

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG –
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:
SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
APLICADA A MONITORAMENTO DOS RECURSOS
HÍDRICOS
(Estágio Supervisionado)**

ESTAGIÁRIO:

ARIOSVALDO FERREIRA DA SILVA

Ariosvaldo F. da Silva

ORIENTADORES:

PATRICE ROLANDO DA SILVA OLIVEIRA

Patrice Rolando da Silva Oliveira

CARLOS LAMARQUE GUIMARÃES

Carlos Lamarque Guimarães

SUPERVISOR:

AILTON ALVES DINIZ

DADOS DO ALUNO:

Matrícula: 29221238

Curso: Engenharia Civil

DADOS DA INSTITUIÇÃO:

Rua Aprígio de Veloso 882, Bodocongó

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

Campina Grande, 10 de outubro de 2002.



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	3
1.0 - INTRODUÇÃO	4
2.0 - OBJETIVOS	5
3.0 - O LMRS-PB (Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba)	5
3.1 - RECURSOS HÍDRICOS	5
3.2 - AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DA PARAÍBA	7
3.2.1 - Bacia do Piranhas	7
3.2.2 - Sub-Bacia do Peixe	8
3.2.3 - Sub-Bacia do Piancó	8
3.2.4 - Sub-Bacia do Espinharas	8
3.2.5 - Sub-Bacia do Seridó	8
3.2.6 - Bacia do Paraíba	9
3.2.7 - Sub-Bacia do Taperoá	9
3.2.8 - Bacia do Jacu	9
3.2.9 - Bacia do Curimataú	10
3.2.10 - Bacia do Mamanguape	10
3.3 - FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS	10
4.0 - CONCLUSÃO	13

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 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 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 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 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 Geográficas (SIG) de Clima e Recursos Hídricos em tempo real.

2.0 - OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são receber basicamente receber as informações brutas coletadas em campo, fazendo um pré-tratamento para posterior utilização no banco de dados.

As informações geográficas georreferenciadas são tratadas no programa apropriado (SIG-Sistema de Informação Geográfica): **MapInfo 6.0**.

O sistema possibilitará uma maior rapidez e precisão na confecção de mapas de localização e temáticos, bem como obter informações através de consultas ao banco de dados interno de recursos hídricos

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

Órgão auxiliar vinculado à SEMARH (Órgão gestor) - 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 isso, 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, pôr 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 se falar 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 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-semarh.ufpb.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.

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-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 Rio Grande do Norte 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 e 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 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), 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.

Para alimentar os banco de dados existem outros programas como o

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.

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.

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.

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 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.

4.0 - CONCLUSÃO

A utilização do geoprocessamento no monitoramento dos recursos hídricos é uma ferramenta indispensável, haja vista que a renovação tecnológica na área da geotecnologia teve nos últimos anos grande impulsos.

Com a introdução desta nova ferramenta de trabalho, pode-se avaliar as informações geográficas de várias formas como por exemplo, através da elaboração de mapas temáticos (ver anexo).

Outro ponto importante desta ferramenta é a recuperação da informação através de consultas, visando à assistência na gestão dos recursos hídricos.

O anexo mostra algumas utilidades desta poderosa ferramenta.

Anexo

The screenshot shows the 'Informações Técnicas' form in Microsoft Access. The form is titled 'AÇUDES MONITORADOS DO ESTADO DA PARAÍBA' and is divided into several sections for data entry:

- Informações Técnicas:** ID, Açude (Albino), Município (Imaculada), Bacia Hidrográfica (Piancó), Curso Barrado, Capacidade (m3) (1688400), Volume Morto (m3) (106000), Último Volume (m3) (0), Data do Último Volume, Orgão Responsável (SEMARH).
- Dados do Barramento:** Altura da Barragem (m) (19), Comprimento da Barragem (m) (178), Material da Barragem.
- Dados do Vertedor:** Largura do Vertedor (m) (20), Material do Vertedor.
- Cotas Importantes:** Cota da Soleira (81), Cota Mínima (65), Cota Pôrão (69,65).
- Coordenadas Geográficas:** Longitude (-37,52114), Latitude (-7,37622).
- Outros campos:** Quantidade de Régues (0), Área Bacia Hidráulica (ha) (0), Finalidade da Construção (Abastecimento), Conclusão da Construção.

