Figuras 4.1)



**Figura 4.1 - Máquinas trabalhando no leito do Açude Público de Santa Luzia**

**Fonte: Beranger**

A Figura 4.2 mostra um corte frontal feito na época da retirada do material do leito do açude; nele se pode observar a camada de material erodido da bacia contribuinte e depositados no leito do açude. Cada camada corresponde ao arrasto de um período chuvoso.



**Figura 4.2-Perfil do leito do açude**

A origem deste assoreamento está no mau uso do solo por toda área da bacia contribuinte.

Em uma expedição de observação partindo do encontro do Rio da Barra com o Açude Público de Santa Luzia passando pela Barragem de Pedra e Cal, construída no ano de 1933 por José Alves Dantas, para barrar os rios Cambão, Palha e Cupauá e continuando até a ponte, constatou-se o alto grau de degradação em que se encontra este rio, que é um dos principais alimentadores do açude.

Na embocadura do rio com o açude se encontraram resíduos de mineração, Figura 4.3. A região de estudo é rica em minerais, como caulim, mica, quartzo rosa etc, a exploração e beneficiamento são feitos, normalmente, de forma predatória, com os rejeitos sendo dispersos na área da bacia sem nenhuma obra de contenção, o que facilita o carreamento do material para o açude.



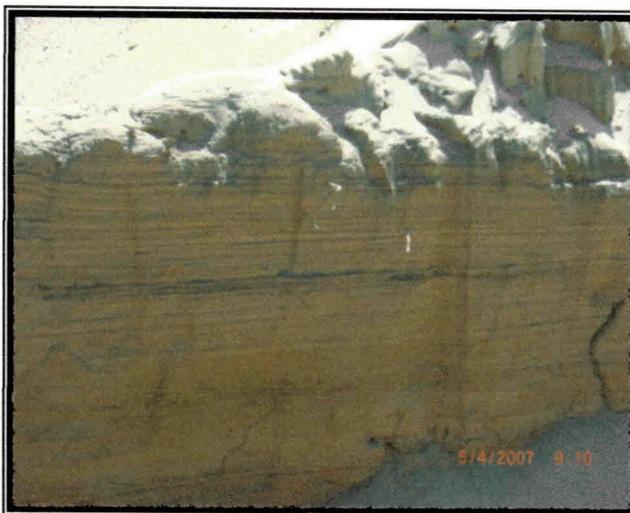
**Figura 4.3 – Resíduo de Mineradora**

A Figuras 4.4 mostra o local de extração de areia no leito do Rio da Barra, e a foto 4.5 indica o perfil longitudinal do local de extração e as camadas de sedimentos de épocas distintas;

este material é resultante de processo erosivo ocorrido na bacia hidrográfica.



**Figura 4.4 – Areial**



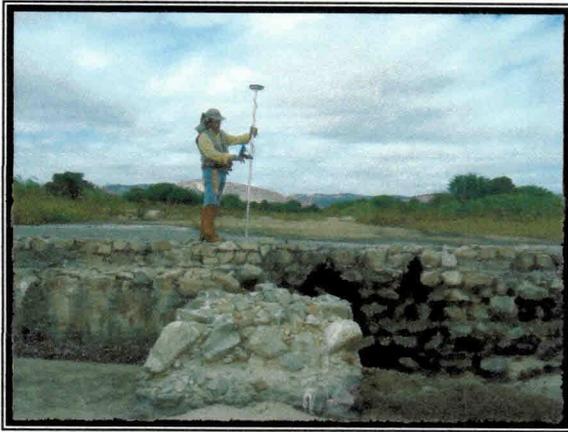
**Figura 4.5 – Perfil do Areial**

Rio acima ainda na área do areial, um poço através do qual se observa a profundidade do lençol freático (Figura 4.6).

