

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
RESIDÊNCIA ESPECIAL DE TERESINA**

CPRM
BIBLIOTECA
REL
2586
I/64

**PROGRAMA RECURSOS HÍDRICOS
SUBPROGRAMA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA A REGIÃO NORDESTE**

CONVÊNIO INCRA/CPRM



**RELATÓRIO FINAL
POÇO 4ARM - 08 - MA, POVOADO LADEIRA DO GAROTO
P.A. PEDRA PRETA, MUNICÍPIO DE ARAME,
ESTADO DO MARANHÃO**

SETEMBRO / 1998

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

RAIMUNDO MENDES DE BRITO
Ministro de Estado

OTTO BITTENCOURT NETTO
Secretário de Minas e Metalurgia

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

CARLOS OITÍ BERBERT
Presidente

GIL PEREIRA DE SOUSA AZEVEDO
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

ANTONIO JUAREZ MILMANN MARTINS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

JOSÉ DE SAMPAIO PORTELA NUNES
Diretor de Administração e Finanças

AUGUSTO WAGNER PADILHA MARTINS
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

FREDERICO CLAÚDIO PEIXINHO
Chefe do Departamento de Hidrologia

HUMBERTO JOSÉ TAVARES RABELO DE ALBUQUERQUE
Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração

phl
012236

**RESIDÊNCIA ESPECIAL DE TERESINA
RESTE**

Gilberto Antônio Neves Pereira da Silva
Chefe da Residência

Antônio Fernandes Duarte Santos
Coordenador Executivo

Daria Soares Palha Dias
Assistente de Administração e Finanças

João Cavalcante de Oliveira
Antônio Reinaldo Soares Filho
Francisco Lages Correia Filho
Assistentes de Produção

Antônio Fernandes Duarte Santos
Antonio Reinaldo Soares Filho
Raimundo Bezerra de Medeiros
Claudio Luiz Rebello Vidal
Adão José Gomes
Equipe Executora

Antonio Reinaldo Soares Filho
Autor

1 – INTRODUÇÃO

- 1.1 – Objetivo
- 1.2 – Localização

2 – LOCAÇÃO

3 - GEOLOGIA

- 3.1 – Geologia Regional
- 3.2 – Geologia Local

4 - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

5 - SONDAGEM

- 5.1 – Serviços Preliminares
- 5.2 – Perfuração
- 5.3 – Completação
- 5.4 – Desenvolvimento
- 5.5 – Teste de Vazão

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

ANEXOS

1.1 – OBJETIVO

A perfuração do poço **4ARM-08-MA** teve por objetivo atender ao Convênio CRT/DF/48.000/97, celebrado entre o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (Serviço Geológico do Brasil), visando atender às necessidades de abastecimento d'água para consumo humano, animal de pequeno porte e pequena irrigação de culturas de subsistência, em área de assentamento do INCRA, no Povoado Ladeira do Garoto, P.A. Pedra Preta, Município de Arame, Estado do Maranhão.

O fornecimento e instalação do equipamento de produção e grupo gerador, a construção da casa de bomba, chafariz, caixa d'água e cerca protetora, foram realizados atendendo ao referido convênio.

1.2 – LOCALIZAÇÃO

O povoado Ladeira do Garoto, Município de Arame, Estado do Maranhão. Está a uma altitude de 265,00 metros acima do nível do mar. Seu acesso é realizado partindo da sede do município pela rodovia MA-006, não asfaltada, rumo a cidade de Paulo Ramos, após percorrer aproximadamente 14 km, toma-se uma estrada carroçável de trânsito temporário, em direção leste por mais 24 km, até chegar ao referido povoado.

O local das obras do poço **4ARM-08-MA** possui as seguintes coordenadas geográficas, obtidas com GPS:

- ◆ *04° 50' 49" de latitude Sul*
- ◆ *45° 48' 52" de longitude Oeste de Greenwich*

Os trabalhos de locação do poço **4ARM-08-MA** tiveram início com a visita dos técnicos da CPRM e da firma COSTA Consultoria, acompanhados por representantes do INCRA, à área do Povoado Ladeira do Garoto, para definição do melhor local para perfuração e instalação do referido poço.

Convém ressaltar que a locação definida foi referendada em assembléia pela Associação dos Pequenos Produtores Rurais da Agrovila.

O passo seguinte foi a elaboração do Projeto Básico, por parte dos técnicos da CPRM e da Costa Consultoria, tendo como base os dados obtidos nos levantamentos bibliográficos e nos trabalhos de campo.

3.1 – GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia Sedimentar do Parnaíba ocupa uma área de aproximadamente 600.000 km², limitada quase totalmente pelos meridianos 41° e 49° de longitude Oeste e pelos paralelos 03° e 10° de latitude Sul, cobrindo grande parte dos Estados do Piauí e Maranhão e porções menores dos Estados do Ceará, Goiás, Tocantins e Pará. Geologicamente se encontra limitada a leste e ao sul pelas rochas cristalinas do embasamento; ao norte pelas fossas tectônicas de São Luiz e Barreirinha; ao oeste as relações de contato se acham recobertas por formações mais jovens, dificultando se verificar suas possíveis ligações com a Bacia Amazônica. A morfologia da bacia exhibe um eixo maior de direção N-S, com um formato grosseiramente elíptico, onde as altitudes mais baixas no centro se localizam em seu nível de base, ao longo do rio Parnaíba. Em relação ao eixo verifica-se uma notável bilateralidade das unidades litológicas, onde as mesmas formações se expõem em ambas as bordas, em faixas paralelas, situando-se as mais jovens ao longo de seu eixo. Trata-se de uma bacia com cerca de 3.000 metros de sedimentos, dos quais 2.500 metros são paleozóicos, na maioria clásticos, constituindo-se na mais completa seqüência paleozóica do Brasil, sotoposta por camadas mais recentes, meso e cenozóicas.

