



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB

SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO MEIO  
AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS -  
SEMARH

LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA,  
RECURSOS HÍDRICOS E SENSORIAMENTO  
REMOTO DO ESTADO DA PARAÍBA – LMRS – PB  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT

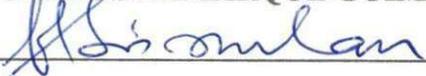
## TÍTULO DO ESTÁGIO:

### CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE BANCO DE DADOS EM RECURSOS HÍDRICOS E SUA APLICAÇÃO

(Estágio Supervisionado)

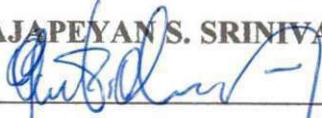
#### ESTAGIÁRIO:

CARLOS LAMARQUE GUIMARÃES



#### ORIENTADOR:

Dr. VAJAPEYAN S. SRINIVASAN



#### CO-ORIENTADOR:

MSc. GUTTEMBERG SILVINO DA SILVA

#### DADOS DO ALUNO:

Matrícula: 29521266

Curso: Engenharia Civil

#### DADOS DA INSTITUIÇÃO:

Rua Aprígio de Veloso 882, Bodocongó

Campina Grande – PB, Telefone (083) 333-2355

Campina Grande, 03 de Abril de 2001



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

## ÍNDICE

<i>AGRADECIMENTOS</i>	2
<i>APRESENTAÇÃO</i>	3
<i>INTRODUÇÃO</i>	4
<i>OBJETIVO</i>	5
<i>MONITORAMENTO DOS AÇUDES</i>	5
<i>AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DA PARAÍBA</i>	5
Bacia do Piranhas	6
Sub-Bacia do Peixe	6
Sub-Bacia do Piancó	6
Sub-Bacia do Espinharas	6
Sub-Bacia do Seridó	7
Bacia do Paraíba	7
Sub-Bacia do Taperoá	7
Bacia do Jacu	7
Bacia do Curimataú	8
Bacia do Mamanguape	8
<i>INSTALAÇÃO DE RÉGUAS</i>	8
<i>FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS</i>	8
<i>INFORMAÇÕES SOBRE MEDIÇÃO DE VAZÃO</i>	11
Equipamentos Utilizados	11
Metodologia Adotada	11
Rio Taperubus	11
Equipe Técnica	12
<i>INFORMAÇÕES SOBRE OS PEDIDOS DE OUTORGAS</i>	13
<i>RESULTADOS OBTIDOS</i>	15
<i>CONCLUSÃO</i>	15
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	16
<i>ANEXOS</i>	17

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, à Deus que é a razão de todas as coisas boas acontecerem de uma maneira muito especial em minha vida.

Agradeço à minha família que sempre esteve e sempre estará presente em todos os momentos da minha vida.

Agradeço ao Dr. Prof. Vajapeyam S. Srinivasan pelos conhecimentos passados de uma maneira clara e objetiva.

Agradeço a toda equipe do LMRS-PB (Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba), em especial ao setor de Recursos hídricos pela força e incentivo.

E por fim, agradeço a todas as pessoas que de uma forma direta ou indireta contribuíram de maneira positiva no desenvolvimento deste trabalho.

## APRESENTAÇÃO

Desde da antiguidade que o homem sempre sentiu-se a necessidade de manter uma maior aproximação com os recursos hídricos, haja vista que as civilizações antigas desenvolveram-se ao redor de grandes rios.

Devido a complexidade dos fenômenos que envolvem os processos hidro-sedimentológicos e meteorológicos torna-se difícil qualificar e quantificar as grandezas que regem estes sistemas. Com os avanços das técnicas e métodos houve um aumento de qualidade na determinação do comportamento das variáveis envolvidas.

A utilização de algumas ferramentas do Geoprocessamento surgem para auxiliar nos estudos realizados em diversos ramos das Ciências, entre elas a Hidrologia.

A força desta ferramenta está ligada à informação georeferenciada, ou seja, em um mapa de drenagem de uma bacia hidrográfica, por exemplo, pode formar um banco de dados de seus elementos como: nome do rio, extensão, qualidade de suas águas, tipo de solo, etc.

Nas regiões, onde, os índices pluviométricos são baixos e irregulares, faz-se necessário o acúmulo de água nos reservatórios durante o período da quadra chuvosa (Fevereiro a Maio) para suprir as demandas no período de estiagem.

Sendo assim, este relatório trata de algumas questões ligadas à Hidrologia como medição de vazão, pedidos de outorga, manutenção de banco de dados, utilização de software MapInfo na elaboração de mapas, etc.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados através dos convênios SEMARH / ATECEL e CAGEPA / FAPESQ (Fundação de Apoio à Pesquisa).

## INTRODUÇÃO

A necessidade do uso da água é uma constante durante todo ano, seja para consumo humano ou animal, irrigação, uso industrial, regularização dos cursos, etc. Sendo assim, faz-se necessário um acúmulo de água suficiente durante o período da cheia para suprir a demanda durante o período de seca.

O aumento das demandas de água nos últimos anos, seja para uso doméstico das populações urbanas, uso industriais, de irrigação, ou diluição de poluentes, não tem sido acompanhado do aumento da oferta de água pelo aproveitamento de novos mananciais ou ampliação dos já existentes. Este fato, associado muitas vezes à problemas de natureza climática, como irregularidades de chuvas, tem gerado escassez e provocado medidas emergenciais de redução na distribuição aos consumidores. Este desequilíbrio entre oferta e demanda na área dos recursos hídricos, tem imposto a necessidade de soluções cada vez mais elaboradas (Braga, 1987).

Com relação ao Semi – Árido Brasileiro, o potencial hídrico desta região por ser bastante deficitário em virtude da má distribuição das chuvas associado a elevados índices de evaporação e temperatura, merece atenção especial no que diz respeito ao melhor aproveitamento possível dos mananciais disponíveis afim de que se possa evitar ao máximo problemas de ordem sociais e econômicas.

O Estado da Paraíba conta com diversos açudes que propiciam o armazenamento da água na estação chuvosa de formar a suprir as demandas ao longo do ano. Neste estado, cuja distribuição de chuvas é muito concentrada em alguns meses do ano, com alta variabilidade tanto espacial quanto temporal, o manejo apropriado dos açudes assume importância fundamental para o abastecimento humano e animal e também para a agropecuária (Silva, 1994).

Em virtude da necessidade do manejo mais racional das águas armazenadas nos reservatórios, o LMRS-PB (Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba) assumiu o compromisso de realizar o monitoramento dos açudes do Estado, participando diretamente do Sistema de Informações Gerenciais de Clima e Recursos Hídricos em tempo real.

## **OBJETIVO**

Os objetivos deste trabalho são basicamente: alimentar o banco de dados com informações de campo que a instituição recebe diariamente; utilizar programas em linguagem Clipper para o armazenamento e processamento das mesmas; Manipular softwares (MapInfo 3.0 e Surfer) na confecção de mapas; auxiliar nos trabalhos de medição de vazões e pedidos de outorga.

## **MONITORAMENTO DOS AÇUDES**

Para implementar o monitoramento dos açudes foi preciso várias informações sobre os reservatórios da Paraíba como: capacidade, volume morto, curva cota-área-volume e série histórica de vazões afluentes ao reservatório; o que foram obtidas principalmente por intermédio da CAGEPA, DNOCS e do PBRH. Com estas informações, o Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba – LMRS – PB ficou encarregado deste monitoramento com o intuito de fornecer informações aos órgãos tomadores de decisão no nível de Governo Estadual sobre a disponibilidade atual dos reservatórios e um prognóstico sobre a situação futura do volume armazenado nos mesmos.

Atualmente, são monitorados 118 açudes nas principais bacias do Estado da Paraíba: Piranhas, Paraíba, Jacu, Curimatau e Mamanguape (ver **Tabela 01** em anexo).

## **AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DA PARAÍBA**

A importância da utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo dos recursos hídricos se ressalta nos seguintes aspectos: as alterações de qualidade e quantidade da água de um rio estão diretamente ligadas às atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica do mesmo, sejam elas agropecuárias, industriais ou abastecimento humano. O monitoramento para prevenir ou solucionar problemas de poluição, salinização ou de conflitos de uso de água só é possível considerando a bacia do rio como a unidade de observação.

A seguir tem-se um resumo das principais Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba.

### **Bacia do Piranhas**

Maior bacia do estado, estende-se do sertão da Paraíba ao litoral do Rio Grande do Norte. Com área total de cerca de 38.996 Km<sup>2</sup> na Paraíba. Abrange cerca de 40% da área do estado e corta as micro-regiões de Catolé do Rocha, Seridó Paraibano, Sertão de Cajazeiras, Depressão do Alto Piranhas e Serra do Teixeira. Os principais rios que definem as sub-bacias mais importantes são: o Seridó, o Sabugi, o Espinharas, o Piancó, o Peixe e o Riacho dos Cavalos. Os principais açudes são: Estevão Marinho (Coremas) no rio Piancó, Mãe D'Água no rio Aguiar, o Engenheiro Ávidos e São Gonçalo no rio Piranhas, Engenheiro Arcoverde (Condado) no rio Timbaúba, Saco de Nova Olinda e Lagoa do Arroz. Os principais perímetros irrigados são Condado, Engenheiro Ávidos e o São Gonçalo. As bacias do Peixe, Piancó, Espinharas e Seridó são sub-bacias da bacia do Piranhas.

### **Sub-Bacia do Peixe**

Tem-se como curso d'água principal o Rio do Peixe, que é um dos afluentes do Piranhas. Nasce na Serra do Padre e aflui ao rio Piranhas no município de Sousa. A existência de indústrias de beneficiamento de agave, óleo de algodão e mamona, além da agropecuária, comprometem significativamente a qualidade das águas da bacia.

