

Projeto Mundaú



Publicado em Quinta, 29 Outubro 2009 15:12

Estudo Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú

OBJETIVO: disponibilizar informações visando o planejamento de um modelo de gestão de Recursos Hídricos com bases científicas, induzindo a melhoria da qualidade de vida e da economia da população usuária da Bacia do Rio Mundaú.

Objetivo Específico: possibilitar a coleta e sistematização de parâmetros da geografia física da Bacia do Rio Mundaú, integrando dados ambientais, hidráulicos, hidrológicos e hidrogeológicos.

FINANCIAMENTO: convênio Ministério da Ciência e Tecnologia / FUNCEME

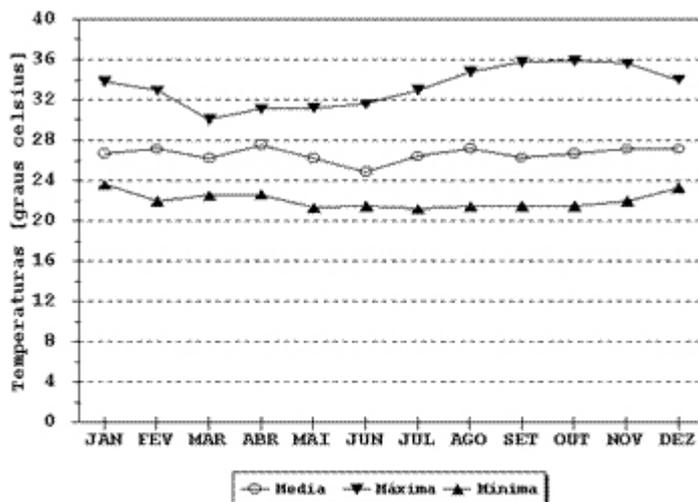
LOCALIZAÇÃO: a bacia hidrográfica do rio Mundaú-CE, compreende uma área de aproximadamente 985km², localizada na porção Centro Norte do Estado do Ceará entre as coordenadas geográficas 03o 09'14" e 03o 39'52" de Latitude Sul, 39o 20'33"e 39o 36'34" de Longitude Oeste. A bacia, segundo o Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, esta inserida na grande unidade hidrológica denominada Bacia do Litoral.

ATIVIDADES:

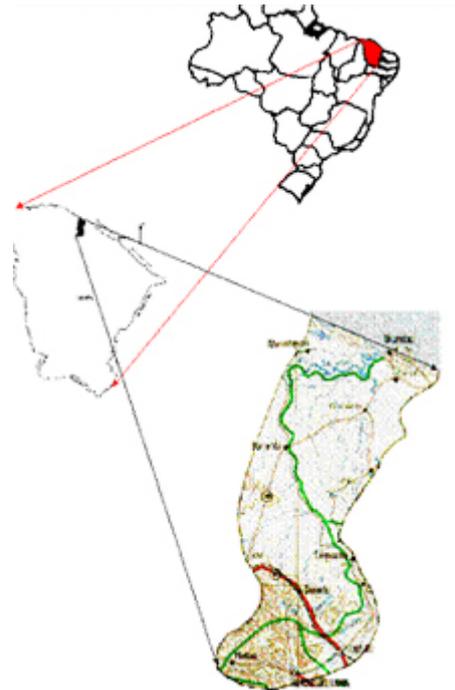
• **Climatologia:** A abordagem da climatologia desenvolvida visou dar subsídios às etapas subsequentes dos estudos realizados na bacia do rio Mundaú, principalmente àquelas relacionadas ao aproveitamento dos seus recursos hídricos.

• Principais Parâmetros:

• Temperatura



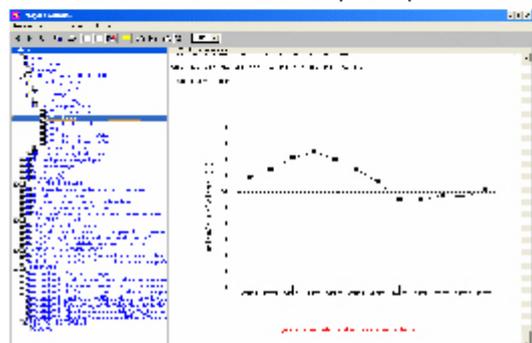
A temperatura compensada apresenta uma pequena variação de 2,6oC, isso para os meses de abril (27,5oC) e junho (24,9oC). As médias máximas e mínimas extremas ocorrem respectivamente nos meses de outubro (35,9oC) e julho (21,2oC), conforme a figura ao lado.
Fonte: INEMET (1991)



Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias compensadas na estação de Sobral.

Umidade Relativa:

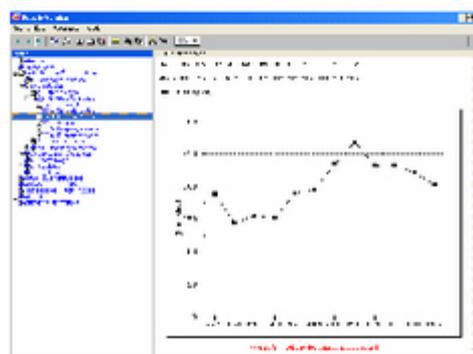
A umidade relativa média apresenta uma variação máxima de 30%, referente aos meses de abril (85%) e agosto/setembro (55%), como pode-se verificar na figura abaixo. Fonte: INEMET (1991)



Umidade Relativa na estação de Sobral

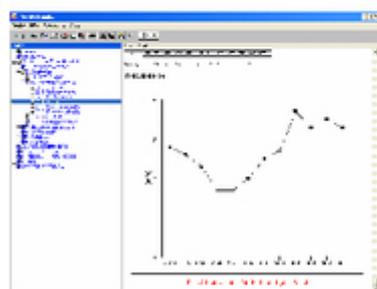
Insolação Média:

A figura abaixo mostra, respectivamente, o número de horas de exposição no local da estação de Sobral e sua distribuição mensal. Em termos anuais, no mesmo período, tem-se 2.416,6 horas de exposição, podendo-se concluir de maneira aproximada que cerca de 55% do tempo há incidência solar direta. O trimestre fevereiro/março/abril apresenta os menores valores.



