



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB – CAMPUS II
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:
FONTE DE DADOS SOBRE O LMRS - PB E ESTUDO
HIDROLÓGICO SOBRE A BACIA DO ESPINHARAS
(Estágio Supervisionado)

ESTAGIÁRIO:

ADRIANO DE SOUTO GOMES

Adriano de Souto Gomes

ORIENTADOR:

PATRICE ROLANDO DA SILVA OLIVEIRA

Patrice Rolando da Silva Oliveira

SUPERVISOR:

CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO

Carlos Galvão

DADOS DO ALUNO:

Matrícula: 29511212

Curso: Engenharia Civil

DADOS DA INSTITUIÇÃO:

Rua Aprígio de Veloso 882, Bodocongó

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

Campina Grande, 26 de Novembro de 2001



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	3
APRESENTAÇÃO	4
1.0 - INTRODUÇÃO	5
2.0 - OBJETIVOS	6
3.0 - O LMRS-PB	6
3.1 - RECURSOS HÍDRICOS	6
3.2 - AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DA PARAÍBA	8
3.2.1 - Bacia do Piranhas	8
3.2.2 - Sub-Bacia do Peixe	9
3.2.3 - Sub-Bacia do Piancó	9
3.2.4 - Sub-Bacia do Espinharas	9
3.2.5 - Sub-Bacia do Seridó	9
3.2.6 - Bacia do Paraíba	10
3.2.7 - Sub-Bacia do Taperoá	10
3.2.8 - Bacia do Jacu	10
3.2.9 - Bacia do Curimataú	11
3.2.10 - Bacia do Mamanguape	11
3.3 - FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS	11
3.4 - INFORMAÇÕES SOBRE MEDIÇÃO DE VAZÃO	14
3.4.1 - Equipamentos Utilizados	14
3.4.2 - Metodologia Adotada	14
3.4.3 - Rio Taperubus	155
3.4.4 - Equipe Técnica	15
3.5 - INFORMAÇÕES SOBRE OS PEDIDOS DE OUTORGAS	15
4.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO SOBRE A SUB-BACIA DO RIO ESPINHAS	17
4.1 - INTRODUÇÃO	17
4.2 - DESCRIÇÃO FLUVIOMORFOLÓGICA DA SUB-BACIA	18
4.3 - OBJETIVO E ANÁLISE DOS DADOS ENVOLVIDOS NESSE ESTUDO	20
4.3.1 - Objetivo	20
4.3.2 - Análise dos Dados	21
5.0 - RESULTADOS OBTIDOS	26
6.0 - CONCLUSÕES FINAIS	34
7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXO	

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à Deus por ter me proporcionado uma vida ,até o momento, cheia de realizações seja no pessoal, seja no profissional.

Agradeço à minha família pela educação, formação e por estarem presentes em todas as etapas de minha vida.

Agradeço ao Prof. Carlos de O. Galvão pelo incentivo, conselhos e conhecimentos científicos sempre dados de maneira simples, 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 (Patrice, Valter, Carlos Lamarque, Isnaldo) pela oportunidade, conhecimentos adquiridos e maneira com que me receberam.

E por último, 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 na necessidade de manter uma maior aproximação com os recursos hídricos.

Mesmo não conhecendo a origem da água e o funcionamento dos fenômenos naturais, as civilizações antigas puderam explorar os recursos hídricos através de projetos de irrigação como os do Egito e Mesopotâmia, aquedutos para abastecimento de água romanos e irrigação e controle de inundação pelos chineses.

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 (projetos). 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-se 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.

Dessa forma, este relatório pode ser dividido em duas partes: a primeira, trata de todo o trabalho desenvolvido pelo LMRS-PB como: coleta de dados, medição de vazão, pedidos de outorga, manutenção de banco de dados, utilização de software MapInfo na elaboração de mapas, etc. e a segunda, trata de um estudo hidrológico sobre a Bacia do Espinharas, incluindo uma análise dos principais açudes que abastecem a cidade de Patos de modo a questionar o problema da escassez de água na região.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados através dos convênios LMRS / SEMARH / ATECEL .

1.0 – INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial à vida e ao desenvolvimento econômico - social das nações. Trata-se de um recurso natural renovável que pode tornar-se escasso com o crescimento das populações, das indústrias e da agricultura.

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.

Os pesados investimentos exigidos no setor dos recursos hídricos para ter esse recurso natural com os requisitos apropriados, em termos de quantidade e qualidade, representam uma parcela significativa dos orçamentos nacionais e regionais.

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 pelo aumento da oferta de água com o aproveitamento de novos mananciais ou ampliação dos já existentes. Este fato, associado muitas vezes à problemas de natureza climática, como irregularidade 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 encontra-se bastante deficitário em virtude da má distribuição das chuvas associado a elevados índices de evaporação e temperatura.

O Estado da Paraíba conta com diversos açudes que propiciam o armazenamento da água na estação chuvosa, de forma 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 Geográficas (SIG) de Clima e Recursos Hídricos em tempo real.

2.0 – OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são, basicamente: alimentar o banco de dados com informações de campo que a instituição recebe diariamente, bem como atualizar esses dados com o auxílio dos programas “Ws-ftp 32” e “Paint Shop Pro”; 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; desenvolver modelos de simulação (prognósticos) de volumes armazenados em diversos açudes; fazer um estudo hidrológico sobre a Bacia do Espinharas e os açudes que abastecem a cidade de Patos.

3.0 – O LMRS-PB (Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba)

Órgão auxiliar vinculado à SEMARH (Órgão gestor), ou seja, Secretaria extraordinária do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Minerais.

Dentre os seus diversos setores, destaca-se o de Recursos Hídricos.

3.1 – RECURSOS HÍDRICOS

Setor do LMRS-PB cuja função é o monitoramento dos açudes que compreendem as Bacias Hidrográficas do estado da Paraíba.

Esse monitoramento se processa por meio da verificação do comportamento dos açudes através de leituras diárias.

Essas leituras compreendem dados das cotas dos espelhos d'água para cada açude, com o auxílio de estacas graduadas (em metros, com aproximação de duas casas decimais) previamente instaladas nos mesmos.

Com base em planilhas de cota x volume elaboradas para cada açude, permite-se então a obtenção do volume (em m³) armazenado diário do açude por interpolação.

Um aspecto importante nesse monitoramento está em como melhor utilizar as águas do açude através de modelos de simulação. Para tanto, têm-se os seguintes prognósticos:

- Quanto pode ganhar ?
- Quanto pode perder ?

Dos 122 açudes monitorados apenas 54 apresentam prognósticos, devido não se ter todos os dados necessários.

Além disso, existe uma deficiência no que se refere aos dados de vazão média, por conta de não existirem estações fluviométricas suficientes na coleta de dados, o que dificulta a obtenção das vazões médias de cada açude.

Nesse caso, o PERH (Plano Estadual de Recursos Hídricos) utiliza-se de informações sobre modelos chuva-vazão para elaborar dados de vazões não disponíveis em alguns açudes.

Em todos os estudos anteriormente citados, não é possível que estes ocorram sem que se fale na chamada "Gestão dos Recursos Hídricos".

Gestão: com o auxílio da engenharia, fornece subsídios para se tomar decisões, de modo a garantir a melhor forma de abastecimento de água mediante o aproveitamento dos recursos hídricos existentes.

Atualmente, apesar dos diversos esforços já mobilizados para que não haja o desperdício desses recursos, um problema cujo diagnóstico torna-se cada vez mais necessário está no carreamento de sedimentos para o leito dos açudes, que contribui, juntamente com a evaporação, para reduzir consideravelmente suas reservas hídricas.

Para tanto, é feito o chamado "Levantamento Batimétrico", ou seja, a topografia do relevo submerso do açude com o auxílio de dois GPS (Global Positioning System). Um em uma base instalada próximo ao local do levantamento e outro, denominado móvel, no açude.

Outro mecanismo utilizado são os modelos Chuva-Vazão através do SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Atualmente, têm-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-semarh.ufpb.br).

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

3.2 – 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.

3.2.1 – Bacia do Piranhas

Maior bacia do Estado, estende-se do sertão da Paraíba ao litoral do Rio Grande do Norte. Apresenta uma área total de cerca de 25.169 km² (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.

3.2.2 – 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.

3.2.3 – 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-Mãe 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.

3.2.4 – 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.

3.2.5 – Sub-Bacia do Seridó

Assim são denominados os cursos d'água que formam a cabeceira 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.

3.2.6 – 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 km², 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.

3.2.7 – 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.

3.2.8 – Bacia do Jacu

Situa-se no estado do estado e prolonga-se até o litoral do Rio Grande do Norte. Possui cerca de 1.080 km² na Paraíba, de um total de

5.940 km². Drena parte da micro-região do Curimataú. É uma bacia bastante aproveitada em pastagens e área de cultivo.

3.2.9 – 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 km², dos quais 4.030 km² 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.

3.2.10 – Bacia do Mamanguape

Com cerca de 3.727 km², está completamente localizada na Paraíba. Drena as micro-regiões do Agreste da Borborema, Brejo e Litoral Paraibano. O rio Mamanguape é o principal rio, sendo perene durante todo ano. É uma importante fonte de água para a indústria açucareira da região.

3.3 – 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 ligadas 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 também de ciclo hidrológico), cuja influência numa bacia pode ser analisada através do balanço hídrico, onde:

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

A identificação dos componentes desta expressão necessita-se de 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 atualizadas 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. No momento, o mesmo está passando por um processo de reformulação.

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 são enviadas 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 as 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 conseguem 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 são uma ferramenta de base no tocante à 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.

3.4 – 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.

3.4.1 – Equipamentos Utilizados

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

3.4.2 – 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.

3.4.3 – 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.

3.4.4 – 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^o Civil

Isnaldo Cândido da Costa – Eng^o Agrônomo

Valter Raglan Gonçalves Medeiros – Eng^o Civil

Paulo Henrique Braga Ribeiro – Eng^o Civil

Carlos Lamarque Guimarães – Eng^o Civil

3.5 – 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 Nº 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 $-07,624281^\circ$ e Longitude $-36,571335^\circ$;
- 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 $-07,627008^\circ$ e Longitude $-36,568663^\circ$), 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 Epitácio 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 em vista 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.

4.0 – ESTUDO HIDROLÓGICO SOBRE A SUB-BACIA DO RIO ESPINHARAS

4.1 – INTRODUÇÃO

A sub-bacia hidrográfica do rio Espinharas está inserida em uma das regiões mais críticas do polígono das secas (região do nordeste do Brasil com precipitação média anual inferior a 700 mm), apresentando sérios problemas no que diz respeito à potencialidade e disponibilidade hídricas, e qualidade de água, entre outros.

Observa-se nesta sub-bacia uma grande carência de informações hidroclimáticas, o que dificulta o desenvolvimento de trabalhos do porte de um Plano Diretor de Recursos Hídricos.

4.2 – DESCRIÇÃO FLUVIOMORFOLÓGICA DA SUB-BACIA

A sub-bacia do rio Espinharas abrange parte da Microrregião Homogênea Depressão do Alto Piranhas e se estende sobre uma superfície nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. A área da parte da sub-bacia do Espinharas contida no estado da Paraíba é de 2.954,1Km² e o perímetro formado, de 374,7 Km. A sub-bacia apresenta a forma de um triângulo isósceles, cuja base se desenvolve na Serra da Borborema ao longo de cerca de 100 Km, de Viração a leste, a Imaculada a oeste, e cuja altura corresponde ao curso d'água do rio Espinharas, que deságua no rio Piranhas.

O rio Espinharas é o curso principal da sub-bacia. Ele é formado a partir da confluência dos rios da Cruz e da Farinha. O rio da Cruz nasce no município de Imaculada, e caminha no sentido sudoeste-nordeste em direção à cidade de Patos. O rio da Farinha nasce no município de Salgadinho e percorre pouco mais de 70 Km até se encontrar com o rio da Cruz para formar o rio Espinharas, próximo da cidade de Patos. O rio Espinharas se estende por cerca de 45 Km no território paraibano e penetra no Rio Grande do Norte, onde deságua no rio Piranhas.

A sub-bacia tem como principais açudes o Capoeira (53.450.000 m³), Farinha (25.738.500 m³), Jatobá (17.516.000 m³), Firmino Gayoso (6.063.600 m³) e São Francisco (4.920.720 m³).