The interface includes a menu bar, a toolbar, and a status bar at the bottom showing 'Registro: 1 de 121' and 'Modo formulário'.

Fig. 01 – Interface principal de entrada de dados cadastrais técnicos.

The screenshot shows the 'Informações Técnicas' form in Microsoft Access, displaying a photograph and a text box:

- Imagem:** A photograph of a dam and reservoir.
- Complementação:** O Açude Cacimba de Várzea Foi Construído em 1965 pelo DNOCS, no governo de Wilson Braga. Seu volume máximo atingido foi de 1.052.457 m³ em 23 de março de 1994. Foto de Gutemberg da Silva Silvino, tirada em Fevereiro de 1996.

The interface includes a menu bar, a toolbar, and a status bar at the bottom showing 'Registro: 15 de 121' and 'Modo formulário'.

Fig. 02 – Interface secundária de entrada de dados cadastrais técnicos complementares.

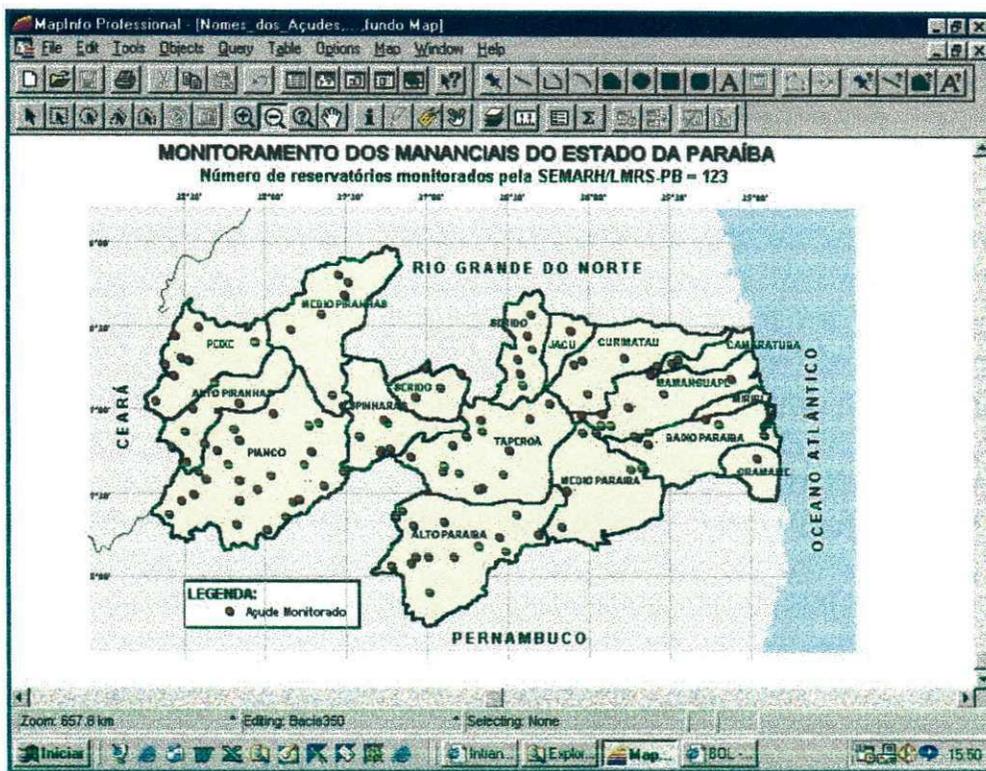


Fig. 03 – Georeferenciamento dos mananciais monitorados.