### **Sub-Bacia do Piancó**

Esta sub-bacia tem sua extrema importância na presença de dois grandes reservatórios de acumulação, o Coremas e o Mãe D'Água, formando o chamado complexo Coremas-D'Água. Além de suas utilizações como fontes de abastecimento de água para diversas cidades da região, trata-se de um rico patrimônio ecológico do estado, o que justifica a adoção de medidas visando a manutenção das boas condições sanitárias existentes.

### **Sub-Bacia do Espinharas**

Esta sub-bacia tem como Rio principal, o rio Espinharas, afluente do Piranhas. A utilização dos recursos hídricos desta bacia como reservatórios de abastecimento público de diversas cidades da região e a existência de inúmeras fontes

de poluição, decorrentes de culturas típicas, requerem um controle sistemático de sua qualidade sanitária.

### **Sub-Bacia do Seridó**

Assim são denominados os cursos d' água que formam a cabaceira do Rio Seridó dentro do território paraibano. Devido a predominância do clima semi-árido na região, o regime dos seus rios é torrencial, com enchentes na estação das chuvas, secando no estio. As chuvas muitas vezes deficitárias e inconstantes na região, provocam a seca. Os principais rios formadores desta bacia são os rios Sabugi, Picuí e Seridó.

### **Bacia do Paraíba**

Esta bacia está totalmente inserida no estado da Paraíba, onde estão localizadas as duas principais cidades do estado, João Pessoa e Campina Grande. Possui uma área aproximada de 21.539 km<sup>2</sup>, drenando as micro-regiões da Serra de Teixeira, Cariris Velhos, Agreste e Borborema, Baixo Paraíba e Litoral Paraibano. É comum dividi-la em quatro grandes sub-bacias: Alto, Baixo e Médio Paraíba, e a bacia do Taperoá. O Alto Paraíba se estende até os limites dos municípios de São João do Cariri e Barra de São Miguel. O Médio Paraíba compreende os limites dos municípios de Natuba e Salgado de São Félix, e o Baixo Paraíba situa-se deste ponto até sua desembocadura no Oceano Atlântico. Os principais afluentes são o Gurinhém, Ingá, São Pedro, Soledade, Taperoá, Sucuru e Monteiro. Os principais açudes desta bacia são: Epitácio Pessoa (Boqueirão, o de maior importância), Poções, Cordeiro e Sumé.

### **Sub-Bacia do Taperoá**

Apresenta como rio principal o Taperoá, afluente da margem esquerda do Rio Paraíba. A existência de açudes destinados ao abastecimento público de diversas cidades da região e a presença de fontes poluidoras, devido principalmente às atividades agropastoris e beneficiamento de agave requerem um maior controle da qualidade das águas desta bacia.

### **Bacia do Jacu**

Situa-se no estado do Rio Grande do Norte e prolonga-se até o litoral do Rio Grande do Norte. Possui cerca de 1.080 km<sup>2</sup> na Paraíba, de um total de 5.940 km<sup>2</sup>. Drena parte da

micro-região do Curimataú. É uma bacia bastante aproveitada em pastagens e área de cultivo.

### **Bacia do Curimataú**

Esta bacia ocupa parte do estado da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Compreende parte das micro-regiões do Curimataú, Agreste da Borborema e Brejo Paraibano. Possui área total de 5.150 km<sup>2</sup>, dos quais 4.030 km<sup>2</sup> em território paraibano. O principal rio é o Curimataú, perene devido ao regime pluviométrico. Possui áreas de pastagens e terras cultivadas em toda sua extensão.

### **Bacia do Mamanguape**

Com cerca de 3.727 km<sup>2</sup>, está completamente localizada na Paraíba. Drena as micro-regiões do Agreste e Borborema, brejo e litoral Paraibano. O Rio Mamanguape é o principal rio, sendo perene durante todo ano. É um importante reservatório para a indústria açucareira da região.

## **INSTALAÇÃO DE RÉGUAS**

A instalação da rede de monitoramento de açudes que começou efetivamente em janeiro de 1994 foi precedida de inspeção nos açudes, realizada pela Associação Técnica Científica Ernesto Luís de Oliveira Júnior – ATECEL, para verificar-se a existência réguas linimétricas, equipamentos ou estruturas de medição de vazão e seu estado de conservação. Este trabalho prévio foi de grande relevância para o planejamento das viagens de campo.

Atualmente o Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba (LMRS-PB), é responsável pelo monitoramento de 118 açudes no estado da Paraíba. Todos os açudes monitorados possuem a instalação de réguas linimétricas, cujo objetivo é converter os dados de cotas em dados de volumes.

## **FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS**

Logicamente para o monitoramento dos açudes faz-se necessário um certo conhecimento dos eventos da natureza; eventos que fornecem os dados hidrológicos, de forma que se torna importante para o hidrólogo saber aferir com

precisão os dados. Em virtude desta importância teceu-se um breve comentário a respeito.

O conjunto das variáveis e parâmetros que regem a maioria dos eventos hidrológicos podem ser considerados como:

-Variáveis climáticas: precipitação, evaporação e variáveis secundárias ligados às primeiras (radiações solares, temperaturas, umidade do ar, vento).

-Variáveis de escoamento: descargas líquidas e parâmetros secundários ligados às primeiras (nível da água, características da rede de drenagem, área da bacia delimitada pela rede de drenagem, velocidade, qualidade da água e dos sedimentos transportados, reservatórios naturais e artificiais)

-Parâmetros característicos do meio receptor: geologia, topografia, solos, vegetação, urbanização, etc.

Como o movimento da água na superfície terrestre compreende parte de um ciclo fechado, geralmente estuda-se este ciclo da água, chamado de ciclo hidrológico, cuja influência numa bacia pode ser analisada através do balanço hídrico pelo qual,

$$\text{Entradas} + \text{armazenamento inicial} = \text{saídas} + \text{armazenamento final}$$

A identificação dos componentes desta expressão necessita um bom conhecimento dos dados hidrológicos.

Não é suficiente coletar os dados de campo, é necessário também processar, gerar e dar consistência aos dados obtidos da maneira mais eficiente possível.

O Sistema de Informações Gerenciais em Tempo, Clima e Recursos Hídricos requer não somente um Banco de Dados com séries históricas de variáveis climatológicas e hidrológicas atualizada periodicamente, mas também que haja o controle de qualidade dos dados que são recebidos pelo LMRS-PB e que existam meios para que os dados se transformem em informações úteis aos tomadores de decisão.

Para a realização do armazenamento, processamento e obtenção das informações geradas foram criados alguns programas em linguagem CLIPPER que formam o atual banco de dados. O banco de dados (DBU.EXE, ver **Figura 01** em anexo) é um programa para a consulta de informações com uma maior eficiência.

Os dados obtidos são armazenados em DBASE e planilha eletrônica e recebem um tratamento estatístico, onde posteriormente são convertidos em gráficos e tabelas para uma melhor compreensão das autoridades governamentais

Alguns softwares como AutoCAD, Microstation, Surfer e MapInfo são utilizados na confecção de mapas que servirão como base para as análises do monitoramento dos recursos hídricos. A **Figura 02** em anexo mostra um mapa de volumes das bacias editado utilizando as ferramentas do software MapInfo 3.0.

Para alimentar os banco de dados existem outros programas como o cotas.exe, volume.exe, vobserv.exe, etc.

O programa cotas.exe é um programa de registro da curva cota x área x volume do açude e auxilia outros programas em determinados cálculos. Veja a interface do programa cotas.exe na **Figura 03** em anexo.

As leituras de níveis de água que são enviados mensalmente pelos observadores de cada açude para o LMRS-PB e são incorporadas ao banco de dados. O programa utilizado para este fim é o volume.exe. Veja em anexo **Figura 04** a interface do programa volume.exe.

Estas cotas digitadas são comparadas com às já cadastradas anteriormente e através de interpolação matemática pode-se saber a quantidade de água disponível do açude em estudo e sua área molhada.

A finalidade do banco de dados, portanto, é de proporcionar um monitoramento mais preciso dos açudes, visto que se consegue reunir as variáveis hidrológicas envolvidas neste processo de monitoramento.

A **Figura 05** mostra como é visualizado a partir do banco de dados os valores de volume e lâmina calculados com programa volume.exe.

Como citado anteriormente, o poder de um banco de dados está na sua capacidade de armazenar informações e também na rapidez com que estas são adquiridas. O programa vobserv.exe fornece aos usuários o valor do volume de qualquer açude desejado e em qualquer data, desde que, logicamente, tenha-se feito o cadastramento do determinado açude na data especificada (ver **Figura 06**).

O banco de dados é alimentado através de informações, tanto enviadas pelos observadores locais como colhidas "in loco" pelos técnicos do LMRS-PB.

As informações geradas pelo banco de dados é uma ferramenta de base no tocante á tomada de decisões. Quando, o banco de dados não fornece informações suficientes para avaliar determinado projeto, faz-se necessário uma avaliação "in loco"

por parte de técnicos capacitados, com o objetivo de colher as informações necessárias para se ter um parecer eficiente e definitivo do projeto.

As informações obtidas em campo são armazenadas no banco de dados para auxiliar em outros futuros projetos.

Neste contexto, foi solicitado ao LMRS-PB uma medição de vazão e um pedido de outorga para ampliação de uma barragem.

As informações referentes a estes trabalhos são apresentadas a seguir.

## **INFORMAÇÕES SOBRE MEDIÇÃO DE VAZÃO**

Esta parte é reservada à apresentação dos resultados dos trabalhos de medição de vazão realizados no rio Taperubus (Alhandra-PB) no dia 05 de Abril de 2000.