Insolação Média na Estação de Sobral

Ventos:

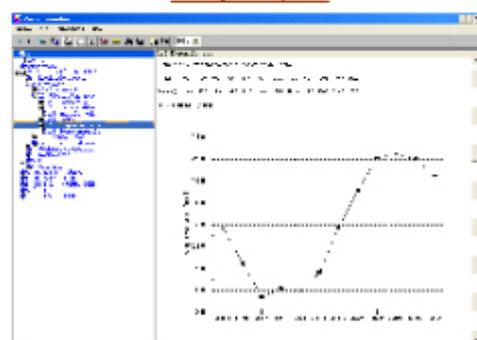


Os valores para a estação de Sobral de velocidade de vento encontram-se apresentados na figura ao lado. Para esta região, a direção predominante está dentro do quadrante Nordeste/Sudeste.

Velocidade de vento Média na Estação de Sobral

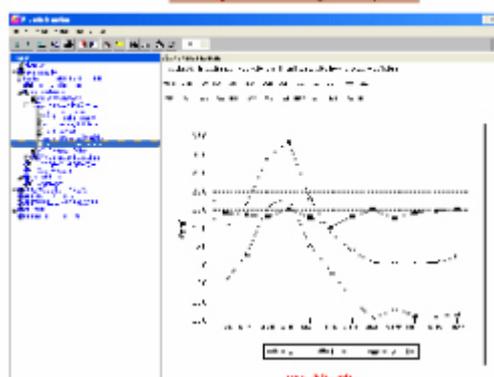
Evapotranspiração:

Evaporação:



Evaporação Média na estação de Sobral

A evaporação anual observada em tanque-tipo classe "A" foi de 1.914,7mm, distribuída ao longo dos meses segundo a figura acima.

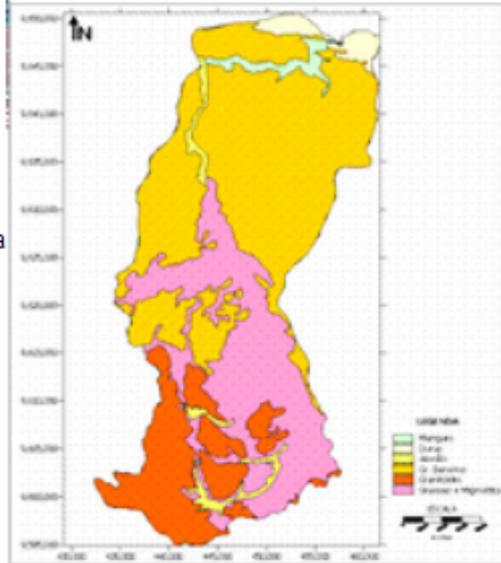


Balanço Hídrico

A evapotranspiração potencial mensal foi obtida segundo Thornthwaite e Mather, totalizando 1.657,2mm. A figura acima confronta os valores da ETP com os valores da precipitação média. Percebe-se, como característica, o déficit hídrico em praticamente todo o ano, com exceção dos meses de março e abril.

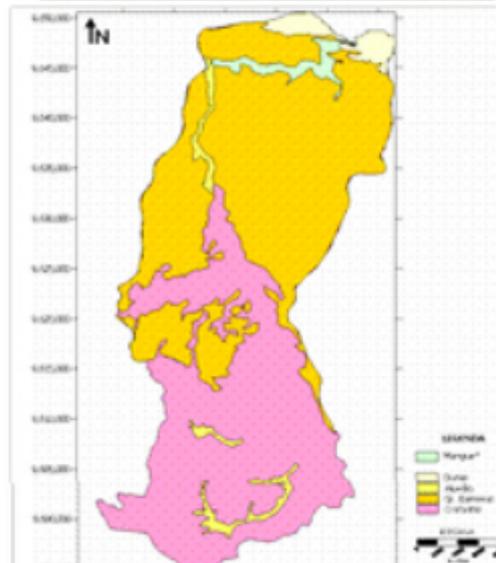
• **Geologia:**

A bacia hidrográfica do rio Mundaú, conforme figura ao lado, é composta basicamente de 04 (quatro) unidades litológicas, quais sejam: aluviões, dunas, Grupo Barreiras e um complexo cristalino constituído por rochas ígneas e metamórficas, conforme a figura abaixo.



• **Hidrogeologia:**

A bacia hidrográfica do rio Mundaú contém quatro domínios hidrogeológicos determinados pelas rochas cristalinas (Granitóides e Complexo Tamboril-Santa Quitéria), pelos sedimentos do Grupo Barreiras, pelas aluviões e pelas dunas, conforme a figura abaixo.



Mapa dos principais domínios hidrogeológicos da bacia hidrográfica do rio Mundaú. (*) não é domínio hidrogeológico e sim unidade geomorfológica.

Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Mundaú

• **Geomorfologia:** segundo a compartimentação geomorfológica do Ceará (SOUZA, 1988) a área da bacia hidrográfica do rio Mundaú integra parte do domínio dos depósitos sedimentares Cenozóicos e do domínio dos escudos e dos maciços antigos.

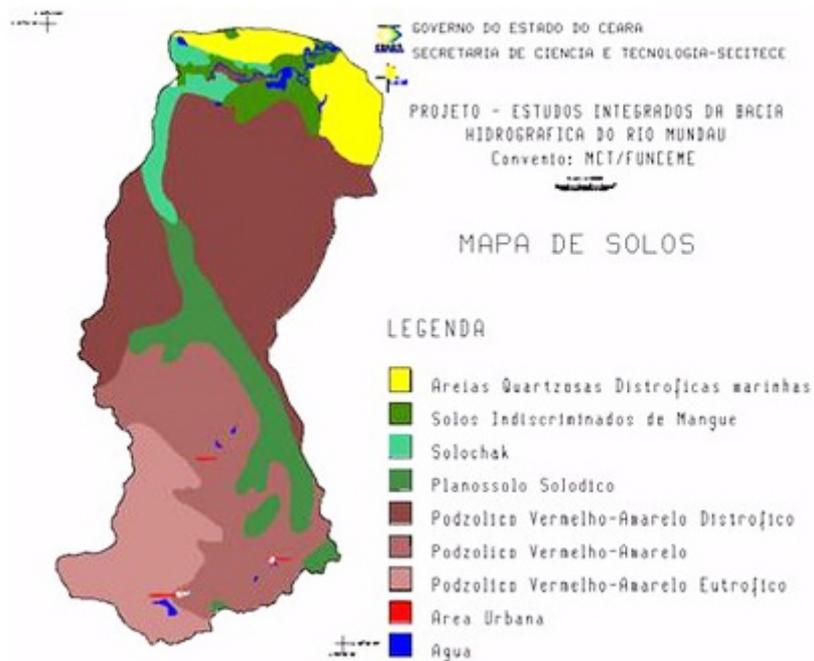
• **As unidades geomorfológicas que integram parte do domínio dos depósitos sedimentares Cenozóicos são:**

- Planície Litorânea;
- Planície Flúvio-Marinha;
- Planícies Fluviais;
- Tabuleiro Litorâneo.

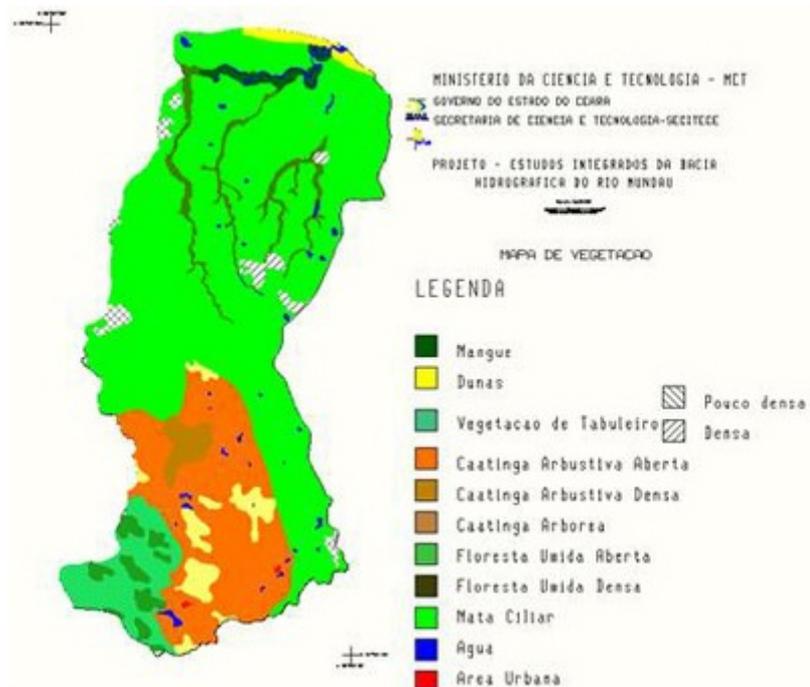
• **Na área de abrangência do domínio dos escudos e dos maciços antigos, as unidades geomorfológicas correspondem à:**

- Depressão Sertaneja;
- Maciço Residual.

• **Pedologia:** os estudos pedológicos na área da bacia hidrográfica do rio Mundaú consistiram de um levantamento ao nível de reconhecimento, objetivando a sua classificação taxonômica, bem como, a distribuição geográfica e quantificação da área das diversas unidades de solos indetificadas.



• **Vegetação:** o mapa abaixo mostra as classes de vegetação encontradas.



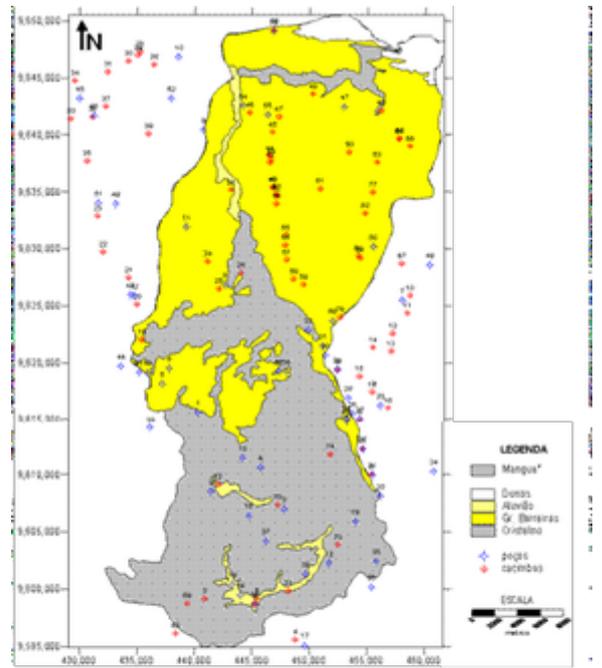
• **Água:** foram levantadas informações sobre:

- Águas subterrâneas;
- Águas superficiais.