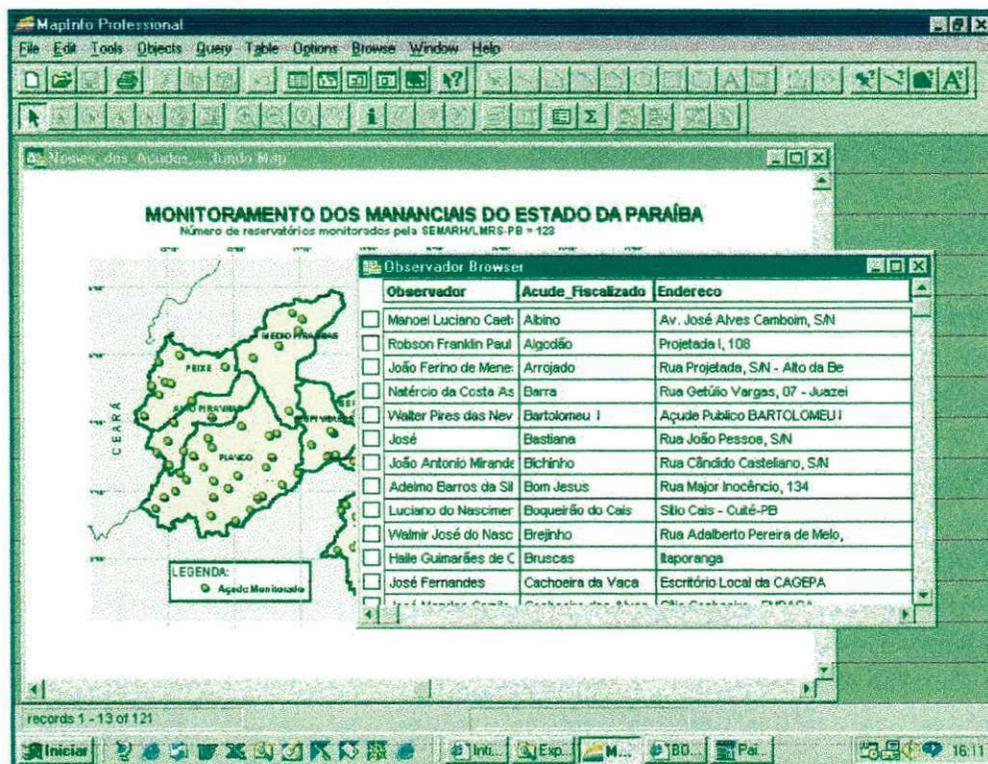


Fig. 04 – Informações georeferenciadas dos mananciais monitorados (Informações tabulares).

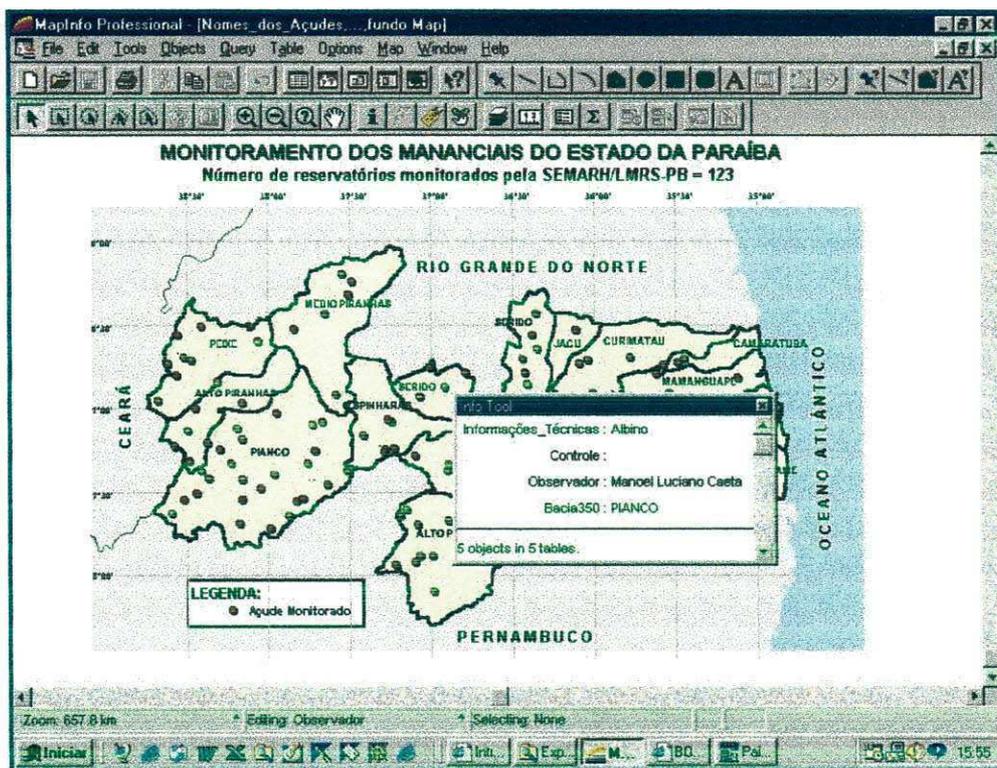


Fig. 05 – Obtendo informações das entidades do mapa (Parte 01).