### **Equipamentos Utilizados**

As medições foram feitas utilizando um molinete da marca Qualimetrics, Inc; modelo 6660 (**Foto 01** em anexo), o qual nos fornecia diretamente a velocidade da seção de interesse.

### **Metodologia Adotada**

Os dados de velocidade foram obtidos em três diferentes profundidades (a 20%, 60% e 80% da superfície livre) ao longo de cada vertical na seção transversal levantada a montante e a jusante da captação da CAGEPA, sendo a velocidade média para as duas seções em estudo obtida a partir da média aritmética destes três valores. Nas **Tabelas 02 (a, b, c) e 03 (d, e, f)** são apresentados os resultados obtidos para cada medição, sendo que as **Tabelas 02 (a, b, c)** referem-se as três medições realizadas na Seção 01 a montante da captação da CAGEPA e as **Tabelas 03 (d, e, f)** referem-se as três medições realizadas na Seção 02 a jusante da captação da CAGEPA. Os **Gráficos 01 e 02** ilustram os cortes esquemáticos das respectivas medições.

### **Rio Taperubus**

Foram feitas medições de vazão em duas seções do rio Taperubus (montante e jusante da captação de água da CAGEPA para a cidade de Alhandra - PB), com o equipamento citado acima. Os dados de velocidade foram obtidos em três

diferentes profundidades (a 20%, 60% e 80% da superfície livre) ao longo de cada vertical na seção transversal levantada, sendo a velocidade média obtida a partir da média aritmética destes três valores. Nas **Tabelas 02 (a, b, c) e 03 (d, e, f)** são apresentados os resultados obtidos para cada medição, sendo que as **Tabelas 02 (a, b, c)** referem-se as três medições realizadas na Seção 01 a montante da captação da CAGEPA e as **Tabelas 03 (d, e, f)** referem-se as três medições realizadas na Seção 02 a jusante da captação da CAGEPA.. As **Fotos 02 e 03** ilustram os cortes esquemáticos das respectivas medições.

O **gráfico 03** apresenta um gráfico contendo as três medições realizadas nas duas seções e sua respectiva média aritmética simples.

### **Equipe Técnica**

Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão - Coordenador

Patrice Rolando de Oliveira – Assessor de Recursos Hídricos e Meteorologia

Guttemberg da Silva Silvino – Eng<sup>o</sup> Civil

Isnaldo Cândido da Costa – Eng<sup>o</sup> Agrônomo

Valter Raglan Gonçalves Medeiros – Eng<sup>o</sup> Civil

Paulo Henrique Braga Ribeiro – Eng<sup>o</sup> Civil

Carlos Lamarque Guimarães – Estagiário - Graduando em Engenharia Civil

## **INFORMAÇÕES SOBRE OS PEDIDOS DE OUTORGAS**

A função do LMRS-PB nos pedidos de outorga de água é de fornecer as informações técnicas, recolhidas do próprio local em questão, para que os órgãos competentes possam tomar suas decisões.

Para ilustrar melhor como é realizado o trabalho, apresentamos a seguir algumas informações de pedido de outorga.

Ao processo em tramitação solicitado pelo sr. José Lisboa de Lucena.

### ***PROTOCOLO N° 1350/00***

#### **DA VISITA A FAZENDA CACIMBAS – MUNICÍPIO DE COXIXOLA**

No dia 10 de dezembro de 2000 realizou-se uma visita técnica a Fazenda Cacimbas no município de Coxixola e observou-se os seguintes aspectos:

Existência de um barramento de concreto com as seguintes dimensões (largura 25,00 m, altura 2,50 m e espessura 0,40 m) e Coordenadas Geográficas: Latitude -07,624281° e Longitude -36,571335°. Este barramento foi destruído em 1985 (**Fotos 04, 05 e 06** em anexo) pelo Riacho do Urubu ou Pedras Pretas, pois o sangradouro era o próprio barramento. Pode-se observar que o Riacho do Urubu ou Pedras Pretas é um dos afluentes do Rio Paraíba (**Figura 07** em anexo), no entanto o Sr. José Lisboa de Lucena pretende reformar este açude e ampliá-lo para as dimensões seguintes: largura 25,00 m e altura 7,00 m.

Segundo informações do proprietário, o açude será reformado para fins de abastecimento de consumo humano e animal e, para utilização em irrigação de fruteiras, capim, etc.

Na visita detectou-se a existência de um grande barramento em alvenaria de pedra (**Foto 07**), denominado Açude do Fernando, (Coordenadas Geográficas: Latitude -07,627008° e Longitude -36,568663°) que barra o Riacho do Fernando. Este açude tem dimensões de: largura 50,00 m, altura 5,50 m e espessura de 0,90 m. Pode-se observar que este riacho é um dos afluentes do açude Eptácio Pessoa (Boqueirão).

Na Fazenda existe um poço tubular desativado, o proprietário informa que pretende reativá-lo em breve.

O Riacho do Urubu ou Pedras Pretas faz parte do sistema de drenagem da Bacia do Alto Paraíba (ver **Figura 07** em anexo), onde está situado parte dos afluentes do Açude Epitácio Pessoa (boqueirão). Este riacho é indiretamente contribuinte do rio Paraíba, ou seja, o Rio Paraíba recebe a descarga hídrica do Riacho do Urubu por intermédio de um outro rio de ordem superior a do riacho.

A reforma solicitada consiste de duas fases: Na primeira fase está prevista a construção de parte da barragem que foi destruída pela forte enchente de 1985, e numa fase posterior será feita uma ampliação na altura da barragem ( 7m), o que resultará em um aumento considerável na capacidade de armazenamento da barragem.

### **Observações**

Com base nas observações feitas in loco, pode-se adiantar que a reforma da barragem não trará problemas de ordem ambiental, pois a fauna e flora quase inexistente não será atingida em função de ser pequena a área inundada, e não há qualquer tipo de residência nas proximidades da barragem.

O maior problema está no fato do riacho do Urubu ser um contribuinte do açude Epitácio Pessoa que anos após anos vem sofrendo diminuição na sua recarga anual média. Uma das razões deste problema é atribuída inegavelmente a estas pequenas barragens que são construídas a montante do manancial. É verdade que, o efeito isolado da obra em questão é praticamente nulo sobre o açude Epitácio Pessoa. Porém, quando leva-se a questão para um campo mais amplo e pensa-se, agora no efeito conjunto de todas as obras semelhantes a esta construída a montante do açude, o impacto é considerável.

## RESULTADOS OBTIDOS

O LMRS-PB ampliou o monitoramento dos açudes de 58 para 118. Atualmente tem-se informações diárias de volumes nos principais mananciais do estado da Paraíba. Estes dados, como outros ligados à meteorologia, estão disponíveis no site do LMRS-PB ([www.lmrs.pb.gov.br](http://www.lmrs.pb.gov.br)).

Obteve-se também a criação de um banco de dados com informações referentes à capacidade dos mananciais, curva cota x área x volume, etc.

## CONCLUSÃO

Deste trabalho, pode-se concluir que a geotecnologia é uma ferramenta de alta utilidade na elaboração dos pareceres técnicos e na confecção de mapas. A informação georeferenciada gera um produto de alta eficiência na tomada de decisões e elaboração de projetos.

A importância do monitoramento dos açudes está no fato de que podemos utilizar a água disponível de determinado manancial sem que isto comprometa sensivelmente em redução brusca do nível da água do mesmo. Portanto, a necessidade de um estudo sobre os recursos hídricos disponíveis no estado da Paraíba (como em qualquer outro estado do Brasil) torna-se imprescindível, pois com isso podemos evitar ou, pelo menos, amenizar os danos causados em decorrência da irregularidade das chuvas neste estado, facilitando deste modo, aos usuários de uma maneira geral, para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATECEL (1994), Plano estadual e sistema de gerenciamento de recursos hídricos