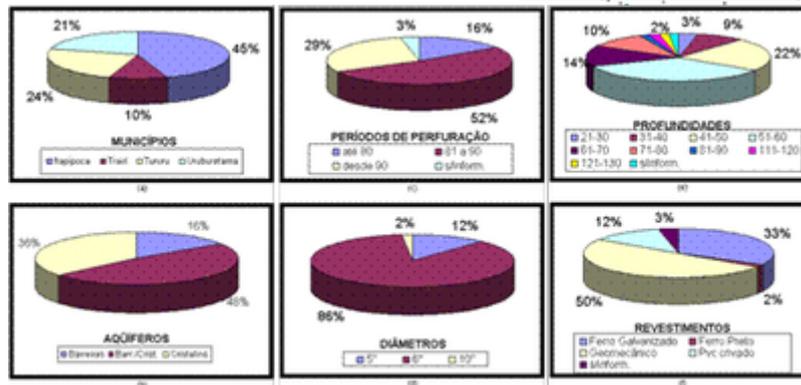
• **Situação geral dos poços:**

Dos 58 poços, 45% estão no Município de Itapipoca, 10% em Trairi, 24% em Tururu e 21% em Uruburetama. Captando-se água do aquífero Barreiras (16%), do aquífero cristalino (36%) e dos dois aquíferos (48%), tendo sido perfurados, principalmente na década de 80 (52%) havendo, no entanto, uma grande atividade nesta década de 90 com 29% das perfurações.

Os poços foram perfurados, na grande maioria, no diâmetro de 6" (86%), com profundidades variando de 40 a 60 metros (56%), tendo como material de revestimento (tubo liso e filtro), principalmente, o PVC geomecânico (50%) e o ferro galvanizado (33%).



Mapa de Domínios Hidrogeológicos com a localização dos poços e cacimbas cadastrados na Bacia Hidrográfica do Rio Mundau. (*) não é domínio hidrogeológico e sim unidade geomorfológica.

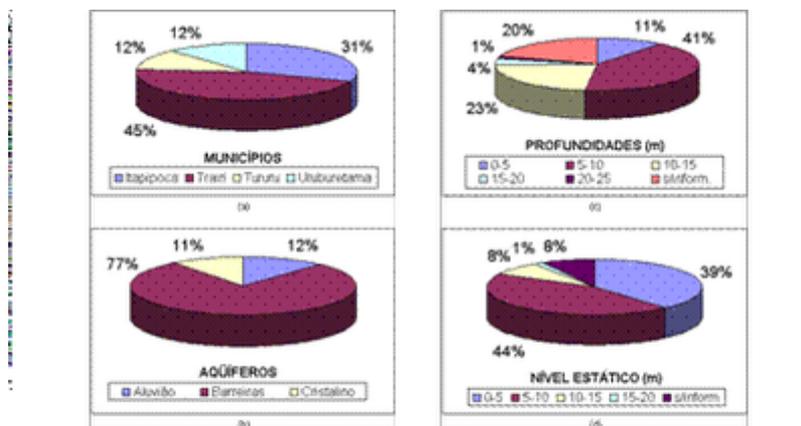


Gráficos circulares mostrando a situação dos poços quanto a localização nos municípios (a) e nos aquíferos (b), com a incidência dos períodos de perfuração (c), quanto ao diâmetro de perfuração (d), profundidade (e), e revestimento (f).

Situação geral das cacimbas:

Das 77 cacimbas, 31% encontram-se no município de Itapipoca, 45% em Trairi, 12% em Tururu e 12% em Uruburetama, captando-se água do aquífero aluvionar (12%), do aquífero sedimentar Barreiras (77%) e do aquífero cristalino (11%).

As cacimbas foram escavadas, na grande maioria, com profundidades variando de 5 a 15 metros (65%), com níveis estáticos principalmente de 5 a 10 metros (44%) e de 0 a 5 metros (39%).



Gráficos circulares mostrando a situação das cacimbas quanto a localização nos municípios (a) e nos aquíferos (b), profundidade (c), e nível estático (d).

• Estudos Geofísicos:

Os levantamentos geofísicos realizados na área de estudo da bacia do rio Mundaú, tiveram como objetivo a obtenção de informações sobre a geologia de sub-superfície do Grupo Barreiras e da aluvião deste rio, entre as cidades de Uruburetama e Tururu, para auxílio nos estudos hidrogeológicos realizados nestes dois sistemas aquíferos, visando estimar a profundidade da cobertura sedimentar ao longo do trecho amostrado e tecer considerações sobre as litologias atravessadas com base na sua resistividade elétrica.