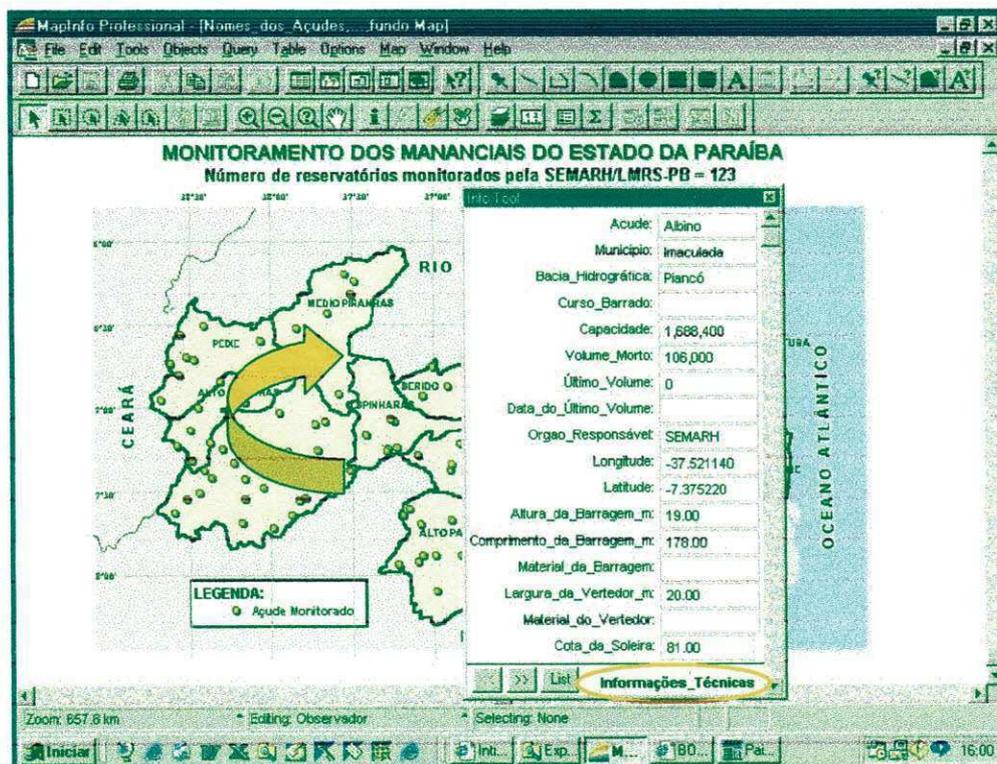


Fig. 06 – Obtendo informações das entidades do mapa (Parte 02).