Campina Grande, PB: ATECEL

JACCUN, G., CUDO J. KAZIMIERZ, Hidrologia Curva Chave – Análise e

Traçado, DNAEE, Brasília 1989

# ANEXO

---

Tabela 01 - Açúdes monitorados pelo LMRS - PB

AÇUDE	MUNICÍPIO	CAPACIDADE MÁXIMA	VOLUME 31/12/00	VOL % 31/12/00
<b>Sub-Bacia Alto Paraíba</b>		<b>100.00</b>	<b>13.67</b>	
Bichinho	Barra de S. Miguel	4.574.375	0	0.00
Camalaú	Camalaú	46.437.520	13.039.303	28.08
Campos	Caraúbas	6.594.392	2.676.491	40.59
Cordeiro	Congo	69.965.945	8.405.565	12.01
Curimatã	S. J. do Cariri	4.277.080	*****	
Ouro Velho	Ouro Velho	1.675.800	269.304	17.26
Pocinhos	Monteiro	6.789.305	139.434	2.05
Poções	Monteiro	29.861.562	3.608.171	12.08
Prata	Prata	1.308.433	0	0.00
Santo Antônio	São Seb. Umbuzeiro	24.424.130	*****	
São José (Monteiro)	Monteiro	1.311.540	1.136.734	86.67
São Domingos	São Domingos do Cariri	7.340.440	2.915.658	39.72
São Paulo	Prata	8.455.500	528.900	6.26
Sumé	Sumé	44.864.100	1.633.794	3.64
Serrote	Monteiro	5.709.000	1.658.481	29.05
<b>Sub-Bacia Médio Paraíba</b>		<b>100.00</b>	<b>34.96</b>	
Epitácio Pessoa	Boqueirão	450.421.552	158.598.208	35.21
Gavião	Fagundes	1.450.840	1.348.576	92.95
Rch. Santo Antônio	Boqueirão	6.834.000		0.00
Serra Velha	Itatuba	689.800	657.791	95.36
<b>Sub-Bacia Baixo Paraíba</b>		<b>100.00</b>	<b>94.10</b>	
Chã dos Pereiras	Ingá	1.766.100	1.516.210	85.85
São Salvador	Sapé	12.627.520	11.956.984	94.69
Mares	João Pessoa	2.136.637	2.136.637	100.00
Olho D' Água	Mari	868.320	761.388	87.69
<b>Sub-Bacia Taperoá</b>		<b>100.00</b>	<b>19.34</b>	
Barra	Juazeirinho	3.017.185	1.397.716	46.33
Gurjão	Gurjão	1.929.250	961.823	49.85
Jeremias	Desterro	4.658.428	26.874	0.58
Lagoa do Meio	Taperoá	6.647.875	0	0.00
Livramento	Livramento	2.432.420	1.033.964	42.51
Namorados	São João do Cariri	2.118.980	453.628	21.41
Olivedos	Olivedos	5.875.124	476.057	8.10
São José	São José dos Cordeiros	956.000	85.550	8.95
Serra Branca	Serra Branca	2.117.000	0	0.00
Serra Branca II	Serra Branca	14.042.568	95.650	0.68
Soledade	Soledade	27.058.000	7.561.100	27.94
Taperoá II	Taperoá	15.148.900	4.537.128	29.95
<b>Bacia Curimatá</b>		<b>100.00</b>	<b>53.80</b>	
Algodão de Jandaira	Remígio	1.025.425	531.170	51.80
Cacimba de Várzea	Cacimba de Dentro	9.264.321	8.642.325	93.29
Curimatá	Barra Sta. Rosa	5.989.050	*****	
Lagoa do Matias	Belém	1.239.883	1.192.307	96.16
Poleiros	Barra de S. Rosa	7.953.500	3.337.564	41.96
<b>Bacia Jacu</b>		<b>100.00</b>	<b>64.79</b>	
Boqueirão do Cais	Cuité	12.367.300	8.013.212	64.79
<b>Bacia Mamanguape</b>		<b>100.00</b>	<b>66.97</b>	
Brejinho	Juarez Távora	789.000	652.848	82.74
Canafístula II	Borborema	4.102.626	3.541.363	86.32
Covão	Areial	672.260	595.467	88.58
Chupadouro II	Serra Redonda	634.620	529.998	83.51
Cruz dos Pocinhos	Pocinhos	3.917.600	*****	
Engenho Velho	Pocinhos	493.140	*****	
Emídio	Montadas	415.770	*****	
Jangada	Mamanguape	470.000	470.000	100.00
Massaranduba	Massaranduba	604.390	291.106	48.17
São Sebastião	São S. de L. De Roça	453.075	375.780	82.94
Tauá	Cuitegi	8.573.500	7.575.482	88.36
Vaca Brava I	Areia	3.200.000	2.258.950	70.59
<b>Bacia Gramame-Mamuaba</b>		<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	
Gramame-Mamuaba	Conde	56.937.000	56.937.000	100.00

Estágio Supervisionado

AÇUDE	MUNICÍPIO	CAPACIDADE MÁXIMA	VOLUME 31/12/00	VOL % 31/12/00
<b>Sub-Bacia Alto Piranhas</b>		<b>100.00</b>	<b>42.10</b>	
Bartolomeu I	Bonito Sta. Fé	17.570.556	13.752.752	78.27
Eng Avidos	Cajazeiras	255.000.000	94.512.300	37.06
Jenipapeiro	S. J. Lagoa Tapada	1.948.300	628.130	32.24
Novo	Monte Horebe	382.700	242.924	63.48
São Gonçalo	Sousa	44.600.000	24.747.120	55.49
São José	São José de Piranhas	3.051.125	1.896.769	62.17
<b>Sub-Bacia Médio Piranhas</b>		<b>100.00</b>	<b>12.96</b>	
Carneiro	Jericó	31.285.875	5.397.012	17.25
Eng Arcoverde	Condado	35.000.000	6.825.887	19.50
Escondido I	Belém Brejo Cruz	16.325.814	0	0.00
Riacho dos Cavalos	Riacho Cavalos	17.699.000	4.198.922	23.72
Tapera	Belém Brejo Cruz	26.418.660	*****	
<b>Sub-Bacia Peixe</b>		<b>100.00</b>	<b>45.60</b>	
Arrojado	Uiraúna	3.569.180	1.646.791	46.14
Cachoeira da Vaca	Cachoeira dos Índios	339.156	1.642.064	484.16
Chupadouro I	S. J. Rio do Peixe	2.764.100	1.797.782	65.04
Garnela	Triunfo	472.296	235.125	49.78
Lagoa do Arroz	Cajazeiras	80.220.750	35.693.641	44.49
Pilões	São João R. Peixe	13.000.000	4.755.000	36.58
<b>Sub-Bacia Piancó</b>		<b>100.00</b>	<b>45.77</b>	
Albino	Imaculada	1.688.400	396.327	23.47
Bom Jesus	Água Branca	14.174.382	6.552.430	46.23
Bruscas	Curral Velho	38.206.463	*****	
C. dos Alves	Itaporanga	10.811.198	6.743.996	62.38
C. dos Cegos	Catingueira	69.032.256	14.062.957	20.37
Cafundó	Serra Grande	313.680	187.381	59.74
Catingueira	Olho D'Água	875.000	165.690	18.94
Catolé II	Manaira	10.500.000	8.875.900	84.53
Cochos	Igaracy	4.200.000	*****	
Coremas/Mãe D'Água	Coremas	1.358.000.000	764.800.000	56.32
Frutoso II	Aguiar	3.517.280	2.613.832	74.31
Ermas	Ermas	2.013.750	321.588	15.97
Glória	Juru	1.349.980	857.286	63.50
Jatobá II	Princesa Isabel	4.620.000	3.478.044	75.28
Jenipapeiro I	Olho D'Água	100.000.000	6.429.301	6.43
Novo II	Tavares	706.080	13.435	1.90
Pimenta	São José Caiana	255.744	146.370	57.23
Piranhas	Ibiara	25.692.200	*****	
Poço Redondo	Santana de Mangueira	62.751.154	4.921.380	7.84
Queimadas	Santana Garrotes	15.625.339	9.322.576	59.66
Riacho Verde	Boa Ventura	1.256.250	*****	
Saco	Nova Olinda	98.000.000	25.217.434	25.73
Santa Inês	Conceição	26.115.000	*****	
Serra Vermelha	Conceição	11.801.173	4.498.983	38.12
Timbaúba	Juru	15.438.573	*****	
Vazantes	Diamante	9.091.200	6.317.762	69.49
Videó	Conceição	6.040.263	*****	
<b>Sub-Bacia Seridó</b>		<b>100.00</b>	<b>25.32</b>	
Caldeirão	Pedra Lavrada	1.277.250.00	867.110	67.89
Caraibeiras	Picuí	2.709.260	344.881	12.73
Felismina de Queiroz	Seridó	2.060.000	1.431.780	69.50
São José	São José do Sabugi	330.600	*****	
Santa Luzia	Santa Luzia	11.960.000	0	0.00
São Mamede	São Mamede	15.791.280	0	0.00
Tamanduá I	Pedra Lavrada	1.261.125	349.660	27.73
Tamanduá II	Nova Palmeira	1.319.380	*****	
Várzea	Várzea	1.132.975	65.331	5.77
Várzea Grande	Picuí	21.532.659	11.977.213	55.62
<b>Sub-Bacia Espinharas</b>		<b>100.00</b>	<b>12.13</b>	
Bastiana	Teixeira	1.271.560	67.327	5.29
Capoeira	Santa Terezinha	53.450.000	7.066.812	13.22
Farinha	Patos	25.738.500	2.762.195	10.73
Jatobá I	Patos	17.516.000	2.163.679	12.35
Sabonete	Teixeira	1.952.540	61.585	3.15
<b>Camaratuba</b>		<b>100.00</b>	<b>83.75</b>	
Duas Estradas	Duas Estradas	410.000	358.757	87.50
Suspiro	Serra da Raiz	276.000	215.758	78.17
<b>VOL. ARMAZENÁVEL (m3)</b>		<b>3.490.263.087.35</b>	<b>1.416.208.670.00</b>	
<b>VOL. PERCENTUAL</b>		<b>100.00</b>	<b>40.58</b>	