Nesta sub-bacia observa-se um regime pluviométrico torrencial, com chuvas de grande intensidade concentradas em pequenos intervalos de tempo, que aliado à predominância de solos rasos, de vegetação rala (caatinga), e de relevo acentuado contribuem para a ocorrência de vazões concentradas em poucos meses ou dias do ano. A Figura 4.1 apresenta a curva hipsométrica da sub-bacia do rio Espinharas, a qual foi concebida a partir de dados extraídos de mapas, em escala 1:100.000 da SUDENE (1971).

Por conta da escassez de informações hidroclimáticas e a facilidade de se obter características físicas de uma bacia hidrográfica, procura-se representar estas características através de índices, com o objetivo de auxiliar no processo de extrapolação das informações.

A sub-bacia do rio Espinharas classifica-se em termos de ordem de cursos d'água, segundo Strahler, como sendo de ordem 6 (seis), apresentando coeficiente de compacidade (K_C) igual a 1,93 e densidade de drenagem (D_d) igual a 1,16 km/km².

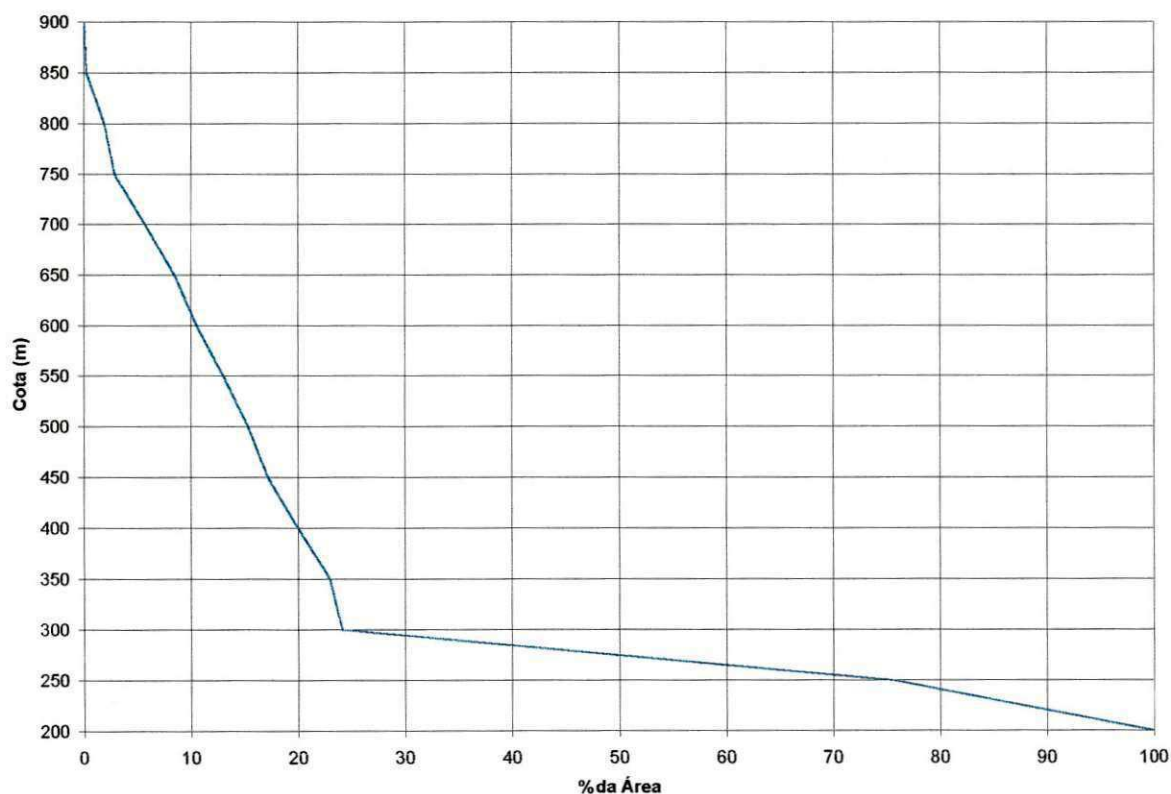


Figura 4.1 - Curva hipsométrica da bacia do rio Espinharas

4.3 – OBJETIVO E ANÁLISE DOS DADOS ENVOLVIDOS NESSE ESTUDO

4.3.1 – Objetivo

O objetivo desse estudo hidrológico sobre a sub-bacia do Espinharas divide-se em duas etapas:

A Primeira, visa tão somente calcular dados de precipitação média mensal dos anos de 1999 a 2001 (até o mês de junho) para a sub-bacia do Espinharas, com base no Método de Thiessen e compará-los com dados de precipitação média mensal baseados numa série histórica elaborada através desse mesmo método, que iniciou-se no ano de 1935 até o ano de 1990. Essa comparação está em identificar entre os anos de 1999 à 2001 (até junho), quais os meses onde a precipitação esteve acima da média (houve ganho) ou abaixo da média (houve perda) para com isso se ter uma idéia do comportamento da Pluviometria da sub-bacia nesse período.

Já a Segunda, diz respeito a uma análise sobre os principais açudes que compreendem essa sub-bacia e que também são responsáveis pelo abastecimento d'água do Município de Patos. São estes: Jatobá, com capacidade volumétrica de 17.516.000 m³ ; Farinha, com capacidade de 25.738.500 m³ e Capoeira, cuja capacidade é de 53.450.000 m³. Essa análise baseia-se no uso de modelos de simulação para os volumes armazenados mensais de cada um desses açudes, com o auxílio de um Programa feito pela ferramenta Excel.

A partir do volume armazenado no mês de setembro atual, pôde-se elaborar dados de volume, até setembro de 2002 para cada açude, tomando como base dados mensais de volume afluente, lâmina evaporada e demanda (vazão) para abastecimento. Além disso os resultados obtidos basearam-se em três situações: admitindo-se que a vazão afluente fosse 20%, 40% e 100% da vazão média.

Devido a carência de dados de série histórica volumétrica para a sub-bacia, só tornou-se possível uma comparação entre os volumes mensais encontrados e os médios mensais da série histórica para o açude Jatobá, cujos dados de volume armazenados mensais encontram-se cadastrados no LMRS-PB desde o ano de 1970, ou seja, acima de 20 anos de observações.

Dessa forma, tem-se uma projeção do que pode vir a acontecer no futuro, em termos de abastecimento d'água para a região de Patos, cabendo então o uso dessas informações para uma melhor compreensão das reservas hídricas existentes e a busca de uma solução racional para que não haja o desperdício desses recursos no futuro.

4.3.2 – Análise dos Dados

A altura média de precipitação é necessária em muitos estudos hidrológicos, como por exemplo na realização do balanço hídrico.

A precipitação média pode ser entendida como a lâmina de água de altura uniforme sobre toda a área considerada, associada a um período de tempo (hora, dia, mês, ano). O cálculo deste valor médio é feito tomando-se como base os dados observados dentro e na vizinhança da região em estudo.

Encontra-se na literatura vários métodos para a obtenção da precipitação média, sendo o emprego e a representatividade de cada um deles limitados à origem e à qualidade dos dados. Dentre estes métodos, pode-se citar os seguintes: o método da média aritmética, o método de Thiessen e o método das isoietas.

Neste estudo optou-se pelo método de Thiessen, visto que, entre outras razões, o mesmo pode ser utilizado para as condições onde não há uniformidade na distribuição dos postos. A precipitação média é calculada pela média ponderada, entre a precipitação P_i de cada posto e o peso a ela atribuído A_i , onde A_i é a área de influência de P_i .

$$h = \frac{\sum P_i A_i}{\sum A_i}$$

na qual h é a precipitação média e $\sum A_i$ a área total da bacia.

As limitações inerentes a este método são de que ele não considera a influência orográfica.

No cálculo da chuva média foram utilizados dados dos 14 postos pertencente a Bacia do Rio Espinharas (Tabelas 4.1 e 4.2).

O mapa da Bacia do Espinharas com o traçado dos polígonos de Thiessen é apresentado na Figura 4.2.

As áreas de influências dos postos existentes nas bacias em estudo são apresentadas na Tabela 4.3, e as precipitações médias mensais na Bacia do Rio Espinharas, calculadas pelo método de Thiessen, para o período de 1935 a 1990, são apresentadas na Tabela 4.4, respectivamente.

Tabela 4.1 – Código, localização e período de observação dos postos pluviométricos selecionados para o estudo

Posto	Código	Estado	Período de observação
Desterro de Malta	3834389	PB	1962 a 1993
Condado Malta	3834877	PB	1941 a 1998
Malta	3834894	PB	1922 a 1993
S. José do Espinharas	3835734	PB	1962 a 1989
S. Mamede	3835882	PB	1962 a 1993
Sta. Luzia	3836715	PB	1911 a 1993
Catingueira	3844279	PB	1933 a 1991
Patos	3845045	PB	1911 a 1985
Sta. Teresinha	3845113	PB	1962 a 1993
Porcos Fz	3845236	PB	1933 a 1979
Passagem	3845289	PB	1962 a 1993
Teixeira	3845448	PB	1911 a 1993
Mãe D'água de Dentro	3845514	PB	1933 a 1993
Desterro	3845583	PB	1923 a 1993
Imaculada	3845703	PB	1933 a 1993
Juazeirinho	3846185	PB	1962 a 1991
Salgadinho	3846231	PB	1935 a 1993
Taperoá	3846434	PB	1910 a 1993
Sto. André	3846475	PB	1962 a 1989

S. José dos Cordeiros	3846739	PB	1962 a 1993
S. João do Cariri	3846894	PB	1911 a 1983
Serra Branca	3846969	PB	1962 a 1994
Serra Negra do Norte	3835322	RN	1910 a 1990

Tabela 4.2 – Dados dos postos pluviométricos selecionados para o estudo da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Espinharas

Posto	Código	Município	Instalação	Long.	Lat.	Altitude (m)
Desterro de Malta	3834389	Desterro de Malta	07-1962	6° 41'	37° 34'	195
Condado	3834877	Condado	01-1940	6° 54'	37° 37'	260
Malta	3834894	Malta	11-1922	6° 54'	37° 32'	340
S. José do Espinharas	3835734	S. José do Espinharas	07-1962	6° 51'	37° 20'	185
S. Mamede	3835882	S. Mamede	00-1962	6° 55'	37° 06'	270
Sta. Luzia	3836715	Sta. Luzia	00-1977	6° 52'	36° 56'	290
Catingueira	3844279	Catingueira	00-1933	7° 08'	37° 37'	290
Patos	3845045	Patos	01-1911	7° 01'	37° 17'	250
Sta. Teresinha	3845113	Sta. Teresinha	07-1962	7° 05'	37° 27'	380
Porcos Fz.	3845236	Sta. Teresinha	00-1933	7° 08'	37° 20'	270
Passagem	3845289	Passagem	07-1962	7° 08'	37° 04'	340
Teixeira	3845448	Teixeira	01-1911	7° 13'	37° 16'	770
Mãe D'água de Dentro	3845514	Mãe D'água de Dentro	10-1933	7° 15'	37° 26'	370
Desterro	3845583	Desterro	01-1923	7° 17'	37° 06'	590
Imaculada	3845703	Imaculada	10-1933	7° 23'	37° 30'	750
Juazeirinho	3846185	Juazeirinho	07-1962	7° 04'	36° 35'	570
Salgadinho	3846231	Salgadinho	01-1934	7° 06'	36° 51'	410
Taperoá	3846434	Taperoá	12-1910	7° 12'	36° 50'	500
Sto. André	3846475	Gurjão	07-1962	7° 13'	36° 38'	470
S. José dos Cordeiros	3846739	S. José dos Cordeiros	07-1962	7° 23'	36° 49'	610
S. João do Cariri	3846894	S. João do Cariri	01-1911	7° 24'	36° 32'	445
Serra Branca	3846969	Serra Branca	07-1962	7° 29'	36° 40'	450
Serra Negra do Norte	3835322	Serra Negra do Norte	12-1910	6° 40'	37° 24'	200