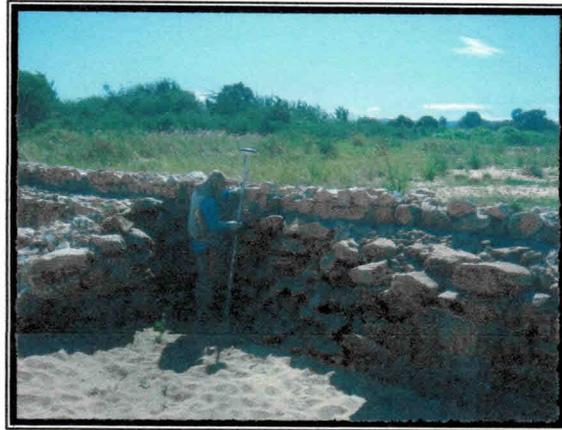


**Figura 4.6 - Poço**

Tem-se; mais adiante, a Barragem de Pedra e Cal que se encontra totalmente assoreada conforme pode ser observado nas figuras 4.7 e 4.8

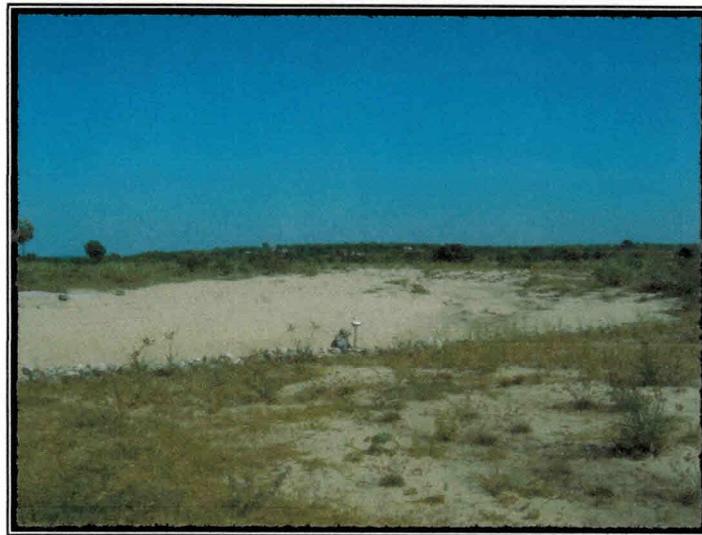


**Figura 4.7 - Barragem de Pedra e Cal**



**Figura.4.8 - Barragem de Pedra e Cal**

A Figura 4.9 mostra as margens do Rio da Barra completamente desprovido de mata ciliar