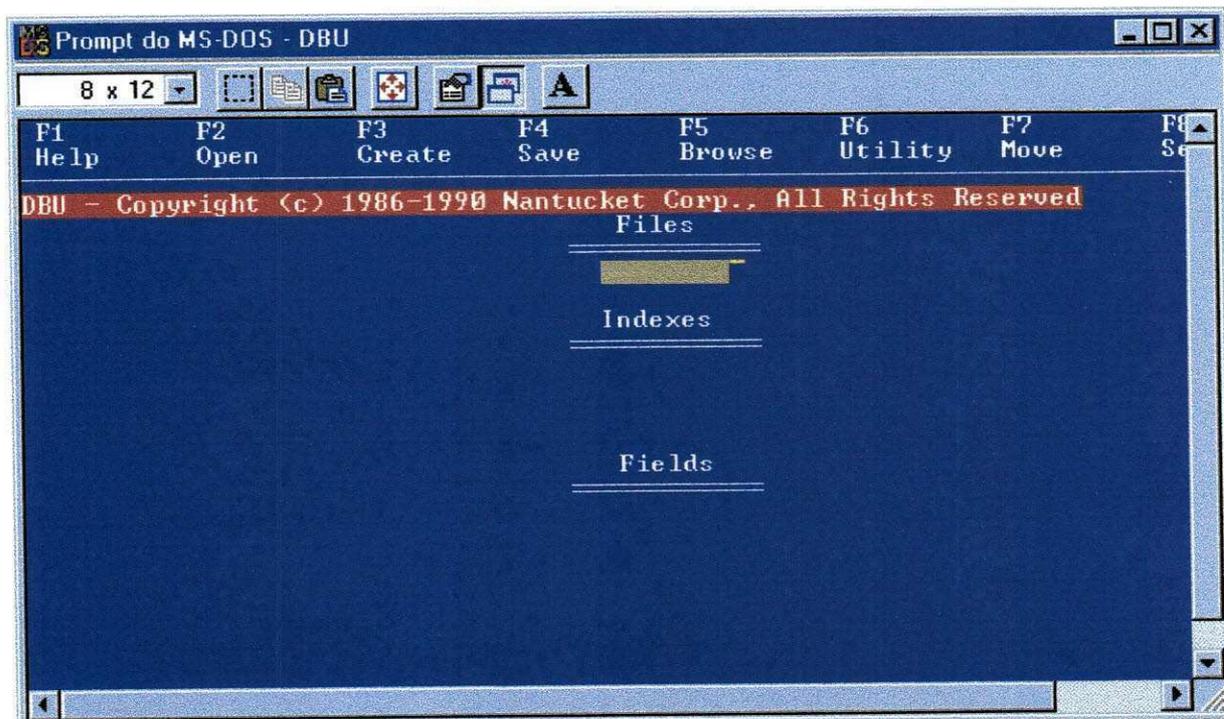


Figura 01 – Banco de dados (DBU.EXE)



Figura 02 – Mapa representando o volume armazenado por bacia hidrográfica

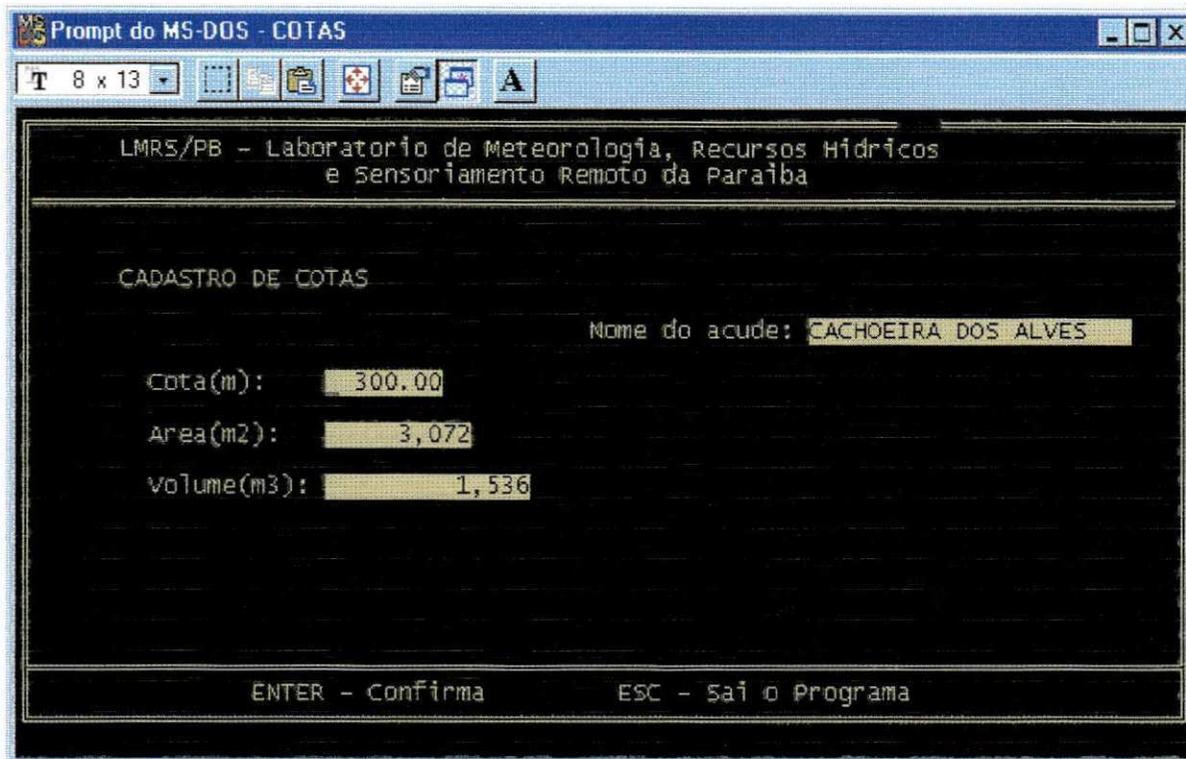


Figura 03 – Programa para registrar as curvas cota x área x volume dos açudes

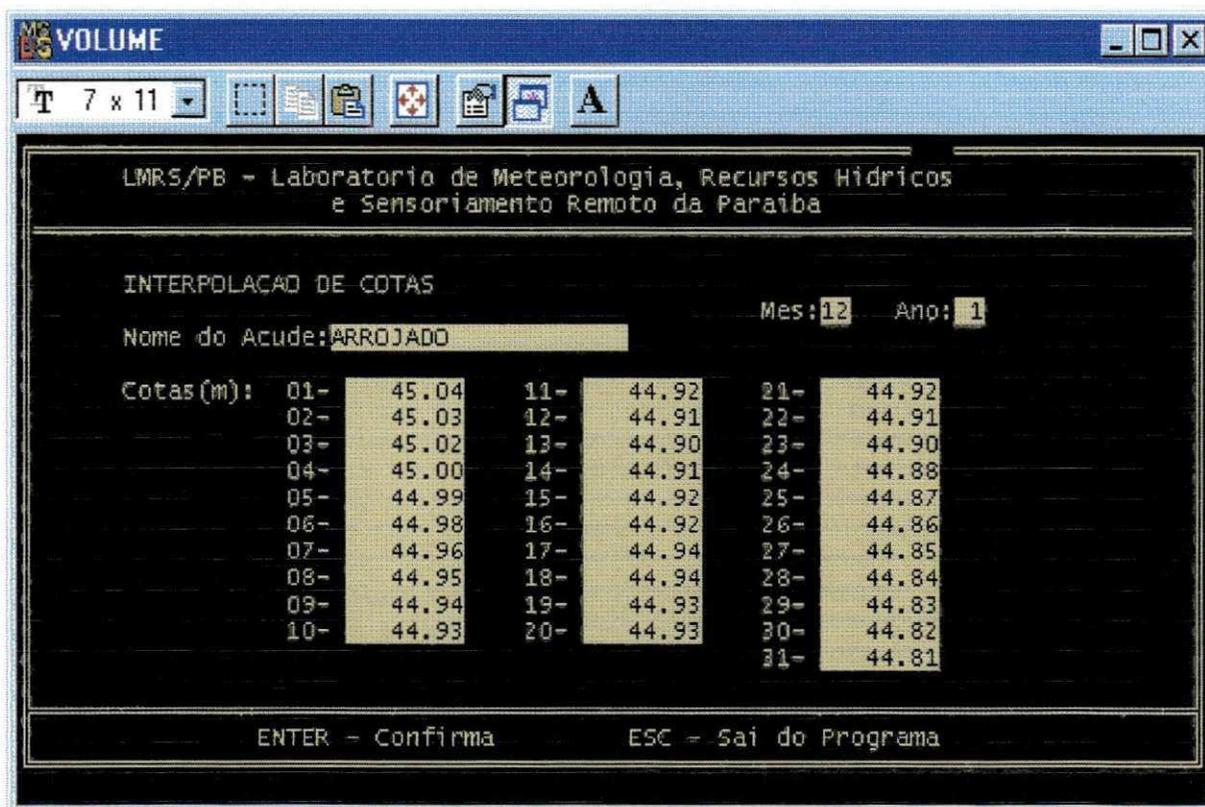


Figura 04 – Programa para o cálculo dos volumes e espelho de água diário

Prompt do MS-DOS - DBU

Files

ARRJ1200

Record 1/31 <back>

DATA	ACUDE	COTA	AREA	VOLUME
12/01/00	ARROJADO	4504,00	510002	1758215
12/02/00	ARROJADO	4503,00	509341	1752811
12/03/00	ARROJADO	4502,00	508681	1747408
12/04/00	ARROJADO	4500,00	507360	1736600
12/05/00	ARROJADO	4499,00	506646	1731873
12/06/00	ARROJADO	4496,00	505933	1727146
12/07/00	ARROJADO	4496,00	504506	1717693
12/08/00	ARROJADO	4495,00	503792	1712966
12/09/00	ARROJADO	4494,00	503078	1708239
12/10/00	ARROJADO	4493,00	502365	1703512
12/11/00	ARROJADO	4492,00	501651	1698786

Figura 05 – Visualização dos dados processados.