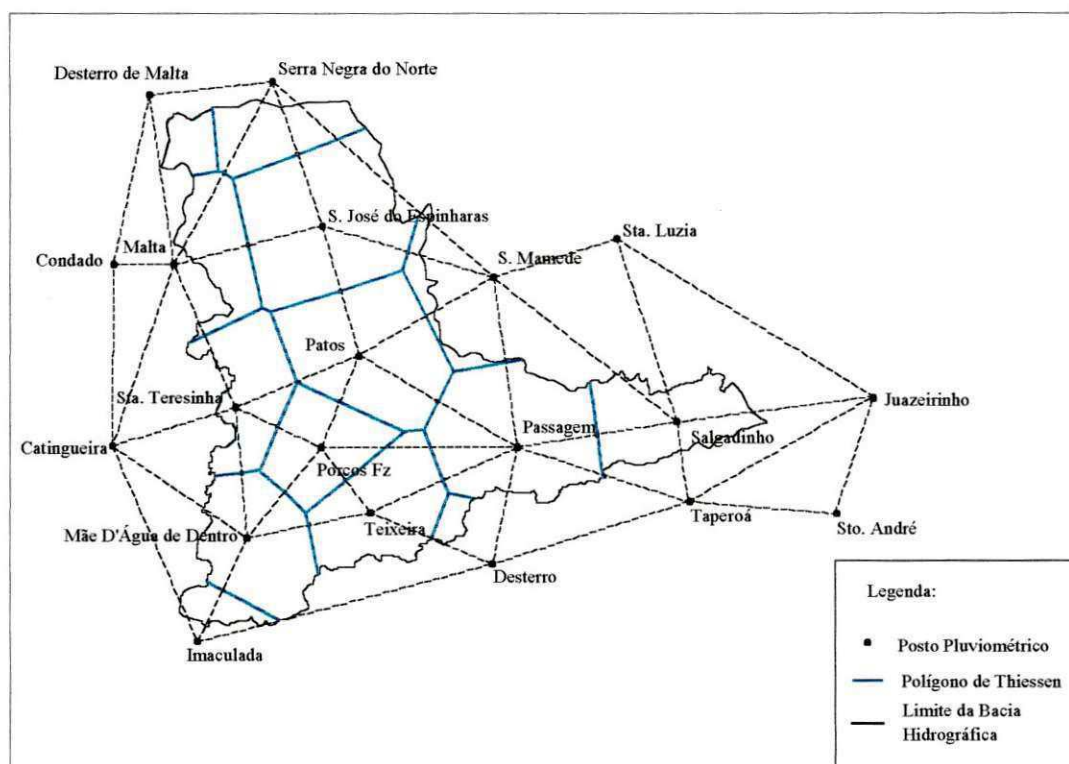


Figura 4.2 – Polígonos de Thiessen utilizados no estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Espinharas

Tabela 4.3 – Áreas de influências dos postos pluviométricos utilizados

Posto	Área de Influência (Km ²)	%
Desterro de Malta	58,6	1,98
Malta	164,1	5,55
S. José do Espinharas	468,4	15,86
S. Mamede	56,6	1,92
Patos	387,7	13,12
Sta. Teresinha	209,2	7,08
Porcos	202,9	6,87
Passagem	402,4	13,62
Teixeira	269,7	9,13
Mãe d'água de Dentro	271	9,17
Desterro	26,1	0,88
Imaculada	51,2	1,73
Salgadinho	226,4	7,66
Serra Negra do Norte	159,8	5,41
ÁREA TOTAL	2954,1	100,00

Tabela 4.4 – Precipitações médias mensais (mm) para a Bacia Hidrográfica do Rio Espinharas (Método de Thiessen)*

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1935	123.1	191.4	240.8	169.5	74.6	38.8	5.1	2.3	0.1	0.0	2.0	4.9	852.6
1936	12.8	102.2	52.7	110.2	35.2	63.3	10.8	0.1	0.9	0.0	2.0	2.6	392.9
1937	23.5	158.9	191.5	168.5	104.4	19.6	12.8	0.1	0.8	1.8	0.9	0.8	683.8
1938	53.7	22.3	169.0	245.8	88.5	8.4	0.3	1.0	0.2	1.6	0.2	2.9	593.7
1939	2.8	167.7	201.7	96.3	18.9	9.7	16.0	3.2	16.0	69.7	10.2	13.1	625.4
1940	222.8	134.3	239.8	212.4	118.8	16.9	6.0	2.4	2.0	0.4	0.0	2.6	958.1
1941	3.2	89.5	253.9	29.8	7.6	5.1	9.2	0.3	1.8	1.8	16.0	9.7	428.0
1942	4.0	44.7	39.7	69.0	24.6	11.2	1.9	2.8	0.0	15.5	7.7	32.7	254.0
1943	78.2	22.9	158.1	51.9	6.0	19.4	13.3	0.3	0.1	0.0	36.0	14.9	401.1
1944	59.3	28.6	164.1	252.4	28.1	19.4	21.1	0.3	0.3	0.3	1.5	70.6	646.0
1945	91.5	222.8	123.6	157.2	235.8	16.1	2.6	1.2	0.0	5.9	0.5	31.7	888.9
1946	84.9	43.5	122.8	180.4	43.8	10.4	3.5	1.8	0.1	0.1	16.6	25.9	533.8
1947	48.9	141.8	462.0	158.2	42.4	6.4	3.7	0.0	0.0	0.0	70.8	14.6	948.9
1948	15.8	30.7	281.5	126.0	95.5	37.9	9.6	1.2	0.2	6.4	0.9	11.5	617.2
1949	3.4	92.9	97.8	240.4	138.4	11.0	0.5	17.0	0.0	0.0	106.8	0.5	708.6
1950	43.0	11.4	238.4	336.6	17.2	0.2	6.6	0.2	0.0	3.0	1.1	5.4	663.2
1951	17.1	52.9	65.1	133.6	74.0	35.1	2.4	0.0	0.0	8.0	0.0	15.0	403.3
1952	12.5	71.9	242.6	109.3	33.3	6.3	0.1	0.1	0.0	0.8	0.0	23.4	500.2
1953	3.4	29.7	43.3	93.1	43.7	37.4	3.4	0.5	0.0	0.0	74.8	13.0	342.2
1954	24.4	118.7	182.2	162.9	58.1	8.7	1.4	0.0	0.0	0.0	26.2	1.2	583.7
1955	89.5	158.4	182.4	133.0	45.1	2.2	2.3	2.2	0.5	5.8	0.6	10.6	632.5
1956	3.8	197.9	190.8	142.4	37.7	54.9	7.8	2.6	0.8	3.2	2.6	0.8	645.4
1957	78.3	26.9	327.9	180.4	19.4	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	640.5
1958	8.3	49.2	51.0	6.7	51.2	21.2	23.9	4.0	6.6	0.0	0.5	25.7	248.4
1959	71.9	252.1	96.2	13.6	20.6	32.1	0.2	14.9	0.0	0.0	6.0	2.0	509.7
1960	3.5	23.3	400.3	76.0	18.4	11.1	3.4	1.8	0.0	0.0	0.2	0.7	538.7
1961	124.3	152.4	251.8	38.1	36.0	3.4	4.5	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	611.6
1962	53.9	89.0	196.2	87.9	26.2	7.1	0.5	0.9	8.3	0.5	5.9	3.0	479.3
1963	82.9	221.7	214.6	180.3	16.0	10.3	0.3	0.0	0.1	4.7	16.9	140.2	887.9
1964	111.4	209.8	230.9	266.1	103.5	32.9	63.9	3.5	2.8	0.0	0.4	6.8	1032.1
1965	75.4	41.2	286.4	349.9	55.0	84.4	4.7	0.3	0.0	8.7	0.1	18.0	924.1
1966	25.2	149.6	29.3	131.0	66.5	54.8	18.0	0.1	2.5	0.1	13.6	7.2	497.8
1967	10.9	183.9	256.2	358.7	139.8	11.7	18.0	1.7	0.0	0.2	0.0	33.8	1015.1
1968	108.8	65.6	314.2	90.5	123.2	16.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	28.2	748.2
1969	53.8	35.8	284.0	127.9	47.8	24.2	41.8	0.9	0.2	0.0	0.0	4.3	620.6
1970	130.9	38.3	156.5	75.4	4.9	0.1	1.5	0.2	0.1	0.3	3.8	4.0	416.1
1971	100.5	146.2	240.5	294.9	82.8	71.8	23.6	1.0	7.1	4.2	1.8	0.8	975.2
1972	55.6	155.8	165.4	94.3	31.4	23.9	17.2	28.7	0.0	0.1	0.4	50.9	623.7
1973	59.8	48.1	133.6	337.8	97.3	32.9	29.1	6.3	1.8	8.1	0.3	11.8	767.0
1974	193.2	240.7	240.8	415.8	113.8	28.0	18.6	0.5	2.8	4.4	32.5	38.9	1329.9
1975	57.8	257.1	291.0	217.3	111.1	32.9	57.4	1.3	0.0	0.1	1.8	19.3	1047.2
1976	26.8	139.0	210.4	81.8	23.4	2.9	1.5	0.3	3.4	13.6	8.3	6.3	517.7
1977	95.4	78.4	214.4	292.2	131.6	46.6	45.5	4.6	0.1	0.2	0.5	48.1	957.6
1978	21.7	189.3	151.9	153.7	138.8	52.8	36.1	1.7	5.0	0.0	14.3	0.2	765.5
1979	60.6	113.2	117.6	120.1	66.2	11.6	4.8	0.0	5.3	4.3	15.2	3.2	522.2
1980	55.8	221.4	105.9	36.8	1.5	10.0	0.8	0.0	0.7	0.4	22.5	8.4	464.2
1981	68.7	9.0	405.4	43.1	1.9	3.2	0.0	0.0	0.1	0.0	28.5	26.2	586.0
1982	12.7	41.5	93.9	190.5	52.1	5.0	3.5	0.3	0.0	0.9	4.5	14.4	419.2
1983	30.7	133.0	129.5	48.1	7.5	1.1	1.4	3.0	0.0	0.0	0.1	0.6	355.0

1984	28.0	23.5	205.3	264.1	94.9	4.0	11.1	9.9	1.1	0.4	4.7	2.2	649.1
1985	168.4	414.8	239.2	356.1	67.7	125.5	8.5	0.4	0.5	2.7	0.6	76.2	1460.6
1986	117.5	235.2	313.3	221.9	44.8	12.1	12.3	4.7	2.2	1.4	27.1	5.9	998.2
1987	29.1	87.4	306.8	62.7	5.4	26.1	2.8	0.1	0.2	0.0	0.0	0.8	521.4
1988	39.9	81.6	202.3	307.3	80.2	9.6	15.2	1.6	0.0	0.3	0.1	24.1	762.2
1989	47.2	57.5	140.2	385.0	147.3	38.4	49.3	4.7	0.2	0.7	2.1	107.2	979.8
1990	5.4	87.4	21.9	109.9	34.6	4.2	6.8	4.4	3.2	0.0	1.9	0.9	280.3

5.0 – RESULTADOS OBTIDOS

Estudo Hidrológico sobre a Bacia de Espinharas

Análise - Método de Thiessen

Tabela 1: Precipitações Mensais - 1999

Posto Pluviométrico	Área (Km ²)	%	Precipitações Mensais (mm)											
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
D.de Malta/V.Serrana	58,6	1,98	56,0	24,1	187,0	50,4	188,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,6	145,5
Malta	164,1	5,55	71,1	12,8	346,8	0,0	163,0	7,9	4,5	0,0	0,0	36,1	7,5	102,0
S.José de Espinh.	468,4	15,86	54,8	18,6	156,8	34,0	276,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	25,4
S. Mamede	56,6	1,92	37,0	43,2	100,9	29,8	245,3	0,0	10,0	0,0	0,0	0,6	22,3	95,7
Patos	387,7	13,12	85,2	53,6	279,8	1,6	178,8	1,7	11,8	0,0	0,0	27,4	32,5	50,4
Sta. Terezinha	209,2	7,08	90,8	33,7	270,9	0,0	380,5	0,0	11,2	0,0	0,0	34,4	71,6	93,3
F.Porcos/S.J. Borfim	202,9	6,87	62,4	41,8	196,0	0,0	336,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	164,9
Passagem	402,4	13,62	21,0	59,0	218,2	5,0	102,0	0,0	24,6	0,0	0,0	17,6	47,6	109,0
Teixeira	269,7	9,13	51,6	81,1	236,5	0,0	187,2	5,8	28,4	0,0	0,0	12,1	22,8	168,8
Mãe d'água	271	9,17	103,7	67,3	288,0	0,0	129,0	8,5	0,0	0,0	0,0	9,1	9,0	69,1
Desterro	26,1	0,88	52,3	57,2	104,6	0,0	147,1	3,8	26,9	0,0	0,0	7,5	0,0	159,5
Imaculada	51,2	1,73	56,4	32,4	110,9	21,9	151,3	25,1	18,7	0,0	0,0	8,6	39,2	108,2
Salgadinho	226,4	7,66	0,0	47,4	121,4	0,0	57,9	5,8	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	46,0
S.Negra do Norte	159,8	5,41	55,1	56,0	144,8	27,5	241,9	4,6	16,4	0,0	0,0	8,5	18,0	66,0
Área Total	2954,1	100,00	57,9	46,6	215,0	9,7	199,1	3,1	10,2	0,0	0,0	14,7	23,8	85,9