Segundo Mesner & Wooldridge (1964), a história geológica da bacia está relacionada ao desenvolvimento de três grandes ciclos sedimentares, separados por duas discordâncias de erosão, caracterizados por condições climáticas e esquemas tectônicos de deposição diferentes. No **ciclo inferior**, a **Formação Serra Grande** (clásticos continentais) foi depositada diretamente sobre as rochas do embasamento cristalino, constituído de rochas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas. Em seguida, a sedimentação passou a marinha, durante todo o Devoniano, quando se depositaram as Formações Pimenteiras, Cabeças e Longá, findando o Mississipiano com a deposição da Formação Poti (clásticos deltáicos e continentais). Neste ciclo os sedimentos são predominantemente clásticos e se formaram em condições de clima úmido.

No **ciclo médio** depositaram-se camadas vermelhas: anidrita, dolomitos, calcários, arenitos continentais (fluviais e eólicos) e “chert”, de idade Pensilvaniana (Formação Piauí), Permiana (Formação Pedra de Fogo) e Permo-Triássica (Formação Motuca, Pastos Bons e Sambaíba). Os sedimentos deste ciclo refletem um ambiente de deposição, sobretudo continental e de mar interior, remanescente, com episódicas ligações marinhas e sob um clima quente e semi-árido. Durante o Jurássico, a bacia foi afetada por um vulcanismo básico, resultando em intrusões de diabásio e derrames basálticos sobre a superfície de erosão do ciclo anterior, descrito.

Finalmente, o **ciclo superior**, bem caracterizado na porção norte, é representado pelo final do Jurássico e parte inferior do Cretáceo. Compreende as Formações Corda (continental flúvio-eólica), Codó (lagunar com fases evaporíticas e ligações marinhas, breves) e Itapecuru (clásticos de origem complexa).

3.2 – GEOLOGIA LOCAL

O povoado Ladeira do Garoto, está assentado sobre sedimentos aflorantes da formação Itapecuru. Nessa localidade, a perfuração atingiu a profundidade de 711,00 metros. Ao longo desse intervalo atravessado foram identificadas três unidades geológicas distintas, representadas pela formação Itapecuru aflorante e, em subsuperfície as formações Codó e Corda.

A Formação Itapecuru ocorre aflorando em toda essa região tendo sido pela primeira vez individualizada por Lisboa (1913) ao estudar camadas de sedimentos aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, ao norte da cidade de Pastos Bons, no Maranhão, posicionando-os no Permiano. São superfícies pediplanadas dissecadas em colinas arredondadas. Nesse local, a topografia é formada por um vale rebaixado. Em superfície, se destacam estratificações plano-paralela e cruzada de grande porte. É muito comum a presença de zonas de oxidação lateritizadas.

A descrição das amostras coletadas durante a perfuração, demonstrou que essa unidade geológica está litologicamente representada por espessos bancos de argilas e folhelhos de colorações essencialmente avermelhadas, com níveis carbonáticos, com intercalações de níveis de siltitos de coloração vermelha, argiloso, ocasionalmente laminado e mais raramente, por níveis de arenitos de colorações avermelhados, esverdeados e esbranquiçados, de granulação fina e muito fina, de cimento argiloso. A espessura dessa formação no poço atingiu 426,00 metros.

Em subsuperfície, a Formação Codó ocorre entre o intervalo dos 426,00 aos 603,00 metros de profundidade, com espessura de 177,00 metros. Litologicamente é representada por folhelhos e argilas de colorações cinza escura, arroxeados e subordinadamente avermelhados, piritosos, calcíferos, intercalados por ocasionais e finos níveis de arenitos de colorações marrom-escura de granulação fina a siltica, argilosos, predominando arenitos esbranquiçados de granulação muito fina, na sua porção basal.

A Formação Corda tem nessa localidade seu topo a 603,00 metros de profundidade, tendo sido atravessada até 711,00 metros – profundidade final do poço. Litologicamente nessa região predomina sua unidade de fácies arenosa, representada por espessos bancos de arenitos esbranquiçados a creme-amarelados e róseos, de granulação fina e média, na maior parte das vezes são bem classificados, quartzosos e raramente apresentam níveis com grãos grosseiros dispersos. Geralmente são limpos, com grãos foscos subarredondados e arredondados. No final dessa sequência surgem níveis de arenitos de granulações extremamente finas, siltosos, bastante argilosos, carbonáticos.

4 – ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Toda a área deste projeto está sob domínios de rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba, as quais constituem uma sequência de aquíferos superimpostos. O poço, atravessou as unidades hidrogeológicas Itapecuru, Codó e parte da unidade Corda, sendo essa última a escolhida para exploração, face o volume e a qualidade da água requerida para esse povoado.