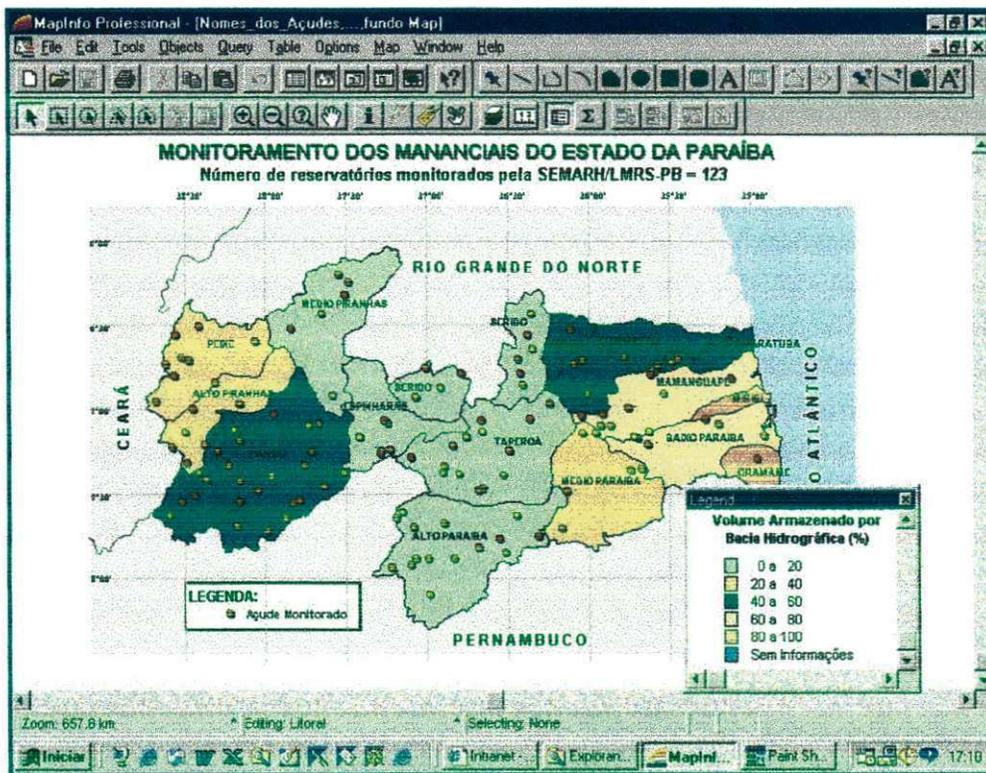


Fig. 07 – Mapa temático referente a volume armazenado por Bacia Hidrográfica em termos percentuais.