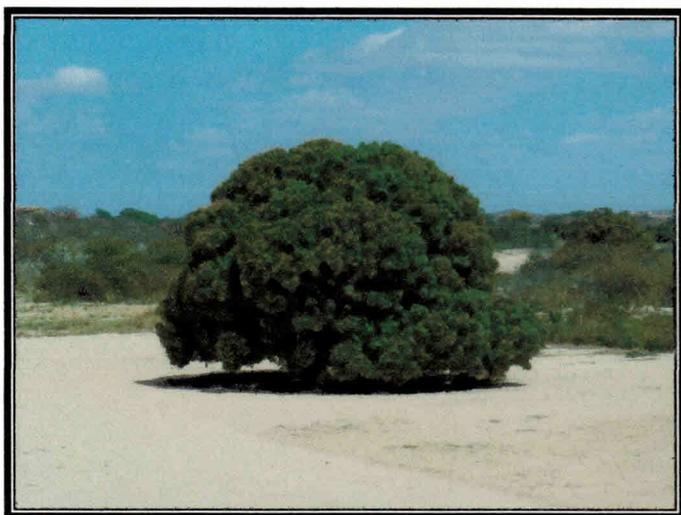


**Figura 4.9 - Margens do Rio da Barra**

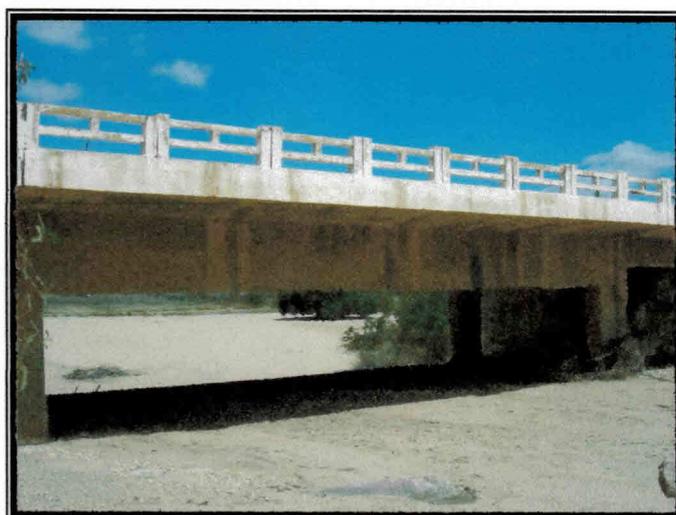
A ausência da mata ciliar faz com que a água da chuva escoe rapidamente sobre a superfície, não permitindo sua infiltração e armazenamento no lençol freático; com isto, reduzem-se as nascentes, os córregos, os rios e os riachos. A mata ciliar é uma proteção natural contra o assoreamento; sem ela, a erosão das margens leva terra para dentro do rio, tornando-o barrento e dificultando a entrada da luz solar.

As Figuras 4.10 e 4.11 são bem ilustrativas do grande assoreamento do Rio da Barra, ocasionado pela má conservação ou mesmo inexistência das matas ciliares.

Nota-se que na figura 4.10, o assoreamento já tomou conta de todo o caule da mangueira e encontra-se bem próximo de atingir a copa da árvore ; já na figura seguinte o vão da ponte está a pouco mais de 1 metro do leito assoreado.



**Figura 4.10** – Assoreamento do rio



**Figura 4.11** - Assoreamento do rio

#### **4.3 – Mapa Batimétrico mostrando as isolinhas de profundidade**

Os mapas batimétricos são ferramentas de grande importância para o conhecimento das características morfológicas do fundo de corpos d'água. No caso de reservatórios, os mapas batimétricos se mostram úteis na visualização da geometria do reservatório, tornando-se um subsídio significativo para a realização de estudos de erosão, sedimentação, qualidade da água, ictiofauna e comunidade bentônica, entre outros.

O mapa de isolinhas de profundidades mostra a distribuição do relevo submerso Figura 4.12; através deste mapa é possível fazer uma análise visual sobre o comportamento da variável profundidade, ao longo de toda área do açude, constatando-se que os maiores valores de profundidades foram encontradas nas áreas próximas à parede do reservatório e sangradouro. O mapa batimétrico resultante deste levantamento, permitiu uma representação da geometria do reservatório, o que tornou possível visualizar não somente as variações de profundidade mas

também a morfologia do fundo do reservatório. Pode-se observar, ainda, a posição do talvegue do curso d'água represado.