A unidade hidrogeológica superior aflorante, o aquífero Itapecuru, classificado como do tipo livre, possui fraco potencial de armazenagem de água subterrânea. Têm em determinadas localidades desse município, sua água agregada a teores de sais que a inviabiliza para consumo humano, sendo usada apenas para dessedentação animal e em uso doméstico. Seu meio aquífero é classificado como semi-confinado. Sua recarga se faz através da drenança vertical ascendente dos aquíferos em profundidade, pela infiltração direta das precipitações pluviométricas, e também recebendo contribuições dos rios que drenam a região. A infiltração dessa água é consideravelmente dificultada em razão da natureza essencialmente pelítica de seus estratos, os quais funcionam como barreiras semimpermeáveis. O movimento vertical descendente das águas superficiais são bloqueados pelo caráter litológico dos seus estratos serem essencialmente constituídos por níveis de argilas e folhelhos.

A unidade Codó é classificada como um aquitardo, por ter seu meio aquífero constituído basicamente por sedimentos pelíticos, representados por bancos de argilas e folhelhos de colorações cinza escuro e arroxeados, localmente calcíferos e por vezes piritosos, com intercalações de finos níveis arenosos. Considerando seu fraquíssimo potencial e a má qualidade de suas águas, nessa sondagem não foi considerada para captação de água subterrânea, tendo sido isolada com tubos cegos.

O aquífero Corda, apesar de seus condicionamentos, é a primeira opção para captação de água subterrânea em quantidade satisfatória e de boa qualidade, em subsuperfície no Município do Arame. Seu horizonte se mantém de modo contínuo em toda essa região, encontrando seu topo a profundidade condicionada pela topografia superficial. Sua recarga é realizada através da infiltração direta das águas das precipitações pluviométricas, das contribuições dos rios nas suas zonas aflorantes e pela movimentação vertical das águas subterrâneas.

Seu meio aquífero, confinado, tem seu litotipo constituído por bancos de arenitos porosos, de granulação fina e média, por vezes bem selecionados, geralmente limpos. Na parte final seu meio aquífero é constituído por arenitos de granulação muito fina a siltosa, bastante argilosos. Essa definição litológica predominantemente arenosa nesse local, o caracteriza como um depósito de água subterrânea de potencial forte.

5.1 – SERVIÇOS PRELIMINARES

Para instalação do canteiro de obras do poço 4ARM-08-MA, foi reservada uma área com aproximadamente 400 m², para a instalação da perfuratriz, seus acessórios e para a construção das obras temporárias, tais como:

- ◆ *Base para a sonda;*
- ◆ *Tanques de lama;*
- ◆ *Reservatório para água;*
- ◆ *Valetas de escoamento;*
- ◆ *Pátio para estocagem de cascalho e revestimento;*
- ◆ *Barracão.*

5.2 – PERFURAÇÃO

Para a execução dos trabalhos de sondagem foi utilizada uma sonda rotativa da marca Failling, modelo 2.500, devidamente equipada para esse tipo de serviço. Também foi utilizado um desareiator de fluido de perfuração, a fim de possibilitar um melhor tratamento do mesmo, objetivando otimizar as condições de limpeza do poço.

A perfuração foi executada pelo método rotativo e concluída aos 711,00 metros de profundidade, com os seguintes diâmetros:

- ◆ *17 1/2", de 0,00 a 10,00 metros;*
- ◆ *12 1/4", de 10,00 a 711,00 metros.*

O fluido de perfuração teve os seus parâmetros físico-químicos controlados durante a perfuração, visando o bom desempenho de suas principais funções, quais sejam:

- ◆ *Sustentação das paredes do poço;*
- ◆ *Carreamento dos fragmentos em suspensão;*
- ◆ *Resfriamento, limpeza e lubrificação da broca;*
- ◆ *Evitar danos ao aquífero.*

Foram utilizados fluidos a base de bentonita durante os primeiros 303,00 metros de profundidade e a base de polímeros a partir dessa profundidade até seu final, com o objetivo de se obter um melhor rendimento da formação.

Durante a perfuração foi dedicada atenção especial ao tratamento do fluido, para que o mesmo retornasse ao poço com suas características reológicas preservadas e com pequena quantidade de material em suspensão. Assim, foram realizadas operações de limpeza ao longo de seu circuito externo, tanques de decantação e, ao longo da valeta de escoamento (calha).

A amostragem de calha do material atravessado, durante a perfuração, foi realizada através da coleta de amostra a cada três metros. Essas amostras foram criteriosamente coletadas, secadas ao sol e dispostas em ordem crescente do furo, sendo, posteriormente acondicionadas em caixa de madeira numerada, analisadas e descritas em seus respectivos intervalos de profundidade.

Com a perfuração dada como concluída, procedeu-se uma medição final da coluna de perfuração descida no poço, que confirmou a profundidade de 711,00 metros.

5.3 – COMPLETAÇÃO

5.3.1 – Descida da Coluna de Revestimento

O poço foi totalmente revestido com tubos lisos, galvanizados, de 6” de diâmetro interno, e filtros espiralados, também galvanizados, reforçados, de igual diâmetro, com abertura de 0,75 mm.

Objetivando um melhor aproveitamento do rendimento desse poço, considerando a grande profundidade da superfície piezométrica dessa unidade hidrogeológica nessa região, sua capacidade de armazenamento de água subterrânea e por tratar-se de aquífero tipo confinado de constituição heterogênea, foi definido que a coluna de filtros fosse dividida em duas seções: A primeira deveria ficar no intervalo de 622,00 a 634,00 metros e a segunda entre 652,00 a 700,00 metros de profundidade, objetivando-se maximizar o aproveitamento da água disponível nesse intervalo saturado.