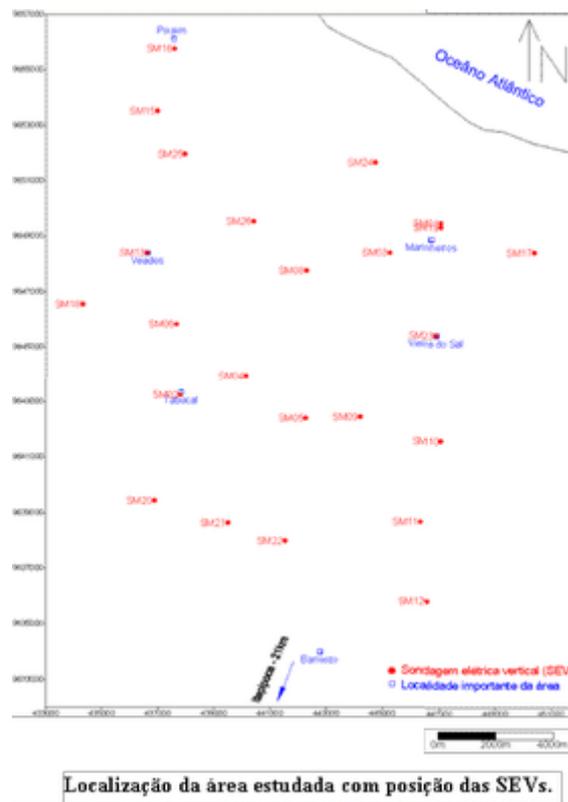
• Caracterização Geofísica do Grupo Barreiras

Os trabalhos foram realizados visando atingir os seguintes objetivos específicos envolvendo 6 prioridades que se encontram abaixo enumeradas:

- 1- Realizar levantamento por eletrorresistividade de uma área na Bacia do Rio Mundaú, especificamente aquela situada na zona onde foram perfurados 3 poços tubulares descritos em um outro capítulo deste relatório;
- 2- Estabelecer as características geoeletricas e hidrogeológicas de estratos geológicos da área a partir das informações obtidas nas interpretações e modelagens do levantamento por eletrorresistividade;
- 3- Estabelecer correlações entre os estratos baseados na coluna geoeletrica de cada uma das sondagens elétricas verticais realizadas;
- 4- Estabelecer parâmetros que permitam caracterizar geometricamente o(s) aquífero(s) da área;
- 5- Estimar a profundidade do embasamento cristalino nesta área e suas características topográficas; e
- 6- Treinar pessoal para a realização de trabalhos similares.

Os trabalhos realizados podem ser descritos resumidamente em nove etapas:

- 1- Realização de 26 sondagens elétricas verticais (SEV) em torno da área situada entre Marinheiros, Buriti, Tabocal, Veados, Pixaim, Vieira do Sal, Vieira dos Carlos e Tanques;
- 2- Criação de banco de dados informatizado dos dados geofísicos levantados;
- 3- Georeferenciamento de todas as informações levantadas em campo;
- 4- Interpretação qualitativa e quantitativa das sondagens realizadas. Utilização de diversos softwares para modelagens automáticas das SEVs;
- 5- Identificação das características geoeletricas e hidrogeológicas com base no levantamento por eletrorresistividade, na escala adotada e através das correlações entre os diferentes estratos geoeletricos interpretados;
- 6- Interpretação de parâmetros que permitiram uma caracterização geométrica dos aquíferos da área compatível com a escala adotada;



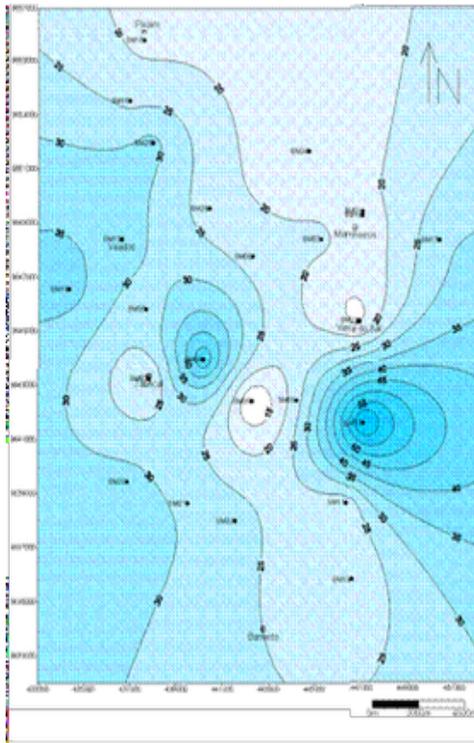
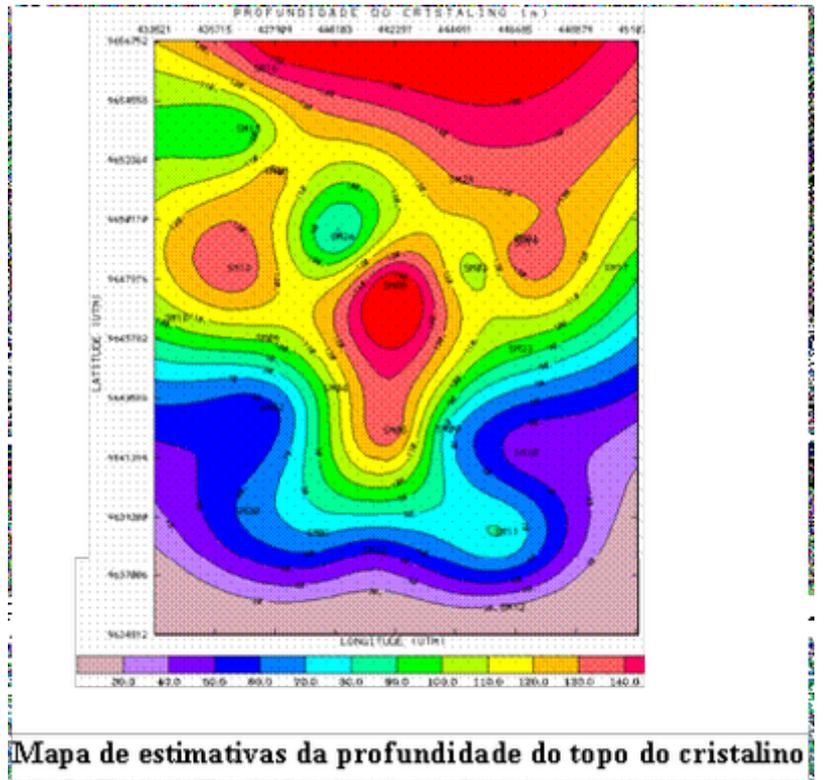
- 7- Elaboração de mapas georeferenciados de localização das SEVs, de estimativa de resistividade média da zona saturada, de estimativa de isópacas da zona saturada, de estimativa das profundidades e cotas do topo do cristalino;
- 8- Elaboração das fichas de campo, diagramas de AB/2 (m) versus resistividade aparente e modelagens das SEVs, também sob a forma digital e
- 9- Elaboração do presente relatório.