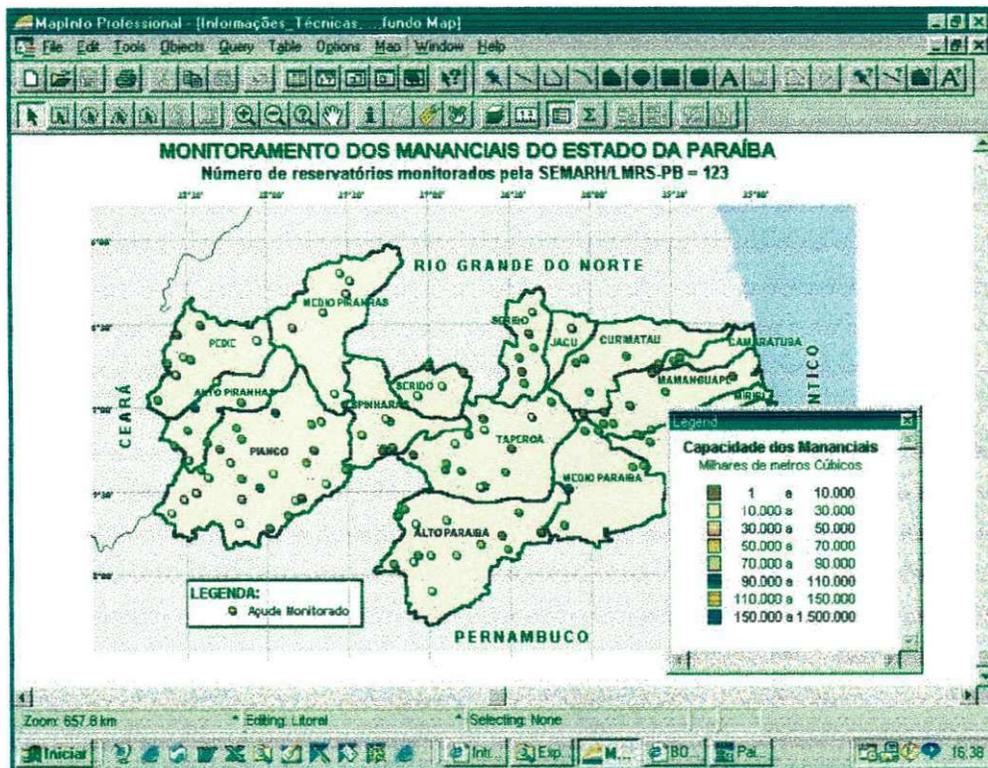


Fig. 08 – Mapa temático referente às capacidades dos mananciais monitorados

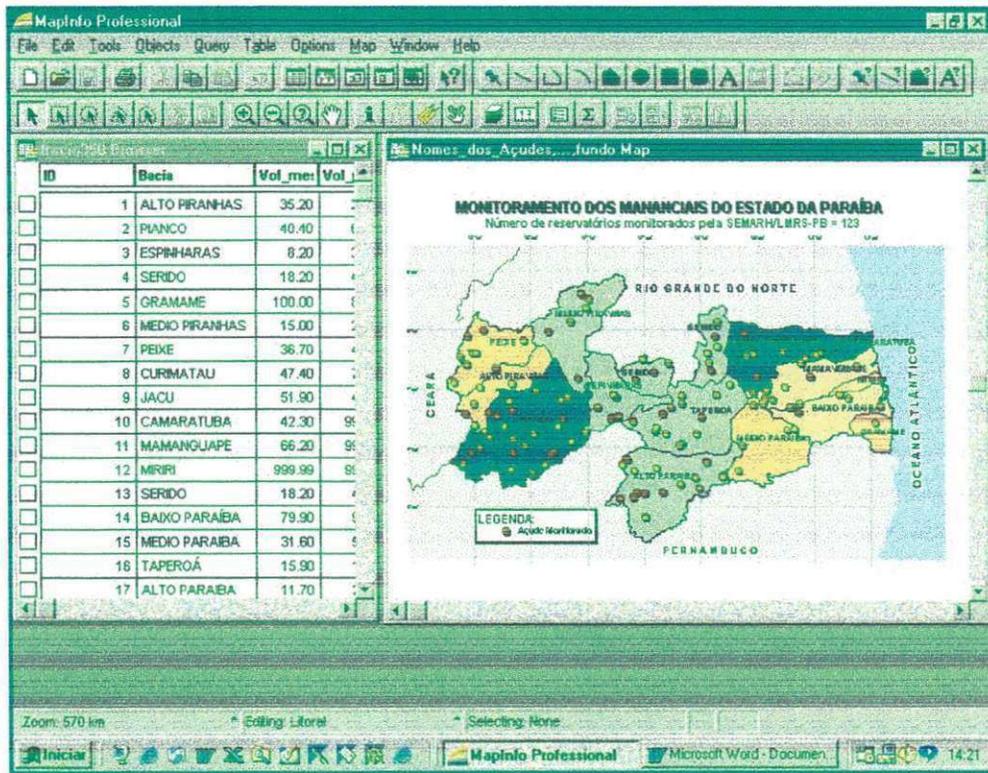


Fig. 09 – Mapa temático e os correspondentes dados tabulares.



Fig. 10 – Visualização de Imagem relacionada à entidade geográfica.

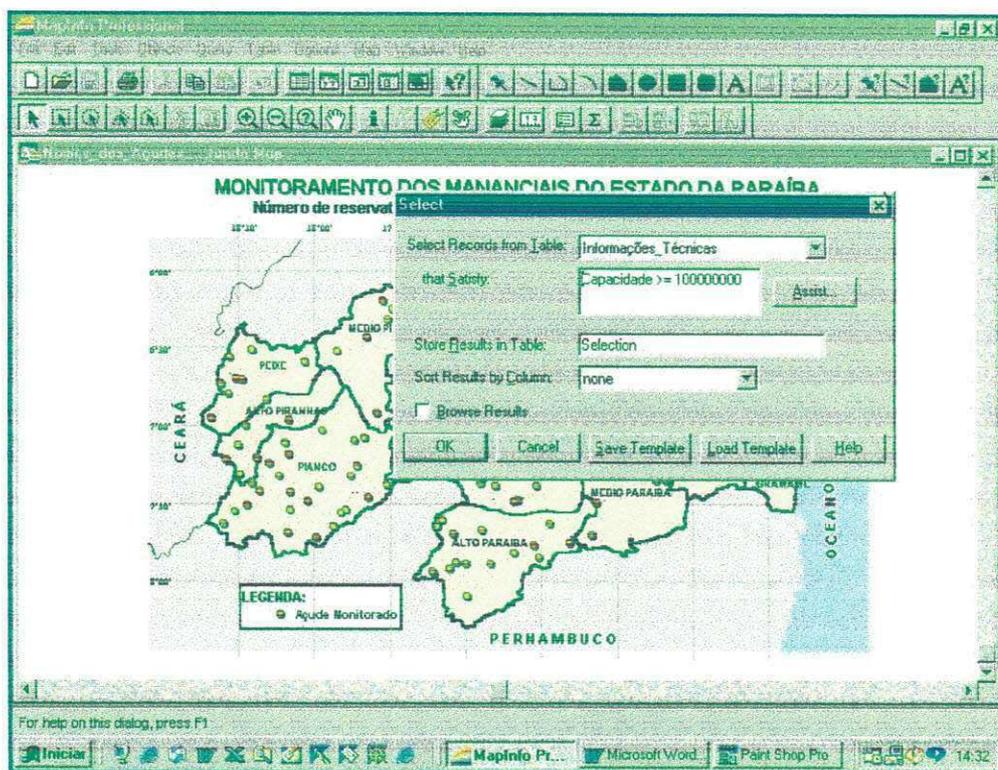


Fig. 11 – Formulação de pesquisa (Acúdes com capacidade superior a 100.000.000 metro cúbicos).