Com base em ensaios granulométricos realizados nos intervalos constituídos pelos arenitos selecionados a serem telados, e considerando o fato de se saber que o Aquífero Corda possui boa potencialidade, para se obter o maior rendimento possível, optou-se por filtros com abertura de 0,75 mm e envoltório de cascalho (pré-filtro), com granulometria de 1 a 1,5 mm, em torno da seção filtrante.

A operação de descida da coluna de revestimento obedeceu a cuidados operacionais especiais, tais como: colocação de centralizadores, de modo a evitar deformações na sua verticalidade; soldagem das conexões, objetivando evitar rupturas do material que pudesse comprometer à sua finalidade, ficando as mesmas perfeitamente estanques; e obturação da extremidade inferior da coluna para composição do satélite.

Foram utilizados um total de 646,00 metros de tubos lisos, galvanizados, de 6” e 60,00 metros de filtros galvanizados, de 6”, com abertura de 0,75 mm, ficando a coluna assim distribuída:

-
- ◆ *tubos lisos de 6", de 0,00 a 622,00 metros;*
 - ◆ *filtros de 6", de 622,00 a 634,00 metros;*
 - ◆ *tubos lisos de 6", de 634,00 a 652,00 metros.*
 - ◆ *filtros de 6", de 652,00 a 700,00 metros;*
 - ◆ *tubos lisos de 6", de 700,00 a 706,00 metros.*

5.3.2 – Encascalhamento

O espaço anelar correspondente ao intervalo de 50,00 metros até o fundo do poço, aos 711,00 metros, foram totalmente preenchidos com pré filtro selecionado, com as seguintes características:

- ◆ *Cascalho selecionado na granulometria de 1 a 1,5 mm;*
- ◆ *Grãos essencialmente de quartzo, arredondados e livres de impurezas.*

Na colocação do cascalho, através de contra-fluxo, a viscosidade do fluido, no início desses trabalhos, foi controlada em 33 segundos Marsh, diminuindo gradativamente até final, com predominância quase absoluta de água ao final da operação.

5.3.3 – Cimentação

A operação de cimentação foi efetuada no espaço anelar, entre o intervalo 0,00 e 50,00 metros, com as seguintes funções:

-
- ◆ *Fixar o revestimento à parede do poço de forma a estabilizar permanentemente a obra;*
 - ◆ *Proteção sanitária, impossibilitando infiltração de águas poluídas da superfície.*

5.3.4 – Laje de Proteção

Na porção superior externa da tubulação, foi construída uma laje de proteção com argamassa (cimento, areia grossa e seixo), com as seguintes características:

- ◆ *Declividade para as bordas;*
- ◆ *Espessura de 0,15 m;*
- ◆ *Área de 1,0 m².*

A coluna de tubos lisos ficou ressaltada 0,65 m, sobre a laje.

5.4 – DESENVOLVIMENTO

Após a conclusão dos trabalhos de completação, teve início à operação de limpeza do poço, consistindo a primeira etapa na substituição de todo o fluido de perfuração existente no poço por água limpa.

Numa segunda etapa, fez-se o jateamento das paredes em frente ao intervalo telado. Essa operação objetiva à remoção do fluido incrustado na formação e no pré-filtro, de modo a diminuir os danos causados à formação durante pela perfuração, como: compactação e colmatação, proporcionando uma maior liberação do fluxo natural da água fornecida pelo aquífero. Os trabalhos de injeção de água limpa foi realizada com as hastes da coluna de perfuração, em jatos de alta pressão, sendo concluídos após a completa limpeza da água bombeada.

A etapa final do desenvolvimento, consistiu no bombeamento da água do poço, pelo método de “air lift”, com a utilização de um compressor marca Atlas Copco XA-350, sendo finalizada somente quando a água produzida apresentou-se limpa, sem vestígios de areia.

5.5 – TESTE DE VAZÃO

Após a estabilização do nível estático, foi iniciado o teste de vazão do poço, pelo mesmo método e equipamento do item anterior, o qual apresentou os seguintes resultados:

Nível Estático (NE)	:	236,80 metros
Nível Dinâmico (ND)	:	241,30 metros
Vazão (Q)	:	19.800 litros/hora
Rebaixamento (S_m)	:	4,50 metros
Vazão Específica (QE)	:	4.400 litros/hora/metro

Para a execução deste teste de bombeamento utilizou-se como coluna de injeção 324,00 metros de hastes de perfuração. A coluna de medição foi formada por 254,00 metros de tubos galvanizados de 2” de diâmetro externo.

Foram necessárias 24 horas para que se tivesse a efetiva estabilização de sua vazão com respectiva definição do nível dinâmico e com o completo restabelecimento de seu nível estático. Ao final desse teste, foram coletadas duas amostras da água para análise físico-química, utilizando-se garrafa plástica apropriada, lavada com água do próprio poço.