Precipitações Médias Mensais

Tabela 2: Precipitações Mensais - 2000

Posto Pluviométrico	Área (Km ²)	%	Precipitações Mensais (mm)											
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
D.de Malta/V.Serrana	58,6	1,98	77,1	111,7	174,8	201,8	41,6	7,8	63,6	38,2	52,4	0,0	0,0	33,0
Malta	164,1	5,55	43,1	199,3	204,4	185,4	16,9	6,3	16,5	55,9	17,0	0,0	15,4	97,8
S.José de Espinh.	468,4	15,86	76,2	55,5	81,6	120,0	0,0	10,0	0,0	71,8	0,0	0,0	0,0	75,8
S. Mamede	56,6	1,92	43,1	265,0	79,7	135,6	0,0	10,6	12,4	53,3	55,3	0,0	0,0	42,6
Patos	387,7	13,12	81,6	78,8	153,2	170,1	40,3	7,5	19,0	86,6	18,2	0,0	0,0	53,0
Sta. Terezinha	209,2	7,08	65,7	215,5	196,4	199,1	20,3	11,2	64,8	14,0	22,3	0,0	0,0	73,2
F.Porcos/S.J. Borfim	202,9	6,87	84,4	199,6	255,4	120,3	11,2	0,0	13,1	17,0	52,8	0,0	0,0	54,5
Passagem	402,4	13,62	91,8	116,6	105,0	88,8	12,6	14,2	28,8	35,6	0,0	0,0	0,0	57,4
Teixeira	269,7	9,13	101,9	231,2	189,0	110,5	13,0	22,8	28,4	20,9	86,8	0,0	23,4	71,3
Mãe d'água	271	9,17	111,7	115,2	87,4	53,7	66,3	4,5	14,0	22,1	27,0	0,0	0,0	52,1
Desterro	26,1	0,88	96,2	116,9	84,5	153,2	8,3	9,3	27,9	14,2	64,8	0,0	2,5	78,8
Imaculada	51,2	1,73	57,1	118,4	142,5	165,5	36,7	36,2	65,0	19,4	13,6	0,0	0,0	68,3
Salgadinho	226,4	7,66	85,2	66,9	95,2	89,1	5,8	0,0	20,6	53,8	0,0	0,0	0,0	33,6
S.Negra do Norte	159,8	5,41	113,2	121,6	126,2	143,1	11,0	13,2	31,3	42,5	13,3	0,0	5,5	42,0
Área Total	2954,1	100,00	84,5	128,8	137,9	126,5	20,0	9,9	22,8	45,5	22,6	0,0	3,3	60,6

Precipitações Médias Mensais

Tabela 3: Precipitações Mensais - 2001

Posto Pluviométrico	Área (Km ²)	%	Precipitações Mensais (mm)												
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
D. de Malta/V. Serrana	58,6	1,98	0,0	5,2	249,7	93,5	0,0	56,3							
Malta	164,1	5,56	19,9	46,0	361,1	93,4	5,6	57,5							
S. José de Espinh.	468,4	15,86	0,0	26,6	194,2	164,6	15,0	81,0							
S. Mamede	56,6	1,92	17,2	12,3	319,7	130,0	27,5	97,0							
Patos	387,7	13,12	37,6	2,9	194,6	85,8	28,8	52,0							
Sta. Terezinha	209,2	7,08	18,2	88,3	225,0	89,1	0,0	43,0							
F. Porcos/S.J. Bonfim	202,9	6,87	0,0	7,8	270,2	146,0	4,2	79,5							
Passagem	402,4	13,62	37,0	0,0	220,0	107,8	0,0	76,4							
Teixeira	269,7	9,13	27,4	35,4	195,1	140,7	1,7	75,1							
Mãe d'água	271	9,17	3,0	31,3	232,1	48,4	4,3	87,2							
Desterro	26,1	0,88	10,5	35,2	175,2	52,0	0,0	110,6							
Imaculada	51,2	1,73	7,5	17,8	200,8	77,9	0,0	36,0							
Salgadinho	226,4	7,66	7,4	0,0	120,7	78,3	26,7	72,3							
S. Negra do Norte	159,8	5,41	6,2	28,6	159,9	87,2	4,2	33,6							
Área Total	2954,1	100,00	16,6	22,6	214,0	107,7	10,1	68,6							

Precipitações Médias Mensais

Tabela 4 – Precipitações médias mensais (mm) para a Bacia Hidrográfica do Rio Espinharas (Método de Thiessen)*

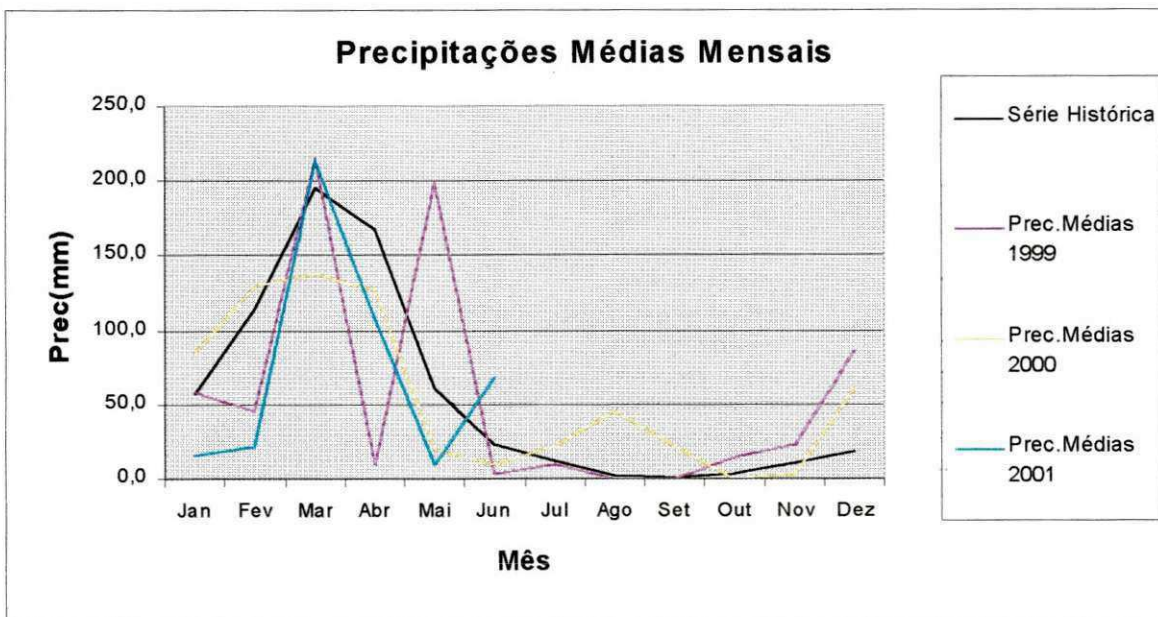
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1935	123,1	191,4	240,8	169,5	74,6	38,8	5,1	2,3	0,1	0,0	2,0	4,9
1936	12,8	102,2	52,7	110,2	35,2	63,3	10,8	0,1	0,9	0,0	2,0	2,6
1937	23,5	158,9	191,5	168,5	104,4	19,6	12,8	0,1	0,8	1,8	0,9	0,8
1938	53,7	22,3	169,0	245,8	88,5	8,4	0,3	1,0	0,2	1,6	0,2	2,9
1939	2,8	167,7	201,7	96,3	18,9	9,7	16,0	3,2	16,0	69,7	10,2	13,1
1940	222,8	134,3	239,8	212,4	118,8	16,9	6,0	2,4	2,0	0,4	0,0	2,6
1941	3,2	89,5	253,9	29,8	7,6	5,1	9,2	0,3	1,8	1,8	16,0	9,7
1942	4,0	44,7	39,7	69,0	24,6	11,2	1,9	2,8	0,0	15,5	7,7	32,7
1943	78,2	22,9	158,1	51,9	6,0	19,4	13,3	0,3	0,1	0,0	36,0	14,9
1944	59,3	28,6	164,1	252,4	28,1	19,4	21,1	0,3	0,3	0,3	1,5	70,6
1945	91,5	222,8	123,6	157,2	235,8	16,1	2,6	1,2	0,0	5,9	0,5	31,7
1946	84,9	43,5	122,8	180,4	43,8	10,4	3,5	1,8	0,1	0,1	16,6	25,9
1947	48,9	141,8	462,0	158,2	42,4	6,4	3,7	0,0	0,0	0,0	70,8	14,6
1948	15,8	30,7	281,5	126,0	95,5	37,9	9,6	1,2	0,2	6,4	0,9	11,5
1949	3,4	92,9	97,8	240,4	138,4	11,0	0,5	17,0	0,0	0,0	106,8	0,5
1950	43,0	11,4	238,4	336,6	17,2	0,2	6,6	0,2	0,0	3,0	1,1	5,4
1951	17,1	52,9	65,1	133,6	74,0	35,1	2,4	0,0	0,0	8,0	0,0	15,0
1952	12,5	71,9	242,6	109,3	33,3	6,3	0,1	0,1	0,0	0,8	0,0	23,4
1953	3,4	29,7	43,3	93,1	43,7	37,4	3,4	0,5	0,0	0,0	74,8	13,0
1954	24,4	118,7	182,2	162,9	58,1	8,7	1,4	0,0	0,0	0,0	26,2	1,2
1955	89,5	158,4	182,4	133,0	45,1	2,2	2,3	2,2	0,5	5,8	0,6	10,6
1956	3,8	197,9	190,8	142,4	37,7	54,9	7,8	2,6	0,8	3,2	2,6	0,8
1957	78,3	26,9	327,9	180,4	19,4	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,9
1958	8,3	49,2	51,0	6,7	51,2	21,2	23,9	4,0	6,6	0,0	0,5	25,7
1959	71,9	252,1	96,2	13,6	20,6	32,1	0,2	14,9	0,0	0,0	6,0	2,0
1960	3,5	23,3	400,3	76,0	18,4	11,1	3,4	1,8	0,0	0,0	0,2	0,7
1961	124,3	152,4	251,8	38,1	36,0	3,4	4,5	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0
1962	53,9	89,0	196,2	87,9	26,2	7,1	0,5	0,9	8,3	0,5	5,9	3,0
1963	82,9	221,7	214,6	180,3	16,0	10,3	0,3	0,0	0,1	4,7	16,9	140,2
1964	111,4	209,8	230,9	266,1	103,5	32,9	63,9	3,5	2,8	0,0	0,4	6,8
1965	75,4	41,2	286,4	349,9	55,0	84,4	4,7	0,3	0,0	8,7	0,1	18,0
1966	25,2	149,6	29,3	131,0	66,5	54,8	18,0	0,1	2,5	0,1	13,6	7,2
1967	10,9	183,9	256,2	358,7	139,8	11,7	18,0	1,7	0,0	0,2	0,0	33,8
1968	108,8	65,6	314,2	90,5	123,2	16,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2	28,2
1969	53,8	35,8	284,0	127,9	47,8	24,2	41,8	0,9	0,2	0,0	0,0	4,3
1970	130,9	38,3	156,5	75,4	4,9	0,1	1,5	0,2	0,1	0,3	3,8	4,0
1971	100,5	146,2	240,5	294,9	82,8	71,8	23,6	1,0	7,1	4,2	1,8	0,8
1972	55,6	155,8	165,4	94,3	31,4	23,9	17,2	28,7	0,0	0,1	0,4	50,9
1973	59,8	48,1	133,6	337,8	97,3	32,9	29,1	6,3	1,8	8,1	0,3	11,8
1974	193,2	240,7	240,8	415,8	113,8	28,0	18,6	0,5	2,8	4,4	32,5	38,9
1975	57,8	257,1	291,0	217,3	111,1	32,9	57,4	1,3	0,0	0,1	1,8	19,3
1976	26,8	139,0	210,4	81,8	23,4	2,9	1,5	0,3	3,4	13,6	8,3	6,3
1977	95,4	78,4	214,4	292,2	131,6	46,6	45,5	4,6	0,1	0,2	0,5	48,1
1978	21,7	189,3	151,9	153,7	138,8	52,8	36,1	1,7	5,0	0,0	14,3	0,2
1979	60,6	113,2	117,6	120,1	66,2	11,6	4,8	0,0	5,3	4,3	15,2	3,2
1980	55,8	221,4	105,9	36,8	1,5	10,0	0,8	0,0	0,7	0,4	22,5	8,4
1981	68,7	9,0	405,4	43,1	1,9	3,2	0,0	0,0	0,1	0,0	28,5	26,2
1982	12,7	41,5	93,9	190,5	52,1	5,0	3,5	0,3	0,0	0,9	4,5	14,4
1983	30,7	133,0	129,5	48,1	7,5	1,1	1,4	3,0	0,0	0,0	0,1	0,6
1984	28,0	23,5	205,3	264,1	94,9	4,0	11,1	9,9	1,1	0,4	4,7	2,2
1985	168,4	414,8	239,2	356,1	67,7	125,5	8,5	0,4	0,5	2,7	0,6	76,2
1986	117,5	235,2	313,3	221,9	44,8	12,1	12,3	4,7	2,2	1,4	27,1	5,9
1987	29,1	87,4	306,8	62,7	5,4	26,1	2,8	0,1	0,2	0,0	0,0	0,8
1988	39,9	81,6	202,3	307,3	80,2	9,6	15,2	1,6	0,0	0,3	0,1	24,1
1989	47,2	57,5	140,2	385,0	147,3	38,4	49,3	4,7	0,2	0,7	2,1	107,2
1990	5,4	87,4	21,9	109,9	34,6	4,2	6,8	4,4	3,2	0,0	1,9	0,9
média	57,8	114,9	195,9	187,8	61,3	23,2	11,9	2,5	1,4	3,2	10,6	18,4