#### 4.3 - Mapa batimétrico mostrando as isolinhas de profundidades

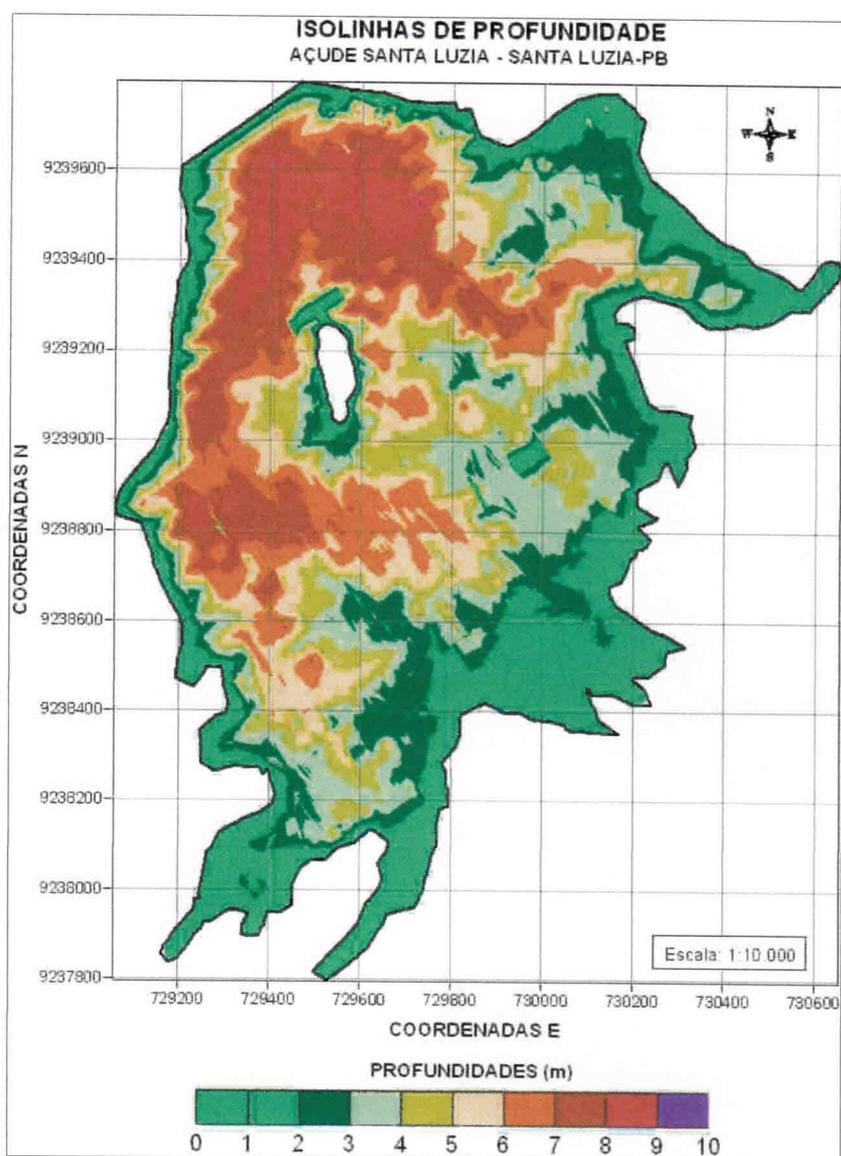


Figura 4.12 – Mapa Isométrico

---

# Capítulo V

Quero chamar a atenção  
Povo de Santa Luzia  
Quando eu encher um dia  
Sem a recuperação  
E com esse sujeirão  
Caindo dentro de mim  
Provocando coisa ruim  
O povo vai reclamar  
E como posso evitar?  
Se o povo me trata assim

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

### Conclusões

- Existe volume assoreado do Açude Público de Santa Luzia, 3.310.250,00 m<sup>3</sup>; ou seja 27% de seu volume original, representando uma taxa média anual de 1,4 % ao ano, um valor muito acima da média nacional, que é de 0,5%.
- Mais preocupante se torna a situação do Açude quando se agrega a este valor assoreado, o volume de 2.000.000 m<sup>3</sup> de material erodido da bacia contribuinte e retirado no leito do açude e o volume de material erodido e retido na Barragem de Pedra e Cal.
- Ações antropicas ocorridas na bacia hidrográfica contribuinte, desmatamento de encostas e matas ciliares para atividades pecuárias, agrícolas e de mineração aliadas a topografia da área, constituem a principal causa do assoreamento.
- Atualmente essas atividades, ainda que em menor intensidade, continuam ocorrendo na área da bacia e o uso desordenado dos recursos naturais da bacia hidrográfica do Açude Público de Santa Luzia, coloca em risco a vida do açude.