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1 – Confirmou-se na localidade que o aquífero Corda possui alta potencialidade para produção de água subterrânea, podendo ser classificado como do tipo confinado, de composição heterogênea e apresentar, localmente, nível estático profundo;

2 – A análise criteriosa das formações atravessadas durante a perfuração do poço, possibilitou uma melhor distribuição dos tubos e dos filtros na coluna de revestimento. Os filtros foram posicionados na porção inferior da mesma, visando otimizar a potencialidade do aquífero produtor e uma maior vida útil para o poço;

3 – O resultado do teste de vazão desse poço, explorando o aquífero Corda, podem ser considerados como excelente e que a vazão obtida permitirá satisfazer plenamente a atual necessidade de suprimento de água potável da população do povoado;

4 – Os 15 ensaios granulométricos realizados nos arenitos produtores da formação Corda, no intervalo escolhido para posicionamento dos filtros, mostraram que em 14 deles o percentual em peso, retido na peneira 0,210 mm, era maior do que 65%. Este fato comprovou que a relação entre a abertura dos filtros e a granulometria do cascalho (pré-filtro) está correta;

5 – Os dados obtidos durante a execução dos trabalhos servirão como embasamento para estudos futuros de caracterização hidrogeológica das formações Itapecuru, Codó e Corda, no Estado do Maranhão;

6 – Comprovou-se que a construção de poços tubulares produtores de água deve seguir critérios técnicos bem definidos, na elaboração do Projeto Básico, na sua constante atualização frente as condições encontradas durante a perfuração e na execução dos trabalhos de completação do poço. É recomendável, portanto, a presença de técnicos especializados em todas as etapas da obra.

DADOS GERAIS

DADOS GERAIS

Poço : 4ARM – 08 – MA
Local : Povoado Ladeira do Garoto, P.A. Pedra Preta
Município : Arame – MA
Cliente : INCRA
Início : 16.07.98
Término : 06.08.98
Profundidade : 711,00 metros
Cota Topográfica : 265,00 metros

Diâmetros de Perfuração

Em 17 1/2" de 0,00 a 10,00 metros
Em 12 1/4" de 10,00 a 711,00 metros

Revestimento de Aço Galvanizado de 6"

De 0,00 a 622,00 metros
De 634,00 a 652,00 metros
De 700,00 a 706,00 metros

Filtros de Aço Galvanizados de 6"

De 622,00 a 634,00 metros
De 652,00 a 700,00 metros

Cimentação

De 0,00 a 50,00 metros

Encascalhamento

De 50,00 a 711,00 metros

Teste de Vazão

Nível Estático (NE) : 236,80 metros
Nível Dinâmico (ND) : 241,30 metros
Vazão (Q) : 19.800 l/h
Rebaixamento (S_m) : 4,50 metros
Vazão Específica (QE) : 4.400 l/h/m