Tabela 5: Precipitações Médias Mensais (mm) - Série Hist., 1999, 2000 e 2001

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Série Hs.	57,8	114,9	195,9	167,8	61,3	23,2	11,9	25	1,4	3,2	10,6	18,4
1999	57,9	46,6	215,0	9,7	199,1	3,1	10,2	0,0	0,0	14,7	23,8	85,9
2000	84,5	128,8	137,9	126,5	20,0	9,9	22,8	45,5	22,6	0,0	3,3	60,6
2001	16,6	22,6	214,0	107,7	10,1	68,6						

Tabela 6: Desvios Absolutos (mm) - 1999, 2000 e 2001

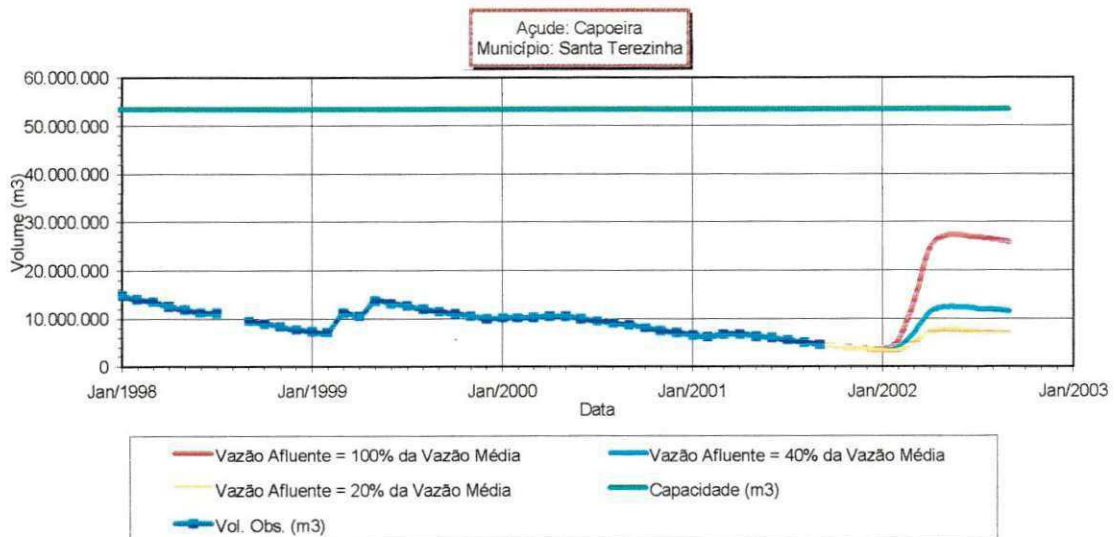
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
desv.1999	0,1	-68,3	19,2	-158,0	137,8	-20,0	-1,7	-25	-1,4	11,5	13,3	67,5
desv.2000	26,8	13,9	-58,0	-41,2	-41,3	-13,2	10,9	42,9	21,2	-3,2	-7,3	42,2
desv.2001	-41,2	-92,3	18,1	-60,0	-51,2	45,4						



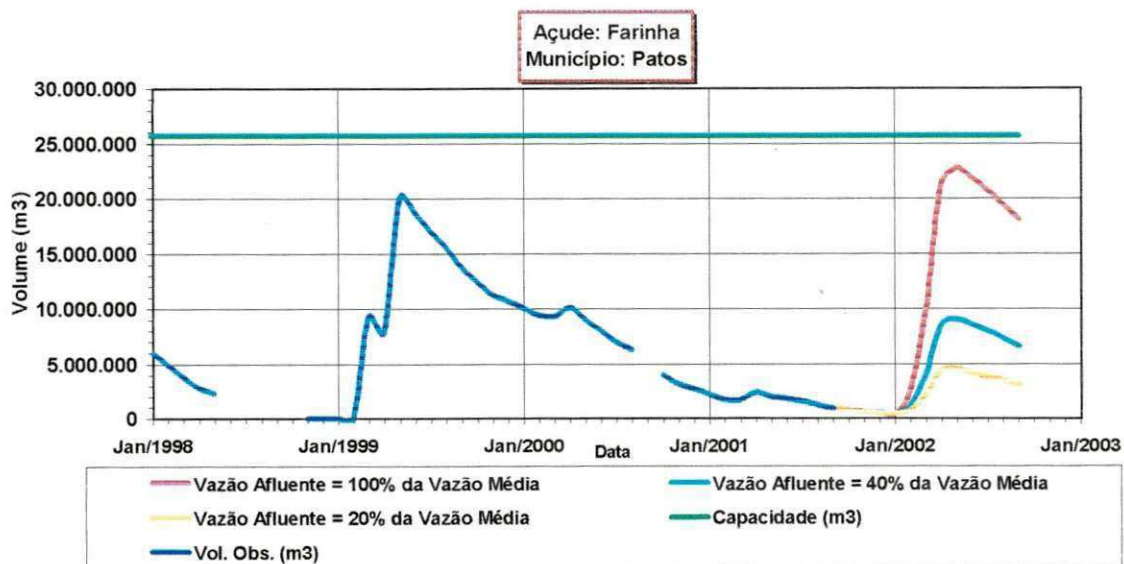
MODELOS DE SIMULAÇÃO PARA OS AÇÚDES QUE ABASTECEM O MUNICÍPIO DE PATOS

Volumes mensais observados (m ³)			
Período	Açúdes		
	Capoeira	Farinha	Jatobá
Jan/98	14.827.658	5.924.894	7.569.549
Fev/98	13.978.568	4.970.418	5.310.147
Mar/98	13.577.180	3.844.625	6.523.137
Abr/98	12.563.048	2.852.398	5.825.529
Mai/98	11.898.288	2.341.250	4.791.039
Jun/98	11.316.188		4.759.454
Jul/98	11.200.000		4.727.869
Ago/98			3.500.000
Set/98	9.513.880		3.468.415
Out/98	8.905.449		0
Nov/98	8.367.221	0	0
Dez/98	7.642.275	0	0
Jan/99	7.307.692	0	0
Fev/99	7.205.208	0	0
Mar/99	11.248.502	9.353.013	900.000
Abr/99	10.648.618	7.890.529	866.900
Mai/99	13.731.560	20.108.925	12.012.825
Jun/99	13.186.015	18.720.223	11.352.285
Jul/99	12.736.899	17.085.476	10.306.509
Ago/99	12.101.346	15.556.198	9.399.561
Set/99	11.586.932	13.815.984	8.465.131
Out/99	11.045.444	12.420.109	7.613.150
Nov/99	10.636.000	11.239.773	7.177.145
Dez/99	10.068.641	10.710.656	6.959.142
Jan/00	10.182.115	10.018.735	7.613.150
Fev/00	10.194.723	9.455.046	7.307.947
Mar/00	10.257.764	9.319.001	7.640.633
Abr/00	10.560.361	10.100.138	7.613.150
Mai/00	10.535.144	9.046.000	7.068.143
Jun/00	10.068.641	8.060.585	6.588.538
Jul/00	9.576.921	7.006.236	6.021.731
Ago/00	9.139.460	6.292.000	
Set/00	8.694.838		
Out/00	8.095.581	4.040.415	
Nov/00	7.545.138	3.198.174	
Dez/00	7.056.000	2.762.000	1.848.440
Jan/01	6.562.657	2.203.000	1.848.439
Fev/01	6.275.980	1.768.985	1.542.472
Mar/01	6.730.708	1.768.985	1.866.983
Abr/01	6.770.250	2.431.453	2.793.968
Mai/01	6.329.847	2.076.313	2.432.560
Jun/01	5.988.690	1.896.153	2.274.940
Jul/01	5.539.800	1.610.023	
Ago/01	5.099.278	1.254.880	1.755.722
Set/01	4.639.876	975.370	1.461.032
Out/01	3.810.826	642.620	1.244.527
Vol.Máx.	53.450.000	25.738.500	17.516.100

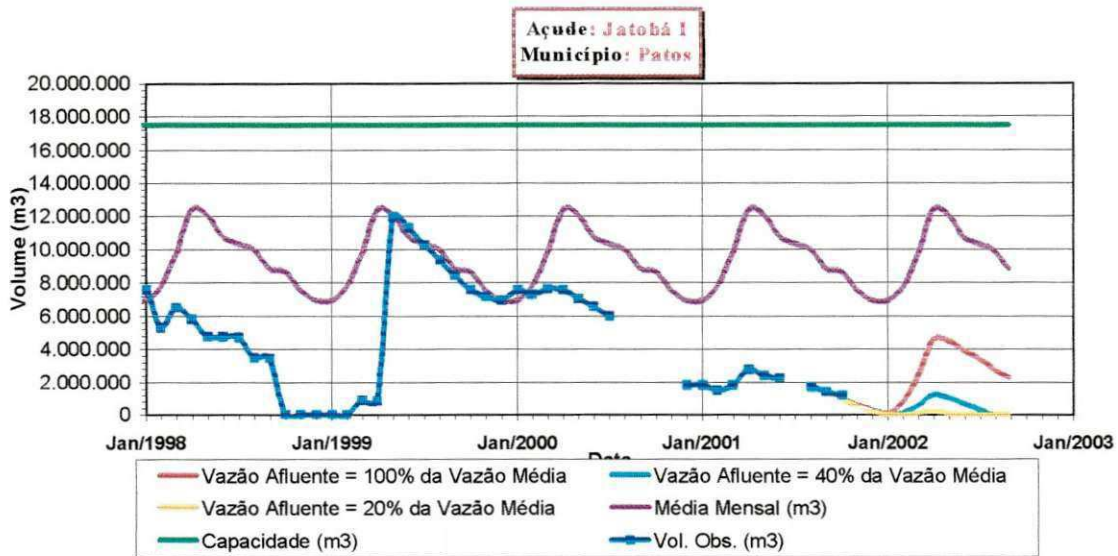
Volumes armazenados mensais(m ³) para o açude Capoeira - Simulação			
Mês			
Set/01	4.639.876	4.639.876	4.639.876
Out/01	4.351.109	4.341.466	4.338.252
Nov/01	4.047.591	3.995.958	3.978.747
Dez/01	3.832.363	3.676.273	3.624.243
Jan/02	3.838.280	3.486.131	3.368.748
Fev/02	5.370.162	3.932.275	3.469.914
Mar/02	13.488.847	7.056.671	4.948.038
Abr/02	24.769.730	11.513.653	7.131.504
Mai/02	27.160.807	12.409.897	7.531.280
Jun/02	27.282.553	12.396.699	7.471.459
Jul/02	26.919.030	12.177.851	7.299.810
Ago/02	26.414.564	11.903.328	7.094.849
Set/02	25.847.882	11.600.527	6.870.680
	Qaf =1*Qm	Qaf =0,4Qm	Qaf =0,2Qm