### Recomendação

O assoreamento ocorrido no açude é um indicador da necessidade de se verificar o grau de deterioração da bacia hidrográfica contribuinte e de se buscar mecanismo que interrompa o processo de degradação em andamento. Pode-se concluir pelas informações que, se parte do material erodido da bacia contribuinte não fosse retido pela barragem de Pedra e Cal e não fossem retirados os 2.000.000 m<sup>3</sup>, com certeza o Açude de Santa Luzia não mais existiria.

- Como medidas a serem adotadas para a preservação do Açude Público de Santa Luzia, sugere-se que se adotem os princípios básicos de ocupação de bacias hidrográficas:
  - proteção de áreas de nascentes;
  - proteção de topos de morros;
  - proteção de áreas com declive maior que 45°;
  - proteção de matas ciliares.
- Como o Açude Público de Santa Luzia é um açude urbano deve-se adotar, ainda, medidas que impeçam a poluição urbana.
- É fundamental que se envolva a comunidade em torno da proposta de preservação do açude; para isto criar uma associação para Gestão do Açude Público de Santa Luzia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.M.B, e REPELLI, C.A., MELLO, N.G., A pré-estação chuvosa no Norte do Nordeste Brasileiro e sua relação com a temperatura dos oceanos adjacentes. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 8 (1): 22-30, 1993.

ANDRADE, M.C. **O desafio ecológico: utopia e realidade**. São Paulo: Editora Hucitec, 1994. 108p.

ARAGÃO. J. O. R. Ministério da Agricultura. **Fatos sobre o Fenômeno de El Niño e sua relação com as secas no Nordeste do Brasil**. INEMET. 3<sup>o</sup> DISME. 1989.

BLAIKIE P., CANNON T., DAVIS I e WISNER B. El Desafio de Los desastres y nuestro Enfoque: In: **Vulnerabilidad – El entorno social, político y economico de los desastres**. LA RED 1996. 374p.

BARBOSA, M. P. Vulnerabilidade de risco a desastre. **Apostila**, Campina Grande, DEAg / UFPB. 1997. 87p.

BARBOSA, M. P., MELO, A.B.C. DE, SILVA. P. S. – EL BRASIL Y EL NIÑO – **El entorno social, político y economico de los desastres** – , 1999 (no Prelo).

BOLETIN DE CONTROL DA DESERTIFICAÇÃO. Nairobi, Kenya: FAO/PNUMA (198). Semestral, n<sup>o</sup> 27. 1995. ISSN 0379-2455.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório – Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, Convênio MA/CONTAP/USID/BRASIL. 1972. (Boletim DFSS-EPE-MA, 15 – Pedologia, 8).

BRASIL. Congresso. Senado Federal. Comissão El Niño. **Relatório Final** / Relator Waldeck Ornelas. – Brasília. Senado Federal. Secretaria Especial de Editoração e Publicações, 1997. 192p.

CANDIDO, H. G. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó Paraibano. Campina Grande: 2000. 105p. Dissertação (**Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola**) – UFPB.

CARDONA, O. D., **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad e el riesgo. Taller regional de Capacitación para la Administración de desastres**, ONAD/PNUD/OPS/UNDRO, Bogotá, 1991, 3p.

CARVALHO, O. **A economia política do Nordeste: secas, irrigação e desenvolvimento**. Editora Campus Ltda., Rio de Janeiro, 1988, 505 p.

CPTEC, 1997, As condições climáticas sobre o Brasil durante julho de 1997, Infoclima, INPE/CPTEC, nº 8, 14/08/97, S. J. dos Campos, SP.

CPTEC. **Tabela de anos El Niño / La Niña**. [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br) 21 jan. 2000.

CUNHA, G.R. El Niño – Oscilações do Sul: Um fenômeno que influencia o clima e a agricultura de diferentes partes do mundo. **Plantio Direto**, Passo Fundo, N<sup>o</sup>29, p.4-8, set/out. 1995.

CUNHA, G.R. O fenômeno El Niño – Oscilação do sul e suas aplicações na agricultura do Sul do Brasil. **Revista Lavoura Arrozeira**. EMBRAPA-CNPT. Passo Fundo. 1998. 14p.