Equipamento de Produção

Bomba Submersa de 6 HP

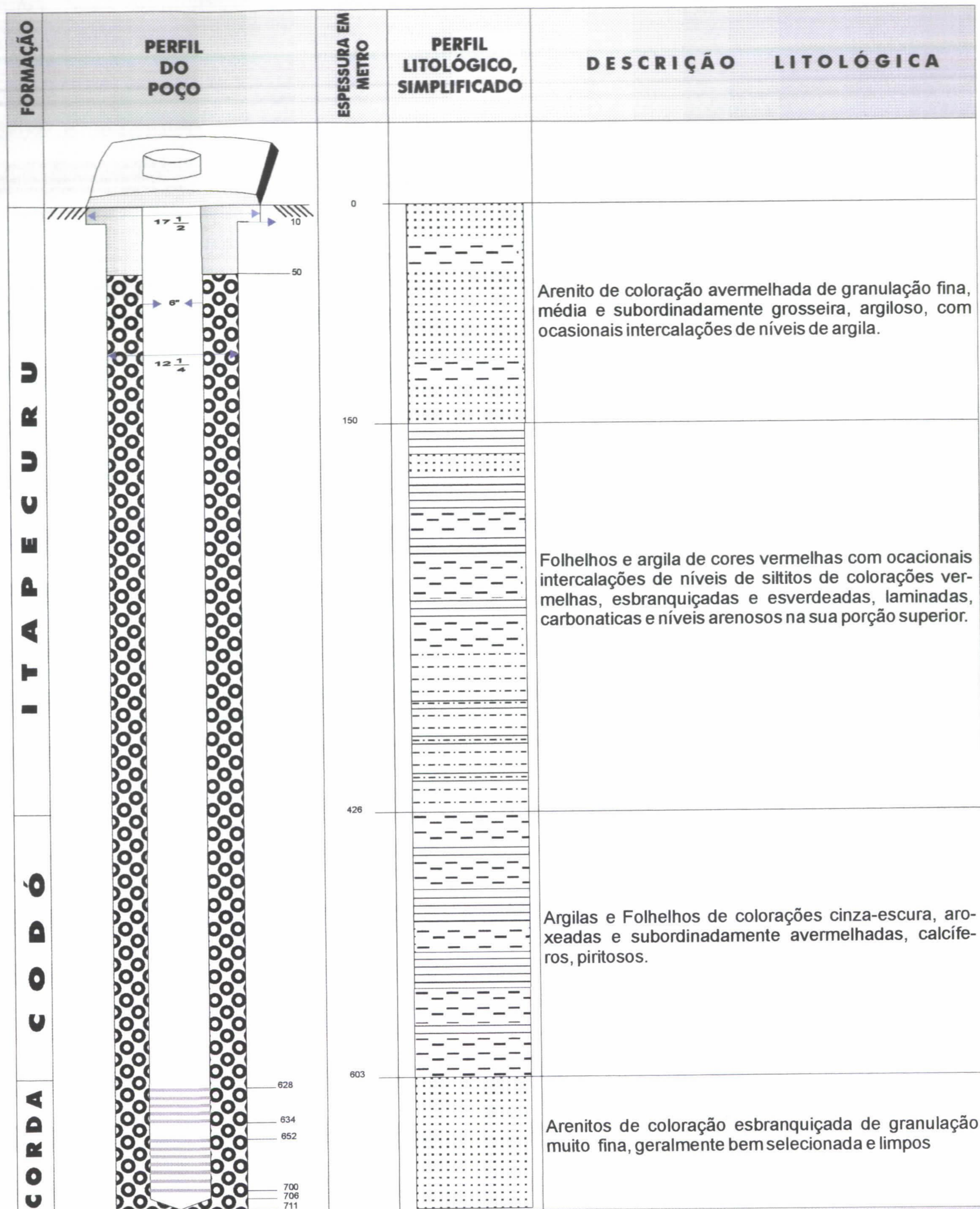
Fonte de Energia

Grupo Gerador de 12,5 KVA

PERFIS

- POÇO

- LITOLÓGICO SIMPLIFICADO



DESCRIÇÃO LITOLÓGICA

INTERVALO (m)	LITOLOGIA
0,00 – 3,00	<i>Solo argiloso de coloração avermelhada.</i>
3,00 – 18,00	<i>Argila de coloração vermelha.</i>
18,00 – 21,00	<i>Arenito de coloração vermelha amarelada, de granulação muito fina, argiloso, grãos subarredondados.</i>
21,00 – 30,00	<i>Arenito de granulação muito fina, argiloso, grãos subarredondados, foscos.</i>
30,00 – 36,00	<i>Argila vermelha, com fração arenosa, grãos muito finos, carbonática.</i>
36,00 – 48,00	<i>Arenito de coloração creme avermelhada, de granulação muito fina, muito argiloso.</i>
48,00 – 60,00	<i>Arenito de coloração creme avermelhada, de granulação fina, com grãos grosseiros dispersos, pouco argiloso, grãos subarredondados e foscos.</i>
60,00 – 69,00	<i>Arenito de coloração creme avermelhada, de granulação fina e média, mal selecionado, argiloso, grãos subarredondados e foscos.</i>
69,00 – 108,00	<i>Arenito de coloração creme avermelhada, de granulação fina, argiloso.</i>
108,00 – 111,00	<i>Argila de coloração vermelha.</i>
111,00 – 120,00	<i>Argila de coloração vermelha, arenosa.</i>
120,00 – 138,00	<i>Arenito de coloração creme avermelhada, de granulação muito fina a fina, com raros grãos médios, argiloso, grãos subarredondados.</i>
138,00 – 141,00	<i>Arenito de coloração creme, de granulação grosseira, mal selecionado, com pontuações de óxido de ferro dispersos, argiloso, grãos subarredondados e foscos.</i>
141,00 – 150,00	<i>Arenito de coloração creme avermelhada, de granulação fina e subordinadamente média, argiloso, grãos subarredondados, foscos.</i>

150,00 – 153,00	<i>Siltito de coloração creme esbranquiçada, argiloso.</i>
153,00 – 168,00	<i>Arenito de coloração creme esbranquiçada, de granulação muito fina, por vezes média, argiloso.</i>
168,00 – 201,00	<i>Arenito de coloração creme esbranquiçada, de granulação muito fina, por vezes grosseira, argiloso.</i>
201,00 – 207,00	<i>Arenito de coloração creme, de granulação grosseira, grãos variando de fino, médio a grossos, relativamente limpos, opacos dispersos, granulação de óxido de ferro, grãos angulosos e subarredondados, foscas.</i>
207,00 – 216,00	<i>Arenito de coloração creme, de granulação grosseira, óxido de ferro e opacos diversos, argiloso, grãos angulosos e subarredondados, foscas.</i>
216,00 – 231,00	<i>Argila de coloração avermelhada, com fração arenosa.</i>
231,00 – 240,00	<i>Argila de coloração vermelha.</i>
240,00 – 300,00	<i>Argila de coloração vermelha, ligeiramente carbonática.</i>
300,00 – 321,00	<i>Argila de coloração vermelha, com tons esbranquiçado, carbonática.</i>
321,00 – 327,00	<i>Siltito de coloração arroxeadada e esbranquiçada, laminado, de diagênese forte.</i>
327,00 – 333,00	<i>Siltito de coloração arroxeadada e esbranquiçada, de diagênese forte, parte com intercalações de argilas de cor arroxeadada, calcífera.</i>
333,00 – 393,00	<i>Argila de coloração avermelhada, com tons esbranquiçado, com fração siltosa, calcífera.</i>
393,00 – 396,00	<i>Folhelho de coloração arroxeadada, alternado por siltitos argilosos de colorações avermelhada e esverdeada.</i>
396,00 – 420,00	<i>Argila de coloração avermelhada, arenosa, calcífera.</i>
420,00 – 423,00	<i>Folhelho de colorações arroxeadada e esverdeada, com intercalações de siltito argiloso.</i>

423,00 – 426,00	<i>Folhelho de coloração arroxeadada, alternado por argilas de colorações arroxeadada e cinza escura, calcíferas.</i>
426,00 – 441,00	<i>Argila de coloração cinza escura, calcífera.</i>
441,00 – 450,00	<i>Folhelho de coloração cinza escura, alternado por siltito argiloso de coloração cinza escura, argiloso.</i>
450,00 – 459,00	<i>Folhelho de coloração cinza escura, alternado por arenito de coloração cinza escura, de granulação muito fina, de cimento argiloso.</i>
459,00 – 465,00	<i>Argila de coloração cinza escura.</i>
465,00 – 468,00	<i>Folhelhos de colorações cinza escura, arroxeadada e avermelhada, argilosos, com intercalações subordinadas de siltitos de colorações esverdeada e esbranquiçada. Os níveis avermelhados são calcíferos.</i>
468,00 – 501,00	<i>Folhelho de coloração cinza escura, por vezes calcífero, com intercalações de arenitos de colorações creme e esbranquiçada, de granulações fina, piritosos.</i>
501,00 – 504,00	<i>Argila de coloração cinza escura.</i>
504,00 – 507,00	<i>Folhelho de coloração cinza escura, por vezes calcífero, com intercalações de arenitos de colorações creme e esbranquiçada, de granulações fina, piritosos.</i>
507,00 – 513,00	<i>Argila de coloração cinza escura.</i>
513,00 – 522,00	<i>Folhelhos de colorações cinza escura e avermelhada, calcíferos.</i>
522,00 – 537,00	<i>Folhelho de coloração cinza escura, pouco calcífero.</i>
537,00 – 540,00	<i>Argila de coloração cinza escura, calcífera.</i>
540,00 – 558,00	<i>Folhelho de coloração cinza escura, alternado por argila de coloração cinza escura, calcífera.</i>
558,00 – 564,00	<i>Folhelho de coloração cinza escura, calcífero.</i>
564,00 – 573,00	<i>Argila de coloração cinza escura, calcífera, com intercalações de folhelhos de coloração cinza escura.</i>

573,00 – 582,00	<i>Argila de coloração cinza escura.</i>
582,00 – 585,00	<i>Folhelho de colorações cinza escura e arroxeadas, com intercalações subordinada de argila de coloração cinza escura, calcífera.</i>
585,00 – 597,00	<i>Argila de coloração cinza escura, calcífera, com intercalações subordinada de folhelhos de coloração cinza escura e raros grãos de quartzo dispersos.</i>
597,00 – 600,00	<i>Folhelhos de coloração cinza escura, calcíferos, alternados por argilas de coloração cinza escura, calcífera.</i>
600,00 – 603,00	<i>Folhelhos de coloração cinza escura, calcíferos, alternados por arenitos de coloração esbranquiçado e argilas da mesma coloração, calcíferas.</i>
603,00 – 606,00	<i>Arenito de cor branca, de granulação muito fina e fina, opacos, dispersos grãos subarredondados, brilhantes.</i>
606,00 – 609,00	<i>Arenito branco fosco, de granulação fina, opacos, dispersos grãos subarredondados e brilhantes, limpo.</i>
609,00 – 612,00	<i>Arenito de cor branca e roxa, de granulação muito fina e subordinadamente fina, opacos, dispersos grãos subarredondados e brilhantes, limpo.</i>
612,00 – 615,00	<i>Arenito de cor branca e roxa, de granulação muito fina, fina e média, mal selecionado, grãos subarredondados, brilhantes, limpo.</i>
615,00 – 618,00	<i>Arenito de cor branca e roxa, de granulação muito fina, pura e média, mal selecionado, com grãos de quartzo dispersos, presença de opacos metálicos, grãos arredondados e subarredondados, brilhantes.</i>
618,00 – 621,00	<i>Arenito de cor branca e roxa, de granulometria fina e média, subordinadamente muito fina, com raros grãos verdes, pontuações de óxido de ferro, opacos metálicos dispersos, grãos arredondados, brilhantes, limpo.</i>
621,00 – 624,00	<i>Arenito branco fosco e subordinadamente amarelado, de granulometria muito fina e fina, opacos e óxido de ferro, grãos arredondados e brilhantes.</i>

624,00 – 627,00	<i>Arenito branco e roxo, de granulação muito fina e subordinadamente fina, raros pontos verdes, opacos, metálicos e óxido de ferro dispersos, grãos arredondados, brilhantes, limpo.</i>
627,00 – 630,00	<i>Arenito branco e roxo, de granulação fina e subordinadamente muito fina, opacos, metálicos e óxido de ferro dispersos, grãos arredondados, brilhantes, limpo.</i>
630,00 – 633,00	<i>Arenito de cor branca e subordinadamente fosca, de granulometria fina e média, óxido de ferro e opacos metálicos dispersos, grãos arredondados, brilhantes, limpo.</i>
633,00 – 636,00	<i>Arenito de cor branca, de granulometria muito fina e fina, opacos metálicos e óxido de ferro dispersos, grãos subarredondados e arredondados, brilhantes, limpo.</i>
636,00 – 639,00	<i>Arenito de cor branca, de granulometria muito fina, opacos metálicos e óxido de ferro suspensos, grãos arredondados, brilhantes.</i>
639,00 – 642,00	<i>Arenitos brancos, fosco, de granulometria fina, mal selecionado, feito de ferro e opacos metálicos dispersos, grãos arredondados e brilhantes, alternados com folhelhos de coloração cinza escura.</i>
642,00 – 645,00	<i>Arenito de cor branca, com tons esverdeados, de granulometria fina e média, óxido de ferro e opacos por vezes metálicos dispersos, grãos subarredondados e arredondados, brilhantes, limpo.</i>
645,00 – 648,00	<i>Arenito de cor branca, creme e rósea, de granulação muito fina e fina, óxido de ferro e opacos dispersos, grãos arredondados e subarredondados, brilhantes.</i>
648,00 – 651,00	<i>Arenito branco, creme, fosco, com tons esverdeados, de granulometria fina e média, com grãos de quartzo dispersos, óxido de ferro e opacos dispersos, grãos arredondados e subarredondados, brilhantes.</i>
651,00 – 654,00	<i>Arenito de cor branca, creme, com tons esverdeados, de granulometria fina e média, grãos subarredondados e arredondados, brilhantes.</i>
654,00 – 711,00	<i>Arenito de cor branca, creme e rósea, de granulação fina e média, grãos arredondados e subarredondados, brilhantes.</i>

TABELA

TESTE DE BOMBEAMENTO

Data do Teste : 05 de Setembro de 1998

Nível Estático (NE) : 236,80 metros

<i>Tempo após início do bombeamento (minutos)</i>	<i>Rebaixamento (S_m) (metros)</i>	<i>Nível Dinâmico (ND) (metros)</i>	<i>Vazão (Q) (litros/hora)</i>
01	3,00	239,80	-
02	3,40	240,20	-
03	3,60	240,40	-
04	4,00	240,80	-
05	4,30	241,10	18.000
10	4,50	241,30	18.000
15	4,50	241,30	19.500
20	4,50	241,30	19.500
25	4,50	241,30	19.500
30	4,50	241,30	19.800
40	4,50	241,30	19.800
50	4,50	241,30	19.800
60	4,50	241,30	19.800
80	4,50	241,30	19.800
100	4,50	241,30	19.800
120	4,50	241,30	19.800
150	4,50	241,30	19.800
180	4,50	241,30	19.800
210	4,50	241,30	19.800
240	4,50	241,30	19.800
300	4,50	241,30	19.800
360	4,50	241,30	19.800
420	4,50	241,30	19.800
480	4,50	241,30	19.800
540	4,50	241,30	19.800
600	4,50	241,30	19.800
660	4,50	241,30	19.800
720	4,50	241,30	19.800

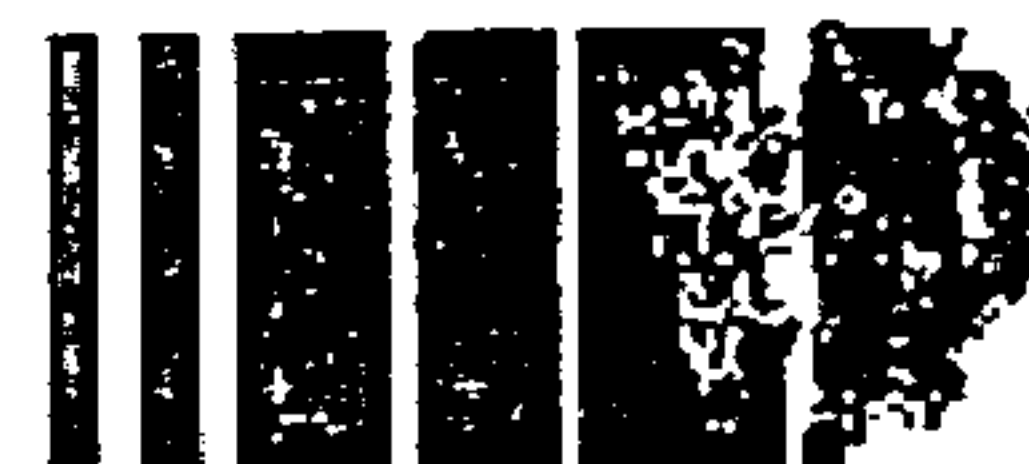
TABELA

**TESTE DE RECUPERAÇÃO
E
REBAIXAMENTO RESIDUAL**

Nível Estático (NE) : 236,80 metros

<i>Tempo após início do bombeamento (minutos)</i>	<i>Tempo após término do bombeamento (minutos)</i>	<i>Nível da Água (metros)</i>	<i>Rebaixamento Residual (metros)</i>
721	01	239,70	2,90
722	02	239,30	2,50
723	03	238,90	2,10
724	04	238,50	1,70
725	05	238,20	1,40
730	10	237,20	0,40
735	15	236,90	0,10
740	20	236,80	0,00
750	30	236,80	0,00
760	40	236,80	0,00
770	50	236,80	0,00
780	60	236,80	0,00
800	80	236,80	0,00
820	100	236,80	0,00
840	120	236,80	0,00
870	150	236,80	0,00
900	180	236,80	0,00
930	210	236,80	0,00
960	240	236,80	0,00
1.020	300	236,80	0,00
1.080	360	236,80	0,00
1.140	420	236,80	0,00

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA



RELATÓRIO DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA

INTERESSADO: C P R M
ENDEREÇO: Rua Goiás, 312 – Ilhotas – Teresina - PI
NATUREZA DE TRABALHO: Análise Físico - Química
AMOSTRA PROCEDENTE DE: Chapada do Garoto – Município de Arame - Maranhão
MATERIAL: Água
DATA DE COLETA: 05.09.98
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: Poço 4AR-07 MA

RELATÓRIO Nº 174

RESULTADO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

ASPECTO	Esbranquiçado com material sedimentável
COR	Esbranquiçada
SABOR	Insípido
ODOR	Inodoro
PH	8,43
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	584,60 µmho/cm

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

NITROG. AMONÍACAL	Ausente
NITROG. NITRATO	Ausente
NITROG. NITRITO	Traços
ALCALINIDADE TOTAL EM TERMOS DE CaCO ₃	378,59 ppm
ALCALINIDADE DE CARBONATOS EM TERMOS DE CaCO ₃	41,15 ppm
ALCALINIDADE DE BICARBONATOS EM TERMOS DE