Mês	Volumen armazenados mensais(m ³) para o açude Farinha - Simulação		
	Set/01	975.370	975.370
Out/01	806.267	804.660	804.125
Nov/01	647.283	639.455	636.846
Dez/01	553.080	539.521	535.001
Jan/02	510.252	474.195	462.175
Fev/02	2.642.317	1.274.115	830.938
Mar/02	10.075.236	4.175.195	2.262.544
Abr/02	21.249.210	8.537.698	4.399.720
Mai/02	22.763.064	9.039.395	4.544.546
Jun/02	21.883.343	8.579.598	4.204.361
Jul/02	20.778.879	8.011.636	3.811.811
Ago/02	19.427.790	7.319.090	3.498.280
Set/02	18.166.038	6.554.482	3.153.074
	Qaf = 1*Qm	Qaf = 0,4Qm	Qaf = 0,2Qm



Mês	Volumen armazenados mensais(m ³) para o açude Jatobá - Simulação		
	Set/01	1.461.032	1.461.032
Out/01	997.138	990.710	988.567
Nov/01	609.324	585.789	577.944
Dez/01	284.832	224.335	206.306
Jan/02	90.479	0	0
Fev/02	822.933	126.813	0
Mar/02	2.481.799	609.286	93.114
Abr/02	4.576.552	1.275.712	295.463
Mai/02	4.523.310	1.066.854	67.179
Jun/02	3.987.316	711.598	0
Jul/02	3.416.397	344.432	0
Ago/02	2.850.533	27.995	0
Set/02	2.299.791	0	0
	Qaf = 1*Qm	Qaf = 0,4Qm	Qaf = 0,2Qm



6.0 – CONCLUSÕES FINAIS

Ao término desse estágio no LMRS-PB pode-se concluir que o geoprocessamento 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.

O monitoramento dos açudes tem uma importância fundamental, pois torna-se possível utilizar a água disponível de determinado manancial sem que isto comprometa sensivelmente uma redução brusca do nível da água do mesmo. Portanto, a necessidade de um estudo sobre os recursos hídricos disponíveis no estado da Paraíba torna-se imprescindível, pois com isso pode-se evitar ou pelo menos amenizar os danos causados em decorrência da má distribuição das chuvas neste estado, beneficiando desse modo os usuários, para que estes possam aproveitar da melhor forma os recursos hídricos existentes.

Em relação ao estudo desenvolvido sobre a sub-bacia do rio Espinharas chegou-se as seguintes conclusões:

- A análise das **precipitações médias mensais** através do **Método de Thiessen** mostrou que: em **1999** nos meses de **maio** e **dezembro** atingiram-se os maiores índices de precipitação **acima** da média histórica, enquanto que nos meses de **abril**, **fevereiro** e **junho** obtiveram-se os maiores índices **abaixo** da média histórica; em **2000** os meses com desempenho mais **favorável** foram **agosto** e **dezembro**, enquanto que os meses com desempenho mais **desfavorável** foram respectivamente **março**, **abril**, **maio** e **junho** e, atualmente em **2001** os meses de **março** e **junho** atingiram chuvas **acima** da média, enquanto que em **janeiro**, **maio** e principalmente em **fevereiro** e **abril**, as chuvas foram bem **abaixo** da média;
- Com base nesses dados pode-se afirmar que nos últimos três anos, até o momento, no período denominado de **quadra chuvosa**, ou seja, **de fevereiro a maio**, as precipitações ao invés de ocorrerem com maior intensidade tiveram índices bem **abaixo da média histórica**, principalmente nos meses de **fevereiro** e **abril**. Enquanto isso, no período mais crítico em termos de chuvas (estiagem), de agosto a

dezembro, os índices de precipitações tem sido um pouco **acima da média**, em especial no mês de **dezembro**;

- Isso demonstra a forma como a Pluviometria da sub-bacia do rio Espinharas encontra-se bastante irregular, ou seja, com má distribuição temporal das precipitações (chuvas), indicando assim as razões pela qual as reservas hídricas dos açudes que formam essa sub-bacia encontram-se bem abaixo do normal e com tendência a entrarem em colapso os sistemas de abastecimento que destes dependem;
- Já com relação aos **Modelos de Simulação de Volumes mensais** desenvolvidos para os principais açudes que compõem essa sub-bacia e que abastecem o município de Patos, pode-se dizer que diante da situação de racionamento d'água pela qual o município passa (desde o mês de maio) e como a melhor solução para o problema de abastecimento está na construção da adutora Coremas-Sabugí, cujo término prevê-se para fevereiro de 2002, obteve-se a seguinte análise: Primeiro, com base nesse estudo desenvolvido e sem perspectiva de que nos próximos meses as chuvas possam contribuir para uma solução mais imediata, cabe então uma melhor **conscientização por parte dos usuários em evitar da melhor forma o desperdício d'água**, pois atualmente, os mesmos convivem com quatro dias na semana sem água nas torneiras e com apenas dois açudes fazendo o abastecimento da cidade que são o Capoeira e o Jatobá. E Segundo, mesmo com os **volumes mensais** possivelmente encontrados para esses açudes até setembro de 2002, dificilmente eles irão garantir que a situação do abastecimento d'água para o município de Patos esteja normalizada, visto que **os valores medidos encontram-se bem abaixo da média** e pelo estudo anterior feito da Pluviometria da sub-bacia do Espinharas essa tendência pode ser verificada.

7.0 – 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

TUCCI, CARLOS E. M., Hidrologia: ciência e aplicação, Porto Alegre: ABRH :
EDUSP, 1993.

PDHR (Plano Diretor de Recursos Hídricos) – Sub-bacia do Espinharas, 1999, João
Pessoa, SEMARH-PB.

ANEXO

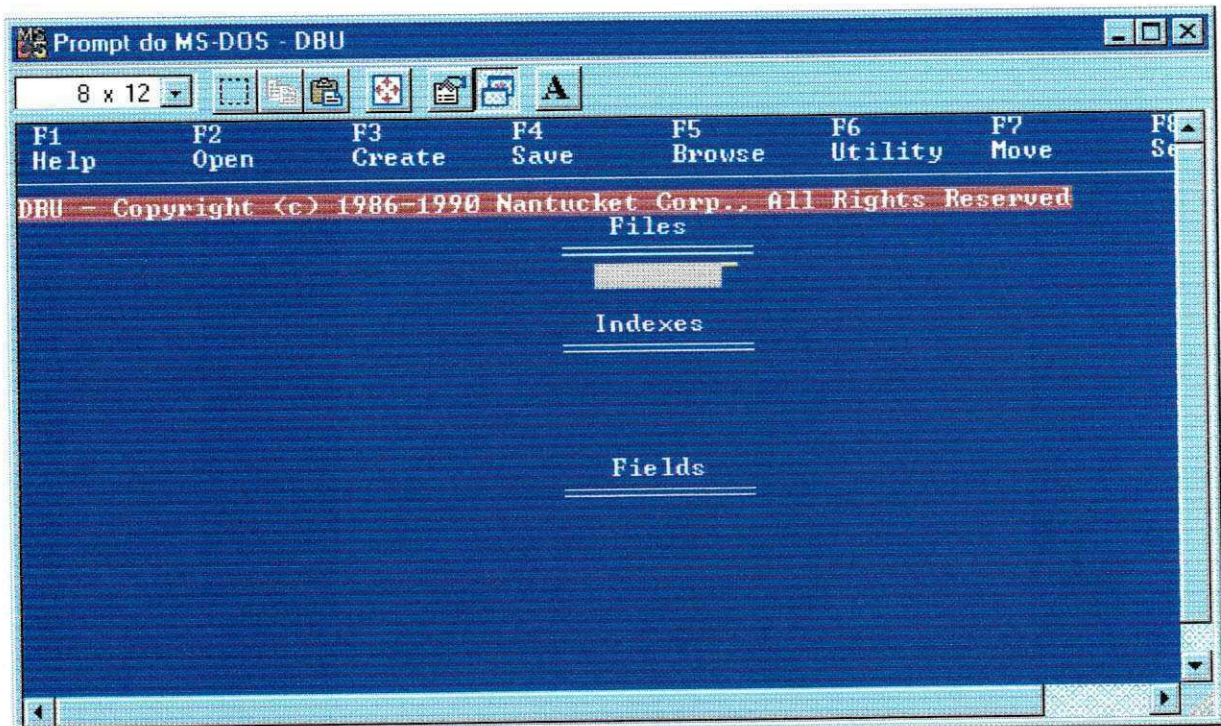


Figura 01 – Banco de dados (DBU.EXE)