• Eletrorresistividade:

Características Geoeletricas da Área Estudada

A partir das interpretações das SEVs foi elaborado o mapa de profundidades estimadas do topo do cristalino mostrado na figura abaixo. Este mapa pode ser bastante útil quando da perfuração de poços na região.

A partir deste dados, elaborou-se o mapa de estimativa de resistividade média da zona saturada (figura ao lado). Esse parâmetro fornece uma visão do caráter argiloso do aquífero; quanto maior for a resistividade média menor é o caráter argiloso da zona saturada.



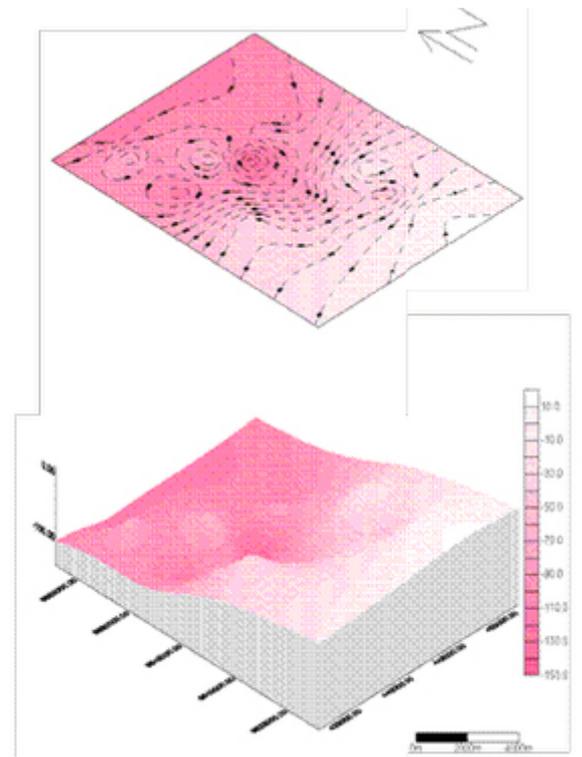
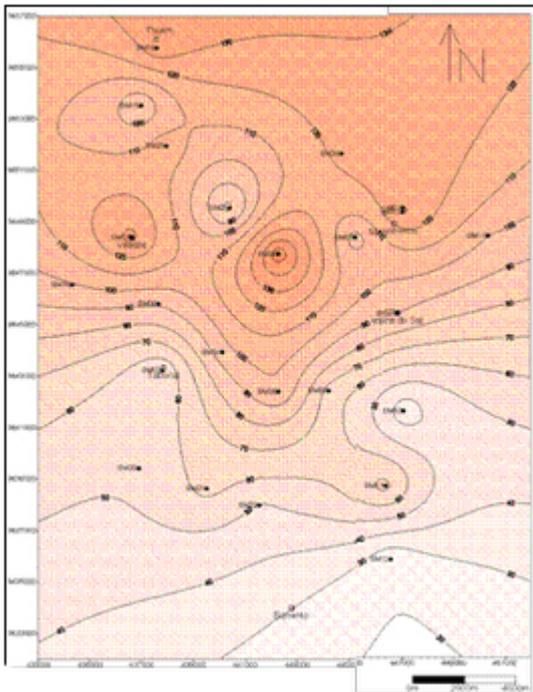
Interpretação Quantitativa das Sevs

Tendo em vista a importância do posicionamento do substrato cristalino impermeável, seja pela espessura do pacote sedimentar saturado, seja para o fluxo das águas subterrâneas, foi elaborado também a partir das interpretações das SEVs o mapa de cotas estimadas do topo do embasamento cristalino, referenciado ao nível do mar (figura ao lado).