CLIMERH. **Anomalias La Nina 2002**. [www.climerh.rct-sc.br/nino](http://www.climerh.rct-sc.br/nino). 13 novembro/2001.

CUNY C. F. "**Disaster and Development**", Oxford University Press, Inc. New York, Oxford, 1983.

DUQUE, JOSÉ GUIMARÃES. **Solo e Água no Polígono das Secas**. Mossoró. ESAN, 1980. 276 p.

EIRD, Estrategia Internacional para la Deducción de Desastres – **Informa** – América Latina y el Caribe, Número 2, 2001, 67p.

FERNANDES, M. F. Avaliação da Aptidão Agrícola da Terra de parte do Setor Leste da Bacia do Rio Seridó, usando Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Campina Grande, UFPB, 1997. 186p. **Dissertacao de Mestrado**.

FELGUEIRA M. A. **OS Judeus foram nossos avós**. Coleção Mossoroense, Série C - N<sup>o</sup> 840. 1994. 135p.

FIBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Dir. Reg./R.D.G. 67/86. **Boletim de Serviço** (suplemento) N<sup>o</sup> 1763. Ano XXXVIII. Rio de Janeiro, 1989.

FIBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível:  
[www.sidra.ibge.gov.br/cgi\\_bin/prtabl](http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi_bin/prtabl). Consultado em 22 abril/2001.

FRANCO, A. A. Recomposição/Restauração em Área de Mineração. In: Recuperação de Manejo de Áreas Degradadas, 1997, Campinas. **Memorial do Workshop**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. p.29-30.

GILLETE. H. P. 1950. A Creeping Drought Under Wal. **Water and Sewage Works** (March), pp. 104-105.

HAGMAN, G. 1984. **Prevention Better than Cure: Report on Human and Natural Disasters in the Third Worl.** Swedish Red Cross, Stockholm.

Instituto de Pesquisas Espaciais. **Metodologia de Interpretação de dados de Sensoriamento Remoto e Aplicação na Vegetação.** São José dos Campos, INPE, 1981. 59p.

LEITE, J.A. **A sócio-economia do semi-árido.** Ed. Governo do Estado da Paraíba. João Pessoa. 1985. 47p.

LIMA, A. C. de **Estudo antropológico de causa e efeitos dos desastres naturais no nordeste do Brasil.** Fortaleza – Ceará, Ed. Universitária/2000. 29p.

MASKREY, ANDREW – **El Maneo popular de los Desastres Naturales.** – Estudios de vulnerabilidad y mitigacion. Lima- Perú / outubro de 1989. 208 p.

MASCREY ANDREW – **Navegando entre Brumas:** La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al análisis de riesgo en América LatinaITDG/LA RED – 1998, Peru 344p.

MEDINA, Juvenal e ROMERO, Rocio. **Los Desastres Si Avisan.** Estúdios de vulnerabilidad y mitigacion II.ITDG – Lima – Peru, 1992, 172p.

MONTEIRO, M. Desertificação Ameaça o Nordeste Brasileiro. **Revista Ecologia e desenvolvimento**, Rio de Janeiro, N<sup>o</sup> 15, 15-19. 1995.

MOREIRA, M.A. e ASSUNÇÃO, G.V. **Princípios Básicos, Metodológicos e Aplicação do Sensoriamento Remoto na Agricultura.** INPE. 3199-MD/027. 1989. 70p.

PARAÍBA. FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA E À EXTENSÃO – FUNAPE. **Zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba.** João Pessoa, PB:CCT/CCA/CEPA/ELG, 1978 (Relatório).

PARAÍBA. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007/Governo da Paraíba. **Diagnóstico da Bacia do Rio Seridó.** Vol IV. TOMO II. João Pessoa: Técnicas de Engenharia S/A-TSE, 1984. 103p.