Prompt do MS-DOS - VOBSERV

LMRS/PB - Laboratorio de Meteorologia, Recursos Hidricos  
e Sensoriamento Remoto da Paraiba

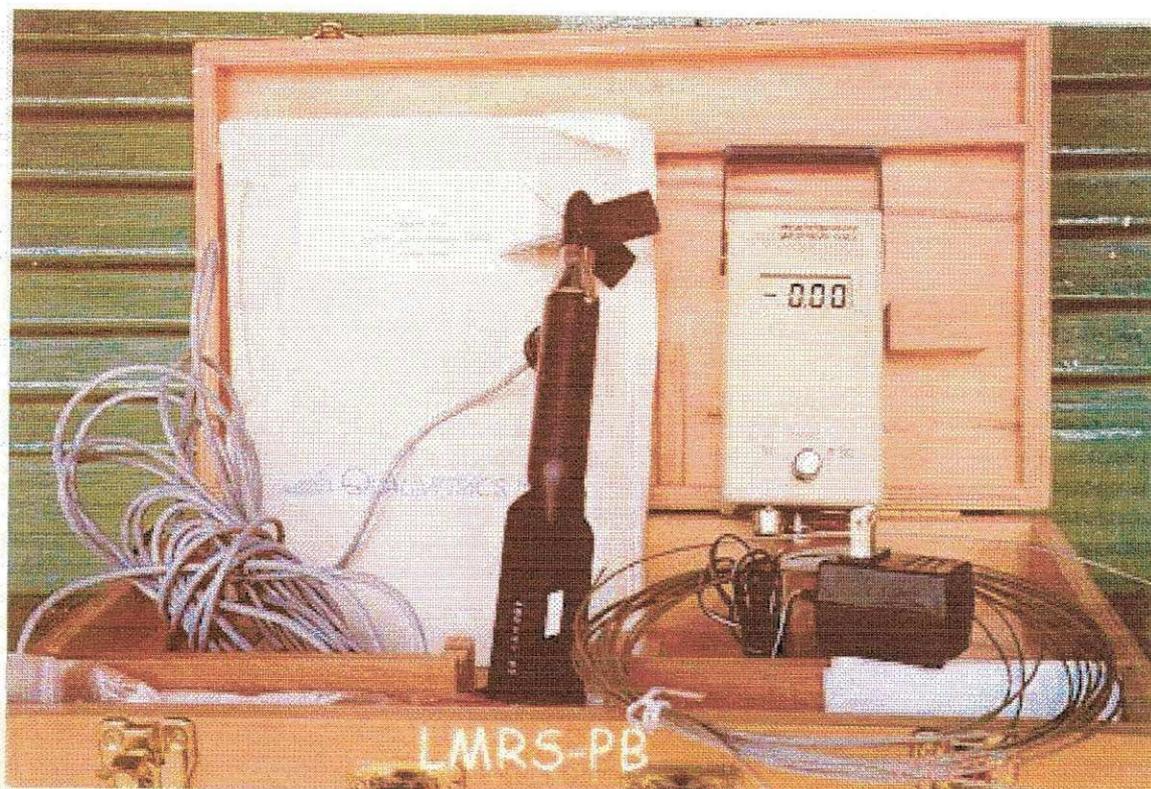
VOLUME OBSERVADO

Data: / /

Nome do Acude: \_\_\_\_\_

ENTER - Confirma                      ESC - Sai do Programa

Figura 06 – Programa de consulta de volumes (vobserv.exe)



**Foto 01** - Micro-molinete utilizado nas medições de vazões



**Foto 02** - Seção 01 em Alhandra (Montante à Captação da CAGEPA)

---



**Foto 03** - Seção 02 em Alhandra (Jusante á Captação da CAGEPA)

Tabela 02 (a, b, c) – Dados da seção 01, montante à captação da CAGEPA

1ª medição Seção 01			data: 05/04/2000			hora : 11:42 h	
prof (m)	larg (m)	área (m <sup>2</sup> )	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0,39	0,50	0,20	0,16	0,18	0,2	0,18	0,035
0,37	1,00	0,37	0,2	0,2	0,23	0,21	0,078
0,33	1,00	0,33	0,22	0,27	0,28	0,26	0,085
0,34	1,00	0,34	0,33	0,31	0,37	0,34	0,114
0,32	1,00	0,32	0,39	0,42	0,43	0,41	0,132
0,35	1,00	0,35	0,42	0,42	0,42	0,42	0,147
0,40	1,00	0,40	0,3	0,35	0,36	0,34	0,135
0,48	1,00	0,48	0,25	0,3	0,31	0,29	0,138
0,48	1,00	0,48	0,1	0,18	0,25	0,18	0,085
0,45	0,50	0,23	0,05	0,12	0,13	0,10	0,023
						TOTAL	<b>0,971</b>

(a)

2ª medição Seção 01			data: 05/04/2000			hora : 12:15 h	
prof (m)	larg (m)	área (m <sup>2</sup> )	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0,39	0,50	0,20	0,12	0,14	0,18	0,15	0,029
0,37	1,00	0,37	0,23	0,21	0,24	0,23	0,084
0,33	1,00	0,33	0,29	0,26	0,3	0,28	0,094
0,34	1,00	0,34	0,34	0,36	0,38	0,36	0,122
0,32	1,00	0,32	0,42	0,4	0,39	0,40	0,129
0,35	1,00	0,35	0,38	0,4	0,38	0,39	0,135
0,40	1,00	0,40	0,36	0,38	0,39	0,38	0,151
0,48	1,00	0,48	0,25	0,3	0,32	0,29	0,139
0,48	1,00	0,48	0,13	0,22	0,3	0,22	0,104
0,45	0,50	0,23	0,09	0,2	0,18	0,16	0,035
						TOTAL	<b>1,022</b>

(b)

3ª medição Seção 01			data: 05/04/2000			hora : 12:35 h	
prof (m)	larg (m)	área (m <sup>2</sup> )	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0,39	0,50	0,20	0,11	0,15	0,19	0,15	0,029
0,37	1,00	0,37	0,16	0,25	0,25	0,22	0,081
0,33	1,00	0,33	0,27	0,29	0,3	0,29	0,095
0,34	1,00	0,34	0,33	0,35	0,36	0,35	0,118
0,32	1,00	0,32	0,38	0,4	0,41	0,40	0,127
0,35	1,00	0,35	0,4	0,42	0,43	0,42	0,146
0,40	1,00	0,40	0,35	0,38	0,38	0,37	0,148
0,48	1,00	0,48	0,2	0,24	0,31	0,25	0,120
0,48	1,00	0,48	0,15	0,25	0,27	0,22	0,107
0,45	0,50	0,23	0,08	0,12	0,15	0,12	0,026
						TOTAL	<b>0,997</b>

(c)

**Tabela 03 (d, e, f) – Dados da seção 01, jusante à captação da CAGEPA**

1ª medição Seção 02			data: 05/04/2000			hora : 14:08 h	
<i>prof (m)</i>	<i>larg (m)</i>	<i>área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>20% sup</i>	<i>60% sup</i>	<i>80% sup</i>	<i>Vm (m/s)</i>	<i>Q (m<sup>3</sup>/s)</i>
0.40	0.30	0.12	0.08	0.27	0.34	0.23	0.028
0.52	0.70	0.36	0.32	0.45	0.47	0.41	0.150
0.44	1.00	0.44	0.24	0.34	0.44	0.34	0.150
0.45	1.00	0.45	0.21	0.44	0.52	0.39	0.176
0.44	1.00	0.44	0.34	0.44	0.53	0.44	0.192
0.42	1.00	0.42	0.46	0.46	0.48	0.47	0.196
0.26	1.00	0.26	0.05	0.17	0.19	0.14	0.036
						<b>TOTAL</b>	<b>0.927</b>

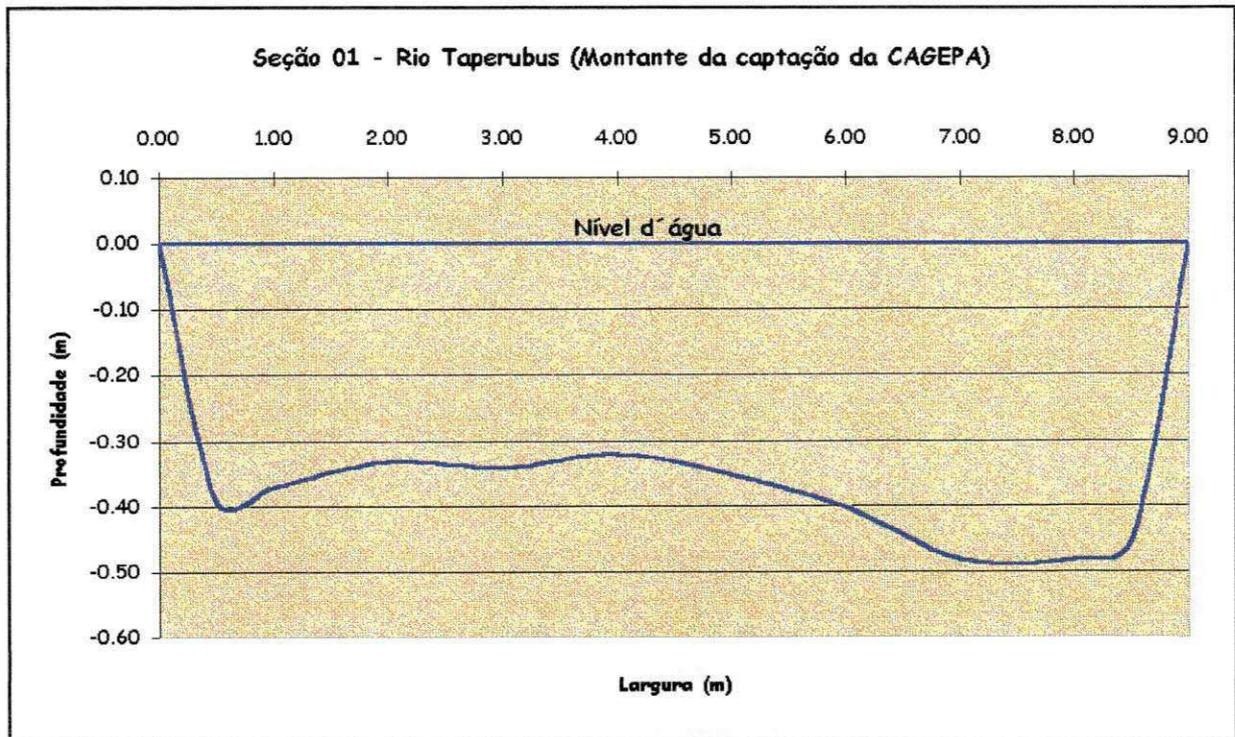
(d)