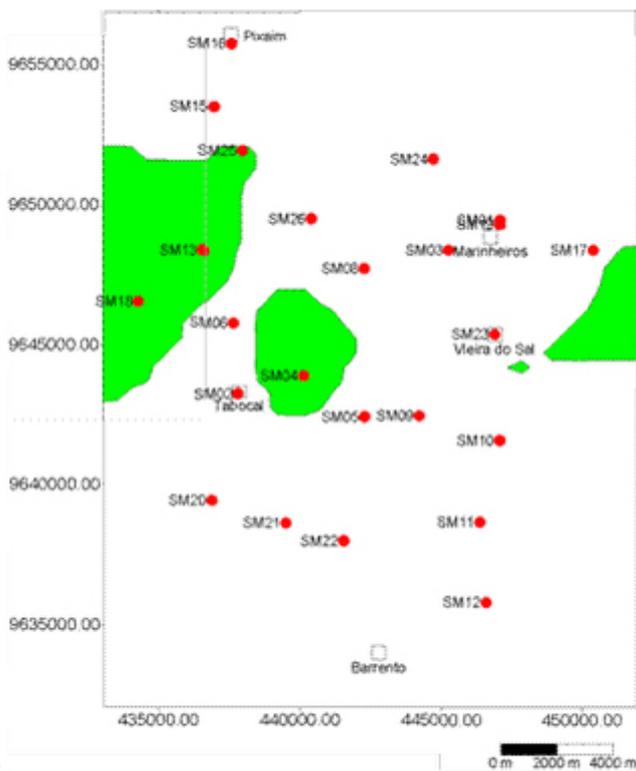
Características Geométricas dos Aquíferos:

Com base na interpretação das SEVs e informações adicionais de cacimbas, estimou-se a profundidade do nível hidrostático nos locais das SEVs. A partir desses dados e das de estimativa de profundidade do topo do substrato cristalino, estimou-se as espessuras saturadas sob as SEVs que serviram de base para a elaboração do mapa de estimativa de isópacas (figura ao lado).

A figura abaixo mostra a seleção das áreas mais propícias à exploração das águas subterrâneas no domínio do aquífero Barreiras.



Mapa de estimativa das cotas do topo do embasamento



Mapa das áreas mais propícias à exploração

• Caracterização Geofísica do Grupo Barreiras

Foram realizados estudos de caracterização geolétrica da aluvião do Rio Mundaú no trecho entre as cidades de Uruburetama e Tururu, utilizando-se para tal do método da eletrorresistividade através de sondagens elétricas verticais, como forma de estimar a profundidade da cobertura sedimentar ao longo do trecho amostrado e tecer considerações sobre as litologias atravessadas com base na sua resistividade elétrica.

O levantamento propriamente dito se constituiu de uma etapa de campo onde foram realizadas 14 sondagens elétricas verticais (SEV) distribuídas ao longo de 5 secções transversais ao leito do Rio Mundaú.

Foram realizados, ainda, estudos sobre:

- Hidráulica dos Aqüíferos Sedimentares
- Grupo Barreiras e Sedimentos não Consolidados;
- Aluviões
- Vulnerabilidade dos Aqüíferos
- Diagnóstico da Qualidade das Águas
- Águas superficiais.

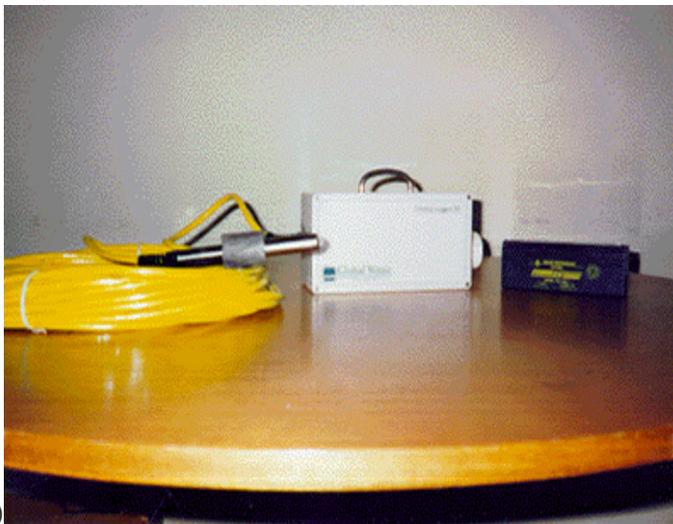
Para realização do monitoramento quantitativo do escoamento no rio Mundaú, foram instalados oito postos fluviométricos, sendo seis no curso principal, um no principal afluente (riacho Angeline) e um na torre de comando do açude Mundaú.

• **Estações Fluviométricas:**

Utilizou-se dois tipos de linígrafos: uns são do tipo mecânico convencional, com registro em papel, com bóia e contra peso (Figura a), outros são do tipo digital, com sensor de pressão, com armazenamento de dados em “datalogger” (Figura b)



(a)



(b)

Linígrafo convencional (de bóia e contrapeso) Linígrafo automático (sensor de pressão)

- Hidroclimatologia e Estudo da Operação do rio Mundaú
- Calibração da Válvula Dispersora do rio Mundaú
- Estudo das águas superficiais

SÍNTESE DAS INFORMAÇÕES:

• **Águas Subterrâneas**

- A Bacia Hidrográfica do rio Mundaú é caracterizada por quatro domínios hidrogeológicos constituídos pelas rochas cristalinas, sedimentos do Grupo Barreiras, aluviões e dunas, que foram objeto de estudos;
- De maneira geral, o domínio cristalino é considerado de fraca potencialidade hídrica, constituindo-se num meio fraturado, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico, limitados às zonas fendilhadas;
- O Grupo Barreiras é considerado um meio poroso, intersticial, contínuo, com níveis ou camadas sob pressão, conferindo-lhe confinamentos;
- As aluviões constituem-se em meio poroso, intersticial e contínuo, porém sem confinamentos, comportando-se, no geral, como aquíferos livres, com recarga direta das precipitações pluviométricas e da rede de drenagem;
- As dunas consideradas de excelente potencialidade constituem-se em aquífero livre com elevada capacidade de infiltração potencial, tendo recarga assegurada essencialmente pelas precipitações pluviométricas;
- A geofísica, através do método de eletrorresistividade, foi utilizada como ferramenta auxiliar na identificação das características geoeletricas e hidrogeológicas dos sedimentos do Grupo Barreiras e da aluvião do rio Mundaú entre as localidades de Uruburetama e Tururu;
- No Grupo Barreiras foram realizadas 26 Sondagens Elétricas Verticais (SEV's), adotando o arranjo Schlumberger, cujos resultados, após tratados e interpretados, geraram uma carta digital e georeferenciada da área, que serviu de base para uma série

de outras cartas, tais como: localização das SEV's; estimativa da profundidade e das cotas do topo do cristalino; estimativa de isópacas da zona saturada; estimativa de resistividade média da zona saturada; e das áreas mais favoráveis à locação de poços tubulares;

- As sondagens geofísicas mostraram que na parte norte da área, acima da latitude de Vieira do Sal, a cobertura sedimentar é mais profunda que na parte sul. Tal fato, foi comprovado pelas informações obtidas nas perfurações dos poços em Vila dos Pracianos e Tabocal, que atingiram o substrato rochoso a 129m e 55m, respectivamente;

- Com base na análise das curvas constatou-se que na base do pacote sedimentar predomina o caráter argilo-arenoso, enquanto na porção superior predomina o caráter areno-argiloso;

- A carta de profundidades estimadas do topo do cristalino será útil na implementação de futuras perfurações de poços tubulares na região.

• **Águas Superficiais**

- Para os estudos hidrológicos e climatológicos da bacia hidrográfica do rio Mundaú foram instaladas estruturas de monitoramento compostas de: oito postos fluviométricos, sendo seis no curso principal, um no principal afluente e um na torre de comando do açude Mundaú; quatro estações meteorológicas automáticas, sendo duas completas e duas incompletas.;

- Foi estudado o regime pluviométrico da região, através de índices de concentração de chuva e de uma análise de frequência a nível anual, mensal e diário. Também foram analisados os dados climatológicos obtidos a partir das estações automáticas onde conseguiu-se séries contínuas de diversos parâmetros importantes para o balanço de energia sobre a bacia hidrográfica. Calculou-se a evapotranspiração potencial com a fórmula de Penman e, em seguida, aplicou-se um modelo de otimização da alocação da disponibilidade hídrica do açude Mundaú para os principais usos, quais sejam abastecimento e irrigação;

- Do ponto de vista dos estudos hidráulicos do Mundaú, foi realizado um trabalho inédito no Ceará. Este estudo foi a calibração dos coeficientes de vazão da válvula dispersora cônica no açude Mundaú, realizado sob a orientação do Prof. José Roberto Bonilha da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP. Ele permitirá de agora em diante conhecer com maior precisão as vazões descarregadas por aquele dispositivo hidráulico;

- Com relação aos estudos de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Mundaú, se propôs fazer um diagnóstico visando os seus principais usos: abastecimento humano, atividades pesqueiras e irrigação;

- Após todos os levantamentos foram definidos os pontos de coleta de amostra de água e os parâmetros a serem determinados em laboratórios. Em seguida foi feita uma campanha de amostragem preliminar para conhecer a situação real da qualidade da água na bacia hidrográfica. Após a mesma foram redefinidos os pontos de coleta e parâmetros a serem analisados. Devido a carência de informações sobre a qualidade da água na bacia hidrográfica, optou-se em realizar amostragem com frequência mensal ao longo dos rios durante o período monitorado. Apenas os íons foram quantificados mensalmente, devido ao convênio da FUNCEME com o laboratório de solos da Universidade Federal do Ceará (UFC). Os demais parâmetros foram analisados de forma a caracterizar o início e fim da quadra chuvosa e início e fim do período seco. Estas análises foram realizadas pelos laboratórios da Superintendência de Meio Ambiente do Ceará (SEMACE) e Companhia de Águas e Esgotos do Ceará (CAGECE);

- Quanto ao estudo da qualidade da água do açude Mundaú, realizou-se duas campanhas no ano de 1996 e três em 1997. Nos meses de setembro/1996 e maio/1997, as campanhas foram para estudo do comportamento diário da qualidade da água ao longo da coluna d'água do açude. Em setembro/1996, também foram coletadas amostras para análise de plâncton, realizada pelo Dpto. de Limnologia do curso de Pesca da Universidade Federal do Ceará (UFC). Em todas as campanhas foram determinados perfis dos parâmetros físicos de qualidade da água, utilizando uma sonda multiparamétrica, e as amostras foram coletadas com amostradores tipo Van Dorn em três profundidades;

- Com as informações obtidas durante o período de amostragem foi possível diagnosticar a qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Mundaú, considerando os seus principais usos. No entanto maiores estudos poderão ser realizados com objetivo de gerar ferramentas para uso dos órgãos gestores, como calibração de modelos matemáticos para a simular a qualidade da água em função de cenários futuros.

CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA:

Os estudos sobre a calibração dos coeficientes de vazão da válvula dispersora cônica no açude Mundaú, além de permitir uma otimização no uso das águas acumuladas no açude Mundaú, serviu de subsídio para uma dissertação de mestrado na Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP, defendida pelo Eng. Luís Celso Braga Pinto. A dissertação intitula-se "A utilização de válvulas dispersoras cônicas como dispositivo de medição de vazão".