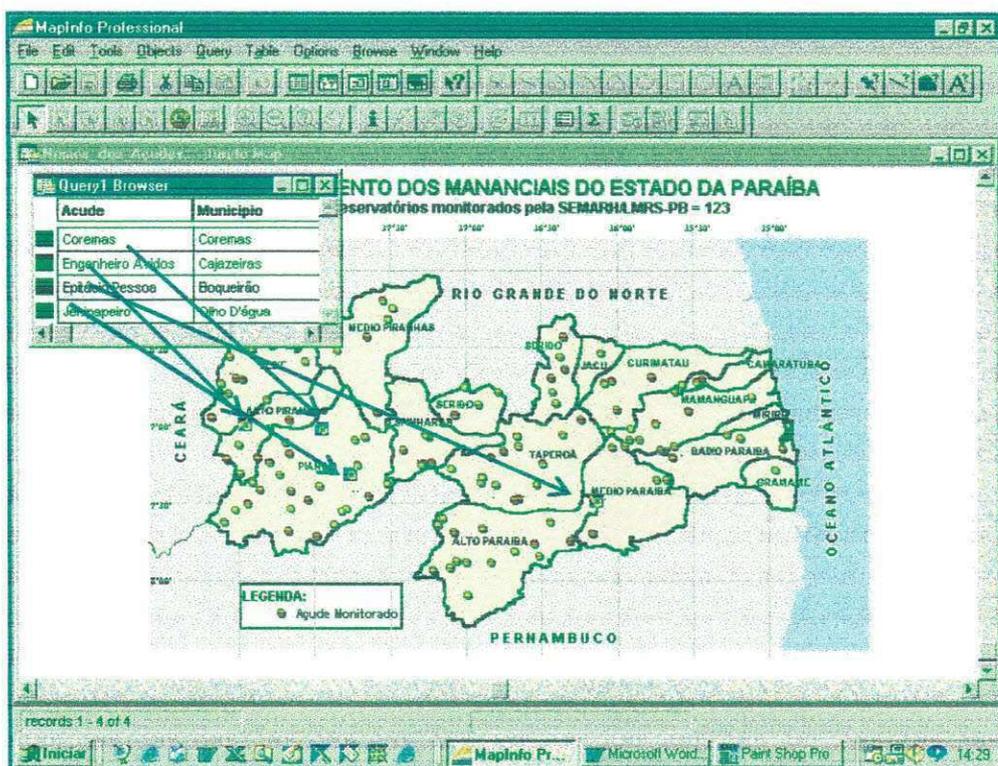


Fig. 12 – O resultado da pesquisa acima é apresentado tanto na forma tabular como na representação vetorial das entidades.