PARAÍBA, Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Instituto de Planejamento da Paraíba – FIPLAN. **Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no estado da Paraíba: recursos naturais.** João Pessoa, 1980. Vol. 01.

PARAÍBA. Secretaria de Planejamento. Plano e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Características Físico-Climáticas das Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba.** Anexo 1. Campina Grande: Convênio: SPLAN/ATECEL, 1994a. 61p.

PARAÍBA. Secretaria de Planejamento. Plano e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Características Físico-Climáticas das Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba.** Anexo 2. Campina Grande: Convênio: SPLAN/ATECEL, 1994b. 19p.

PEASA/UFPB – Programa de Estudos e ações para o semi-árido/Universidade Federal da Paraíba. **Modelo de desenvolvimento integrado para o semi-árido.** 1994. Relatório. (Não Paginado).

PORTELLA, T., D. BLOCH E T. CASTELLO BRANCO. Projeto Viúvas da Seca. **Exposição,** Mimeo. 1994. Recife-PE.

PRODER, Programa de Emprego e Renda. **Picuí: diagnóstico sócio-econômico**. João Pessoa: SEBRAE/PB, 1996, 63p.

PROJETO BRA/93/036 (1997). **Convenções das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, principalmente na África**. Ed. Inconfidência, Brasília, 89p.

RIEBSAME, W.E., S.A. CAHNGNON, AND T.R. KARL. 1990. **Drought and Natural Resources Management in the United States: Impacts and Implications of the 1987-89 drought** Westview Press, Boulder, Colorado.

ROCHA, J.S.M., **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Superior Produtos Gráficos Ltda., 1997. 446p.

ROMERO, G. Como Entender los Desastres Naturales: **Los Desastres No Son Naturales**, LA RED, Lima: PREEDES, 1993.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Desertificação, o Brasil em busca de soluções, **Boletim Informativo**. Vol. 25, nº 1, janeiro/março/2000, Viçosa/MG.

SENADO FEDERAL, 1996, **Agenda 21**, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 1992, Subsecretaria de Edições Técnicas, Senado Federal, Brasília.

SILVA, J. F. **El Niño, o fenômeno climático do século** / José de Fátima da Silva, - Brasília: thesaurus, 2000. 139 p. il.

SOUZA, H.F.D. **Fenômeno El Niño como consequência de perdas de danos**. Um trabalho comparativo. ESAN-Mossoró/RN. 2001. 78p.

SUDENE. **As secas do Nordeste: Uma Abordagem Histórica de Causas e Efeitos**. 1981. Recife-PE.

SUDENE. A Problemática e a Política da Terra no Nordeste. **Série Projeto Nordeste**, vol 7. 1985. Recife-PE.

WIJKMAN, A. e L. TIMBERLAKE. **Desastres Naturals: Fuerza mayor u obra del hombre**, Earthscan, 1985.

WILCHES-CHAUX, G. "El programa de reconstrucción desarrollado un Popayán por una institución de formación profesional". **Conferencia Internacional sobre Implementación de programas de Mitigación de Desastres**, Kington, 1984.

WILCHES-CHAUX, G. "**Pensar globalmente**".(Seccion 3. La Vulnerabilidad Global) Bogotá, 1988.

WILCHES-CHAUX, G. 1993. La Vulnerabilidad Global. In: **Los desastres no son Naturales**. A. Maskrey (ed.) Lima: LA RED/ITDG/Tercer Mundo Editores.

WILHITE, D. A. 1990. **Planning for Drought: A process for State Government**. IDIC Technical Report Series 90-1. International Drought Information Center, Departament of Agricultural Meteorology, University of Nebraska-Lincoln.

WILHITE, D. A.; e M.H. GLANTZ. 1985. Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. *Water Internacional* 10:11-120.

VEJA – **O sertão virou pó**- Um pedaço do NE maior que o Ceará está se tornando um deserto imprestável para a lavoura. Marcos Gusmão, de Cabrobó. *Ambiente*. 01 de setembro/1999, 122-125p.