2ª medição Seção 02			data: 05/04/2000			hora : 14:24 h	
<i>prof (m)</i>	<i>larg (m)</i>	<i>área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>20% sup</i>	<i>60% sup</i>	<i>80% sup</i>	<i>Vm (m/s)</i>	<i>Q (m<sup>3</sup>/s)</i>
0.40	0.30	0.12	0.15	0.35	0.32	0.27	0.033
0.52	0.70	0.36	0.46	0.53	0.52	0.50	0.183
0.44	1.00	0.44	0.22	0.45	0.5	0.39	0.172
0.45	1.00	0.45	0.15	0.42	0.49	0.35	0.159
0.44	1.00	0.44	0.35	0.48	0.51	0.45	0.197
0.42	1.00	0.42	0.37	0.44	0.4	0.40	0.169
0.26	1.00	0.26	0.09	0.19	0.23	0.17	0.044
						<b>TOTAL</b>	<b>0.957</b>

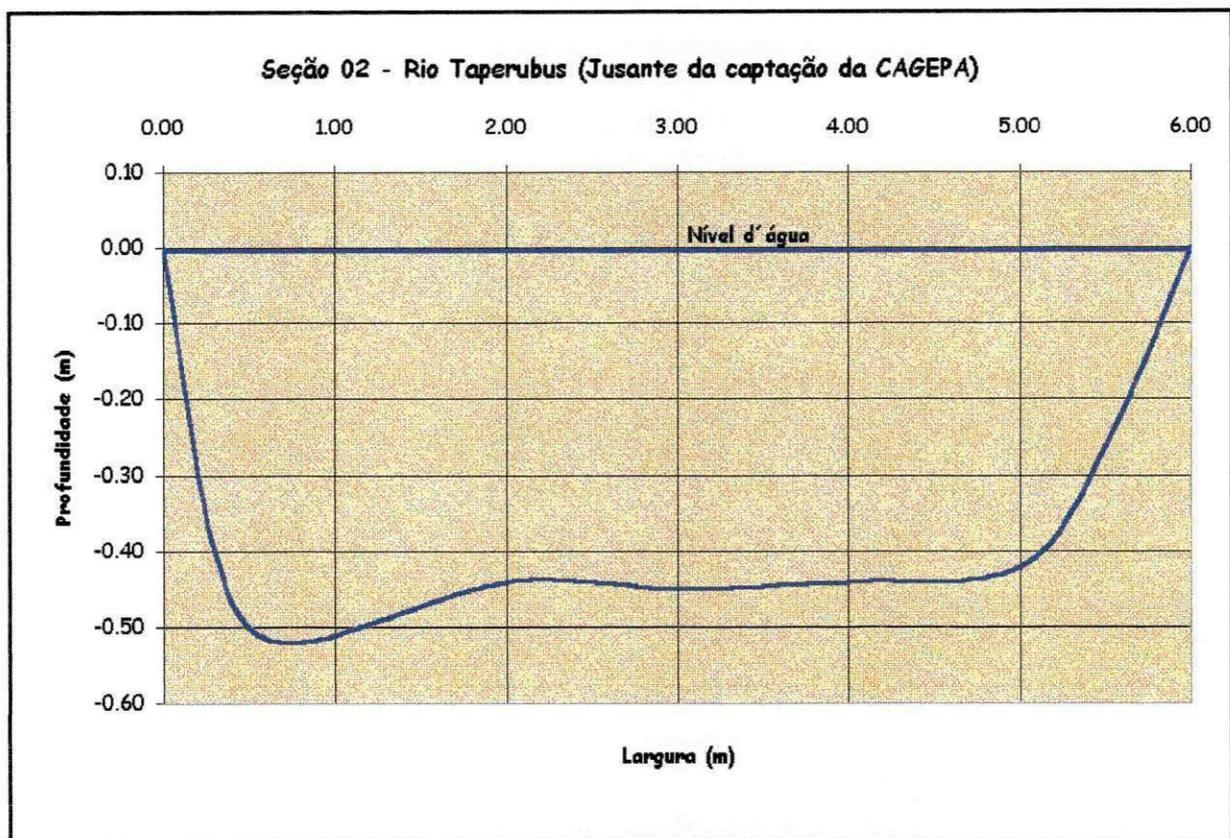
(e)

3ª medição Seção 02			data: 05/04/2000			hora : 14:42 h	
<i>prof (m)</i>	<i>larg (m)</i>	<i>área (m<sup>2</sup>)</i>	<i>20% sup</i>	<i>60% sup</i>	<i>80% sup</i>	<i>Vm (m/s)</i>	<i>Q (m<sup>3</sup>/s)</i>
0.40	0.30	0.12	0.18	0.21	0.32	0.24	0.028
0.52	0.70	0.36	0.4	0.42	0.450078	0.42	0.154
0.44	1.00	0.44	0.3	0.43	0.44	0.39	0.172
0.45	1.00	0.45	0.23	0.45	0.46	0.38	0.171
0.44	1.00	0.44	0.28	0.43	0.45	0.39	0.170
0.42	1.00	0.42	0.34	0.37	0.38	0.36	0.153
0.26	1.00	0.26	0.09	0.22	0.22	0.18	0.046
						<b>TOTAL</b>	<b>0.894</b>

(f)



**Gráfico 01** - Corte transversal da seção 01 (Rio Taperubus - Alhandra - PB)



**Gráfico 02** - Corte transversal da seção 02 (Rio Taperubus - Alhandra - PB)

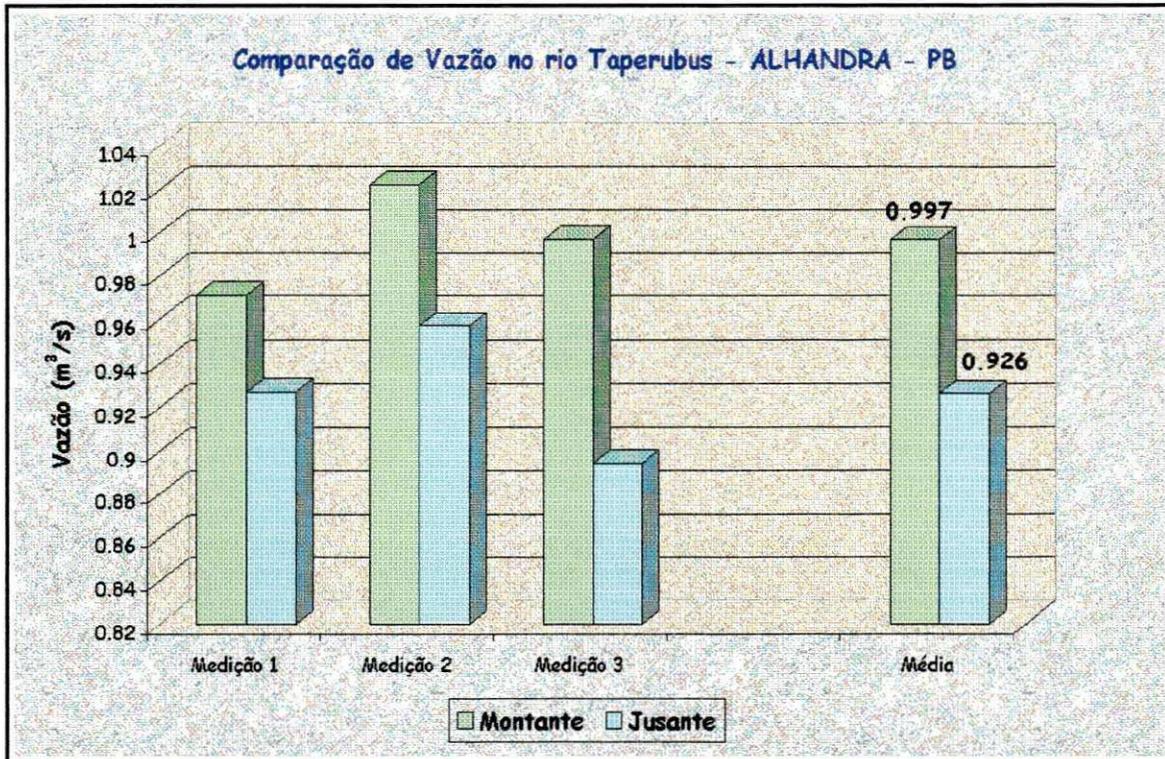
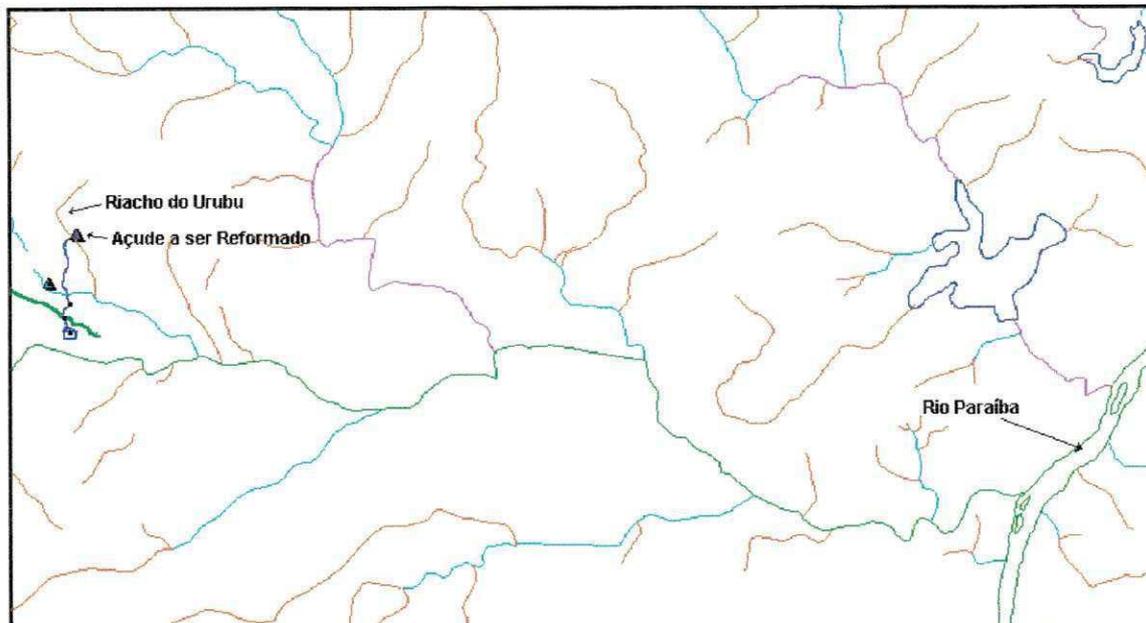