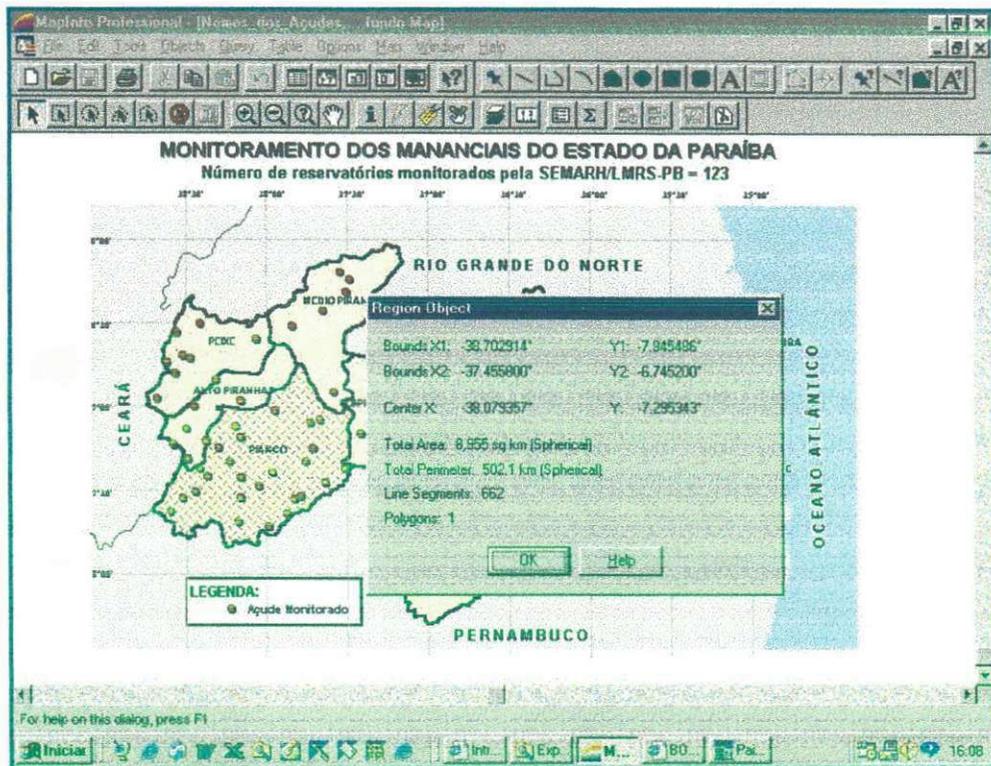


Fig. 13 – Cálculo de área e perímetro da sub bacia do Piancó.

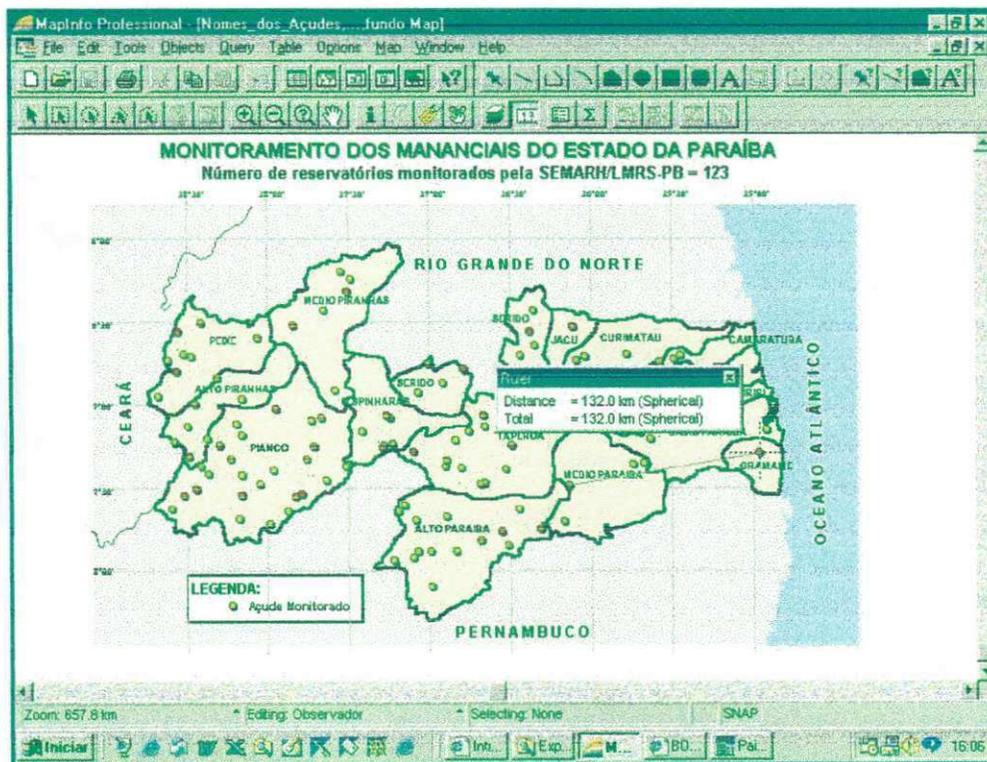


Fig. 14 – Cálculo da distância em linha reta dos açudes Epitácio Pessoa (Localizado no município de Boqueirão) a Gramame-Mamuaba (Localizado no município do Conde).