Figura 02 – Mapa representando o volume armazenado por bacia hidrográfica

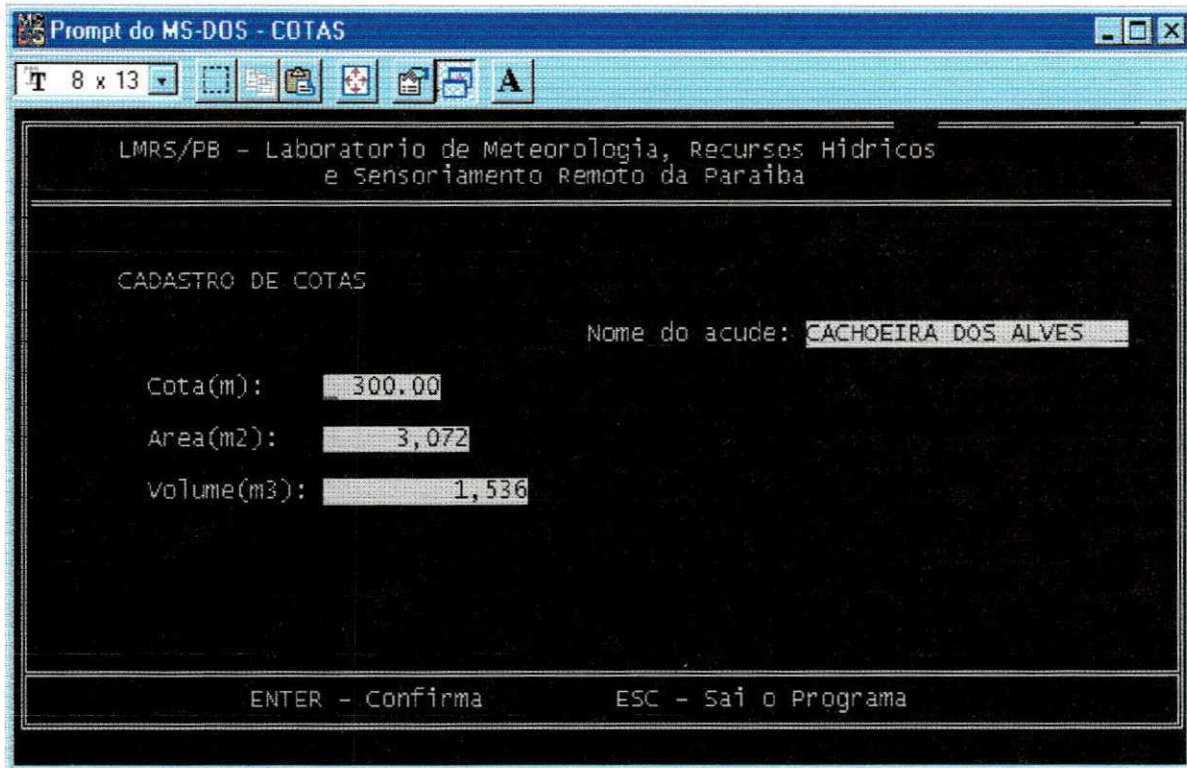


Figura 03 – Programa para registrar as curvas cota x área x volume dos açudes

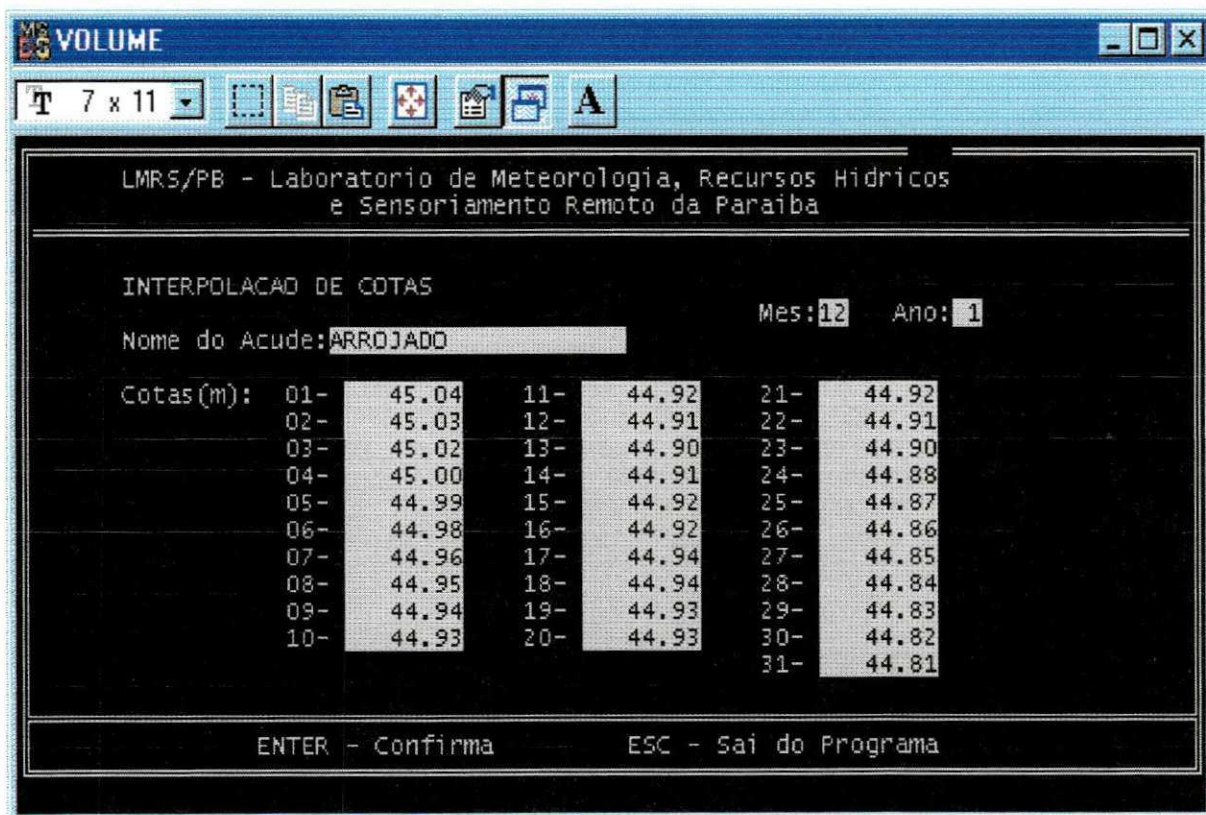


Figura 04 – Programa para o cálculo dos volumes e espelho de água diário

The screenshot shows a DOS window titled 'Prompt do MS-DOS - DBU'. A file named 'ARRJ1200' is selected. Below the file list, a table displays data for 'Record 1/31'. The table has columns for DATA, ACUDE, COTA, AREA, and VOLUME.

DATA	ACUDE	COTA	AREA	VOLUME
12/01/00	ARR03ADO	4504.00	510002	1758215
12/02/00	ARR03ADO	4503.00	509341	1752811
12/03/00	ARR03ADO	4502.00	508681	1747408
12/04/00	ARR03ADO	4500.00	507360	1736600
12/05/00	ARR03ADO	4499.00	506646	1731873
12/06/00	ARR03ADO	4498.00	505933	1727146
12/07/00	ARR03ADO	4496.00	504506	1717693
12/08/00	ARR03ADO	4495.00	503792	1712966
12/09/00	ARR03ADO	4494.00	503078	1708239
12/10/00	ARR03ADO	4493.00	502365	1703512
12/11/00	ARR03ADO	4492.00	501651	1698786

Figura 05 – Visualização dos dados processados.

The screenshot shows a DOS window titled 'Prompt do MS-DOS - VOBSEV'. The program displays the following text and input fields:

```

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)

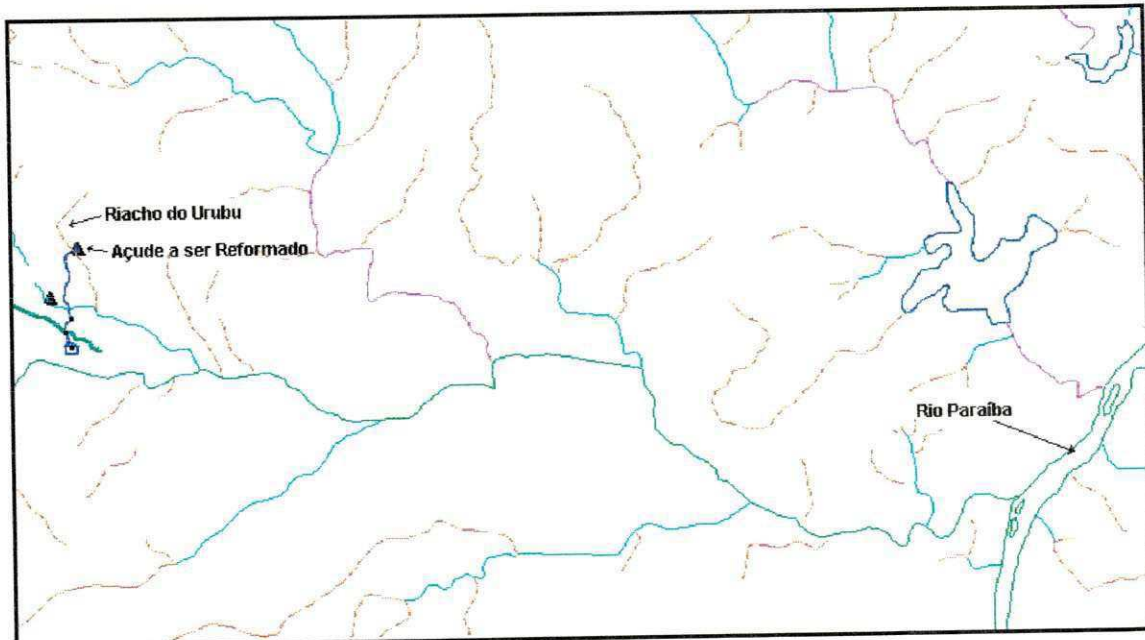


Figura 07 - Localização do Riacho do Urubu



Foto 04 – Barramento do Riacho do Urubu ou Pedras Pretas

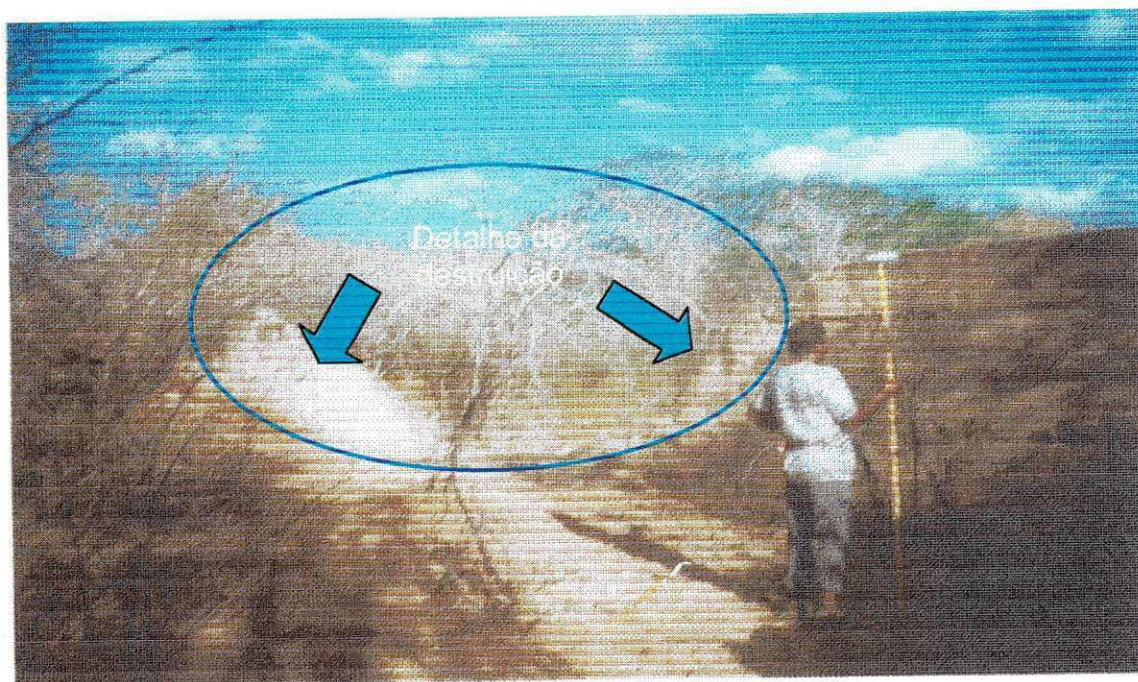


Foto 05 – Barramento do Riacho Urubu ou Pedras Pretas



Foto 06 – Barramento do Riacho Urubu ou Pedras Pretas



Foto 07 – Açude do Fernando

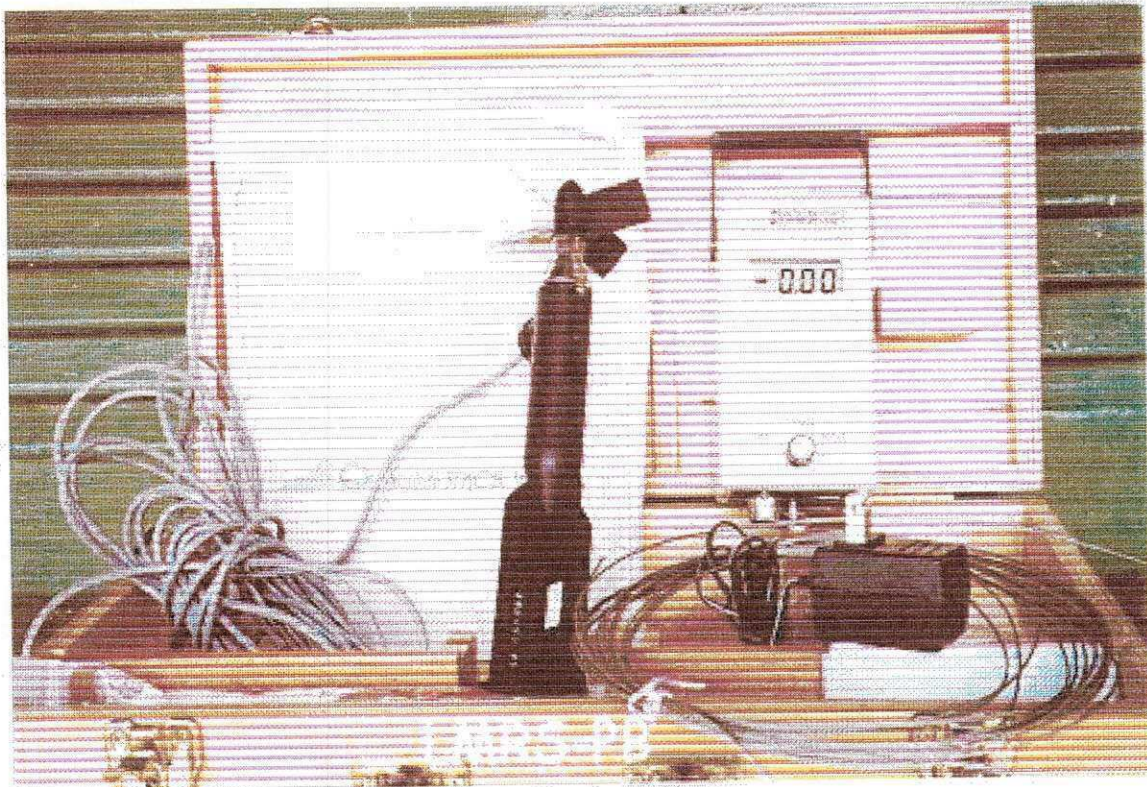


Foto 01 - Micro-molinete utilizado nas medições de vazões



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



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

Tabela 01 - Açúdes monitorados pelo LMRS - PB

AÇUDE	MUNICÍPIO	CAPACIDADE MÁXIMA	VOLUME 31/12/00	VOL % 31/12/00
Sub-Bacia Alto Paraíba		100.00	13.67	
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	289.304	17.26
Pocinhos	Monteiro	6.789.305	139.434	2.05
Poçoões	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
Sub-Bacia Médio Paraíba		100.00	34.96	
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
Sub-Bacia Baixo Paraíba		100.00	94.10	
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
Sub-Bacia Taperoá		100.00	19.34	
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
Bacia Curimataú		100.00	53.80	
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
Curimataú	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
Bacia Jacu.		100.00	64.79	
Boqueirão do Cais	Cuité	12.367.300	8.013.212	64.79
Bacia Mamanguape		100.00	66.97	
Brejinho	Juarez Távora	789.000	652.848	82.74
Canafistula 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
Bacia Gramame-Mamuaba		100.00	100.00	
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
Sub-Bacia Alto Piranhas		100.00	42.10	
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
Sub-Bacia Médio Piranhas		100.00	12.96	
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	*****	
Sub-Bacia Peixe		100.00	45.60	
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
Sub-Bacia Piancó		100.00	45.77	
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
Frutuoso 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
Video	Conceição	6.040.263	*****	
Sub-Bacia Seridó		100.00	25.32	
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
Sub-Bacia Espinharas		100.00	12.13	
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
Camaratuba		100.00	83.75	
Duas Estradas	Duas Estradas	410.000	358.757	87.50
Suspiro	Serra da Raiz	276.000	215.758	78.17
VOL. ARMAZENÁVEL (m3)		3.490.263.087.35	1.416.208.670.00	
VOL. PERCENTUAL		100.00	40.58	

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 ²)	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m ³ /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							0,971	

(a)

2ª medição Seção 01			data: 05/04/2000			hora : 12:15 h		
prof (m)	larg (m)	área (m ²)	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m ³ /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							1,022	

(b)

3ª medição Seção 01			data: 05/04/2000			hora : 12:35 h		
prof (m)	larg (m)	área (m ²)	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m ³ /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							0,997	

(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	
prof (m)	larg (m)	área (m ²)	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m ³ /s)
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
						TOTAL	0,927

(d)

2ª medição Seção 02			data: 05/04/2000			hora : 14:24 h	
prof (m)	larg (m)	área (m ²)	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m ³ /s)
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
						TOTAL	0,957

(e)

3ª medição Seção 02			data: 05/04/2000			hora : 14:42 h	
prof (m)	larg (m)	área (m ²)	20% sup	60% sup	80% sup	Vm (m/s)	Q (m ³ /s)
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
						TOTAL	0,894

(f)

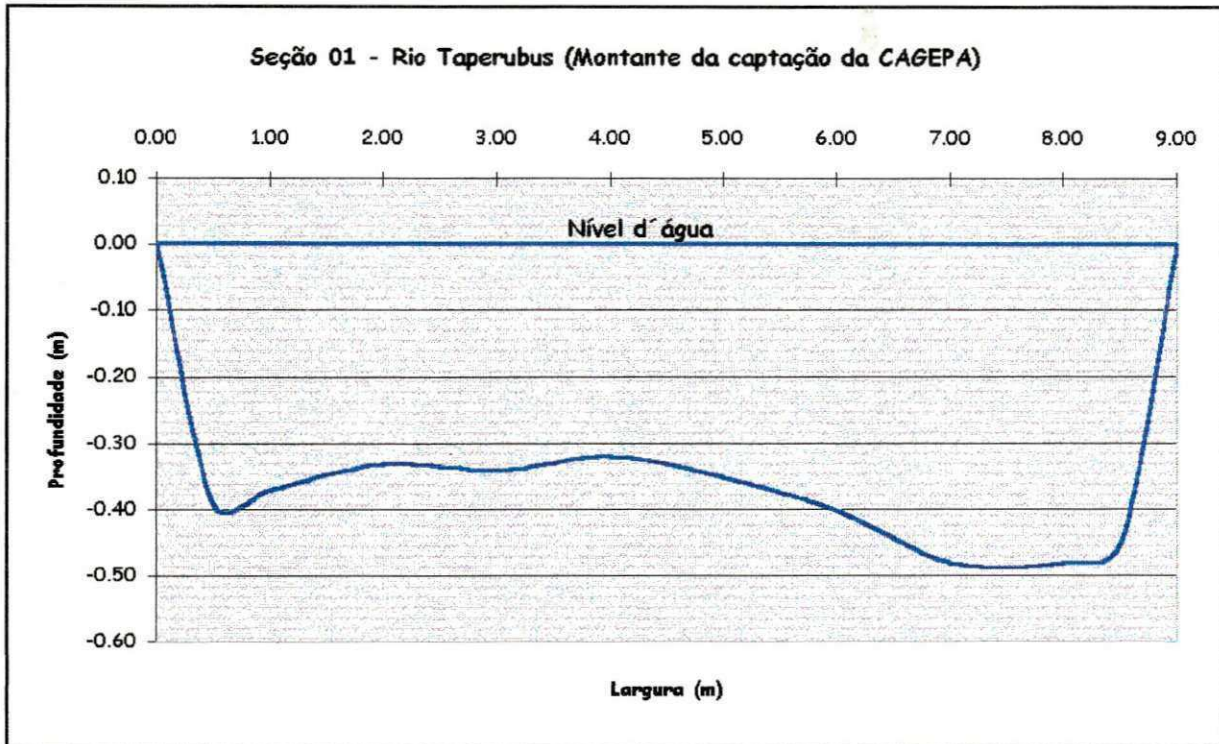


Gráfico 01 - Corte transversal da seção 01 (Rio Taperubus - Alhandra - PB)

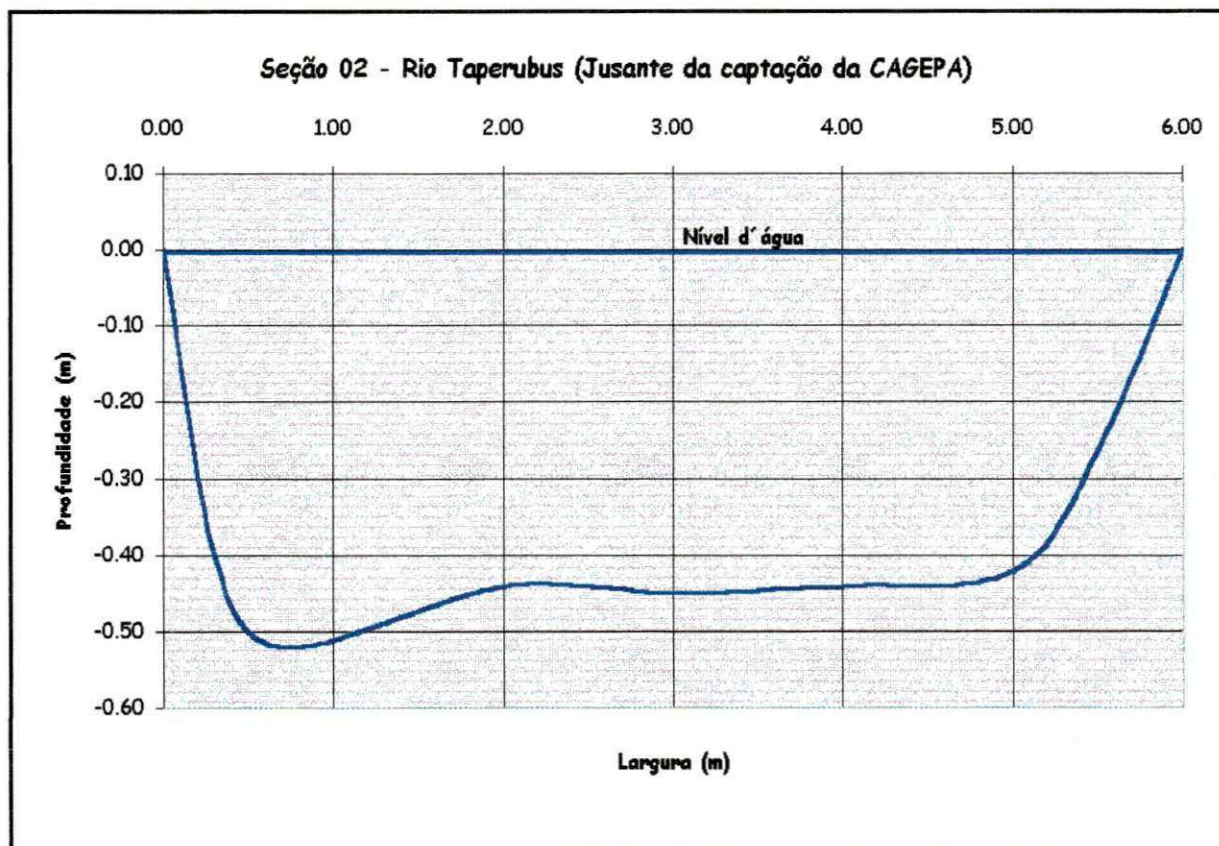


Gráfico 02 - Corte transversal da seção 02 (Rio Taperubus - Alhandra - PB)

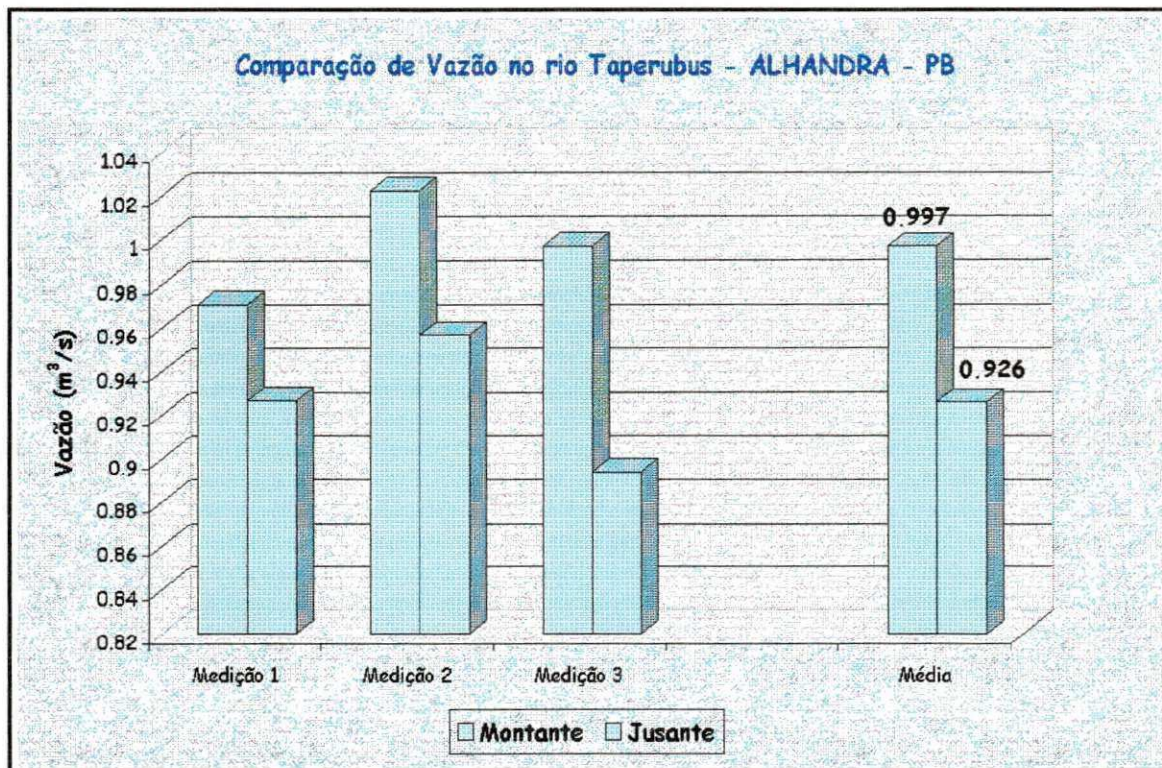


Gráfico 03 - Comparação de vazões medidas nas duas seções