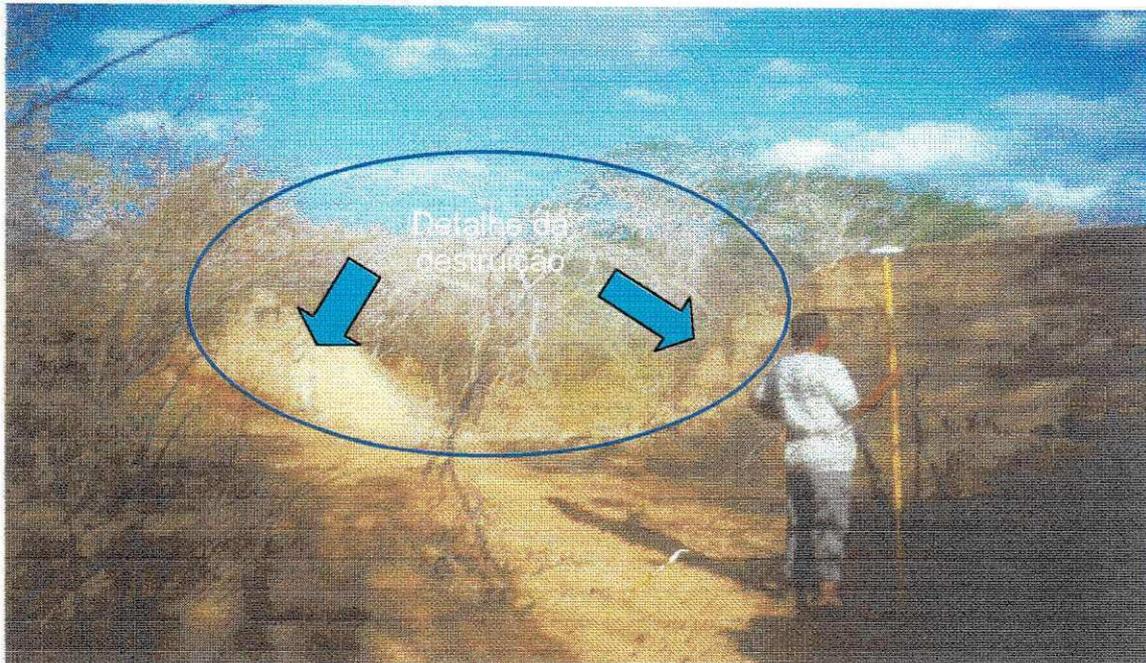
Gráfico 03 - Comparação de vazões medidas nas duas seções



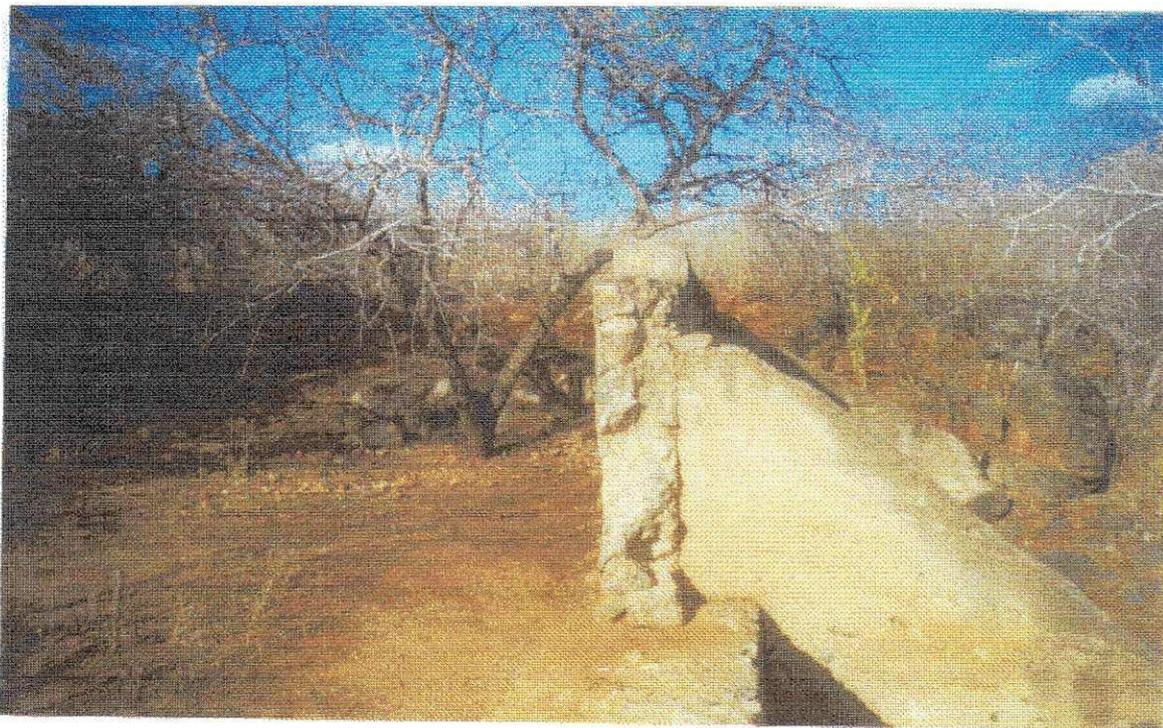
**Figura 07** - Localização do Riacho do Urubu



**Foto 04** – Barramento do Riacho do Urubu ou Pedras Pretas

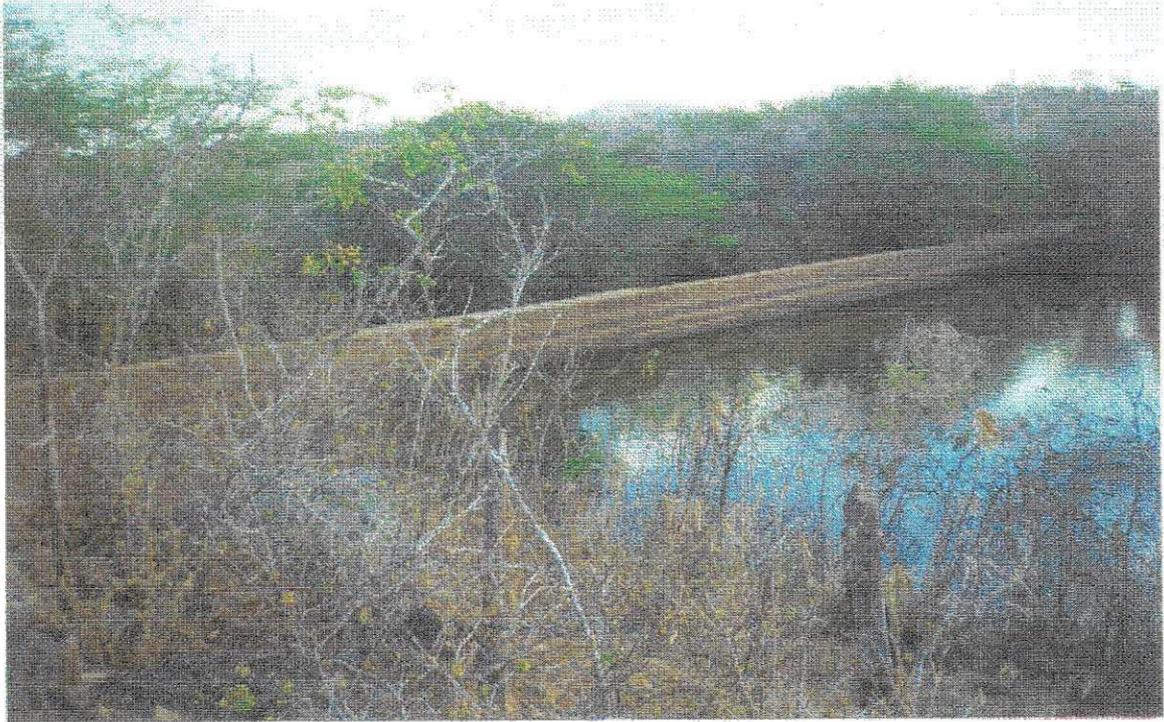


**Foto 05** – Barramento do Riacho Urubu ou Pedras Pretas



**Foto 06** – Barramento do Riacho Urubu ou Pedras Pretas

---



**Foto 07 – Açude do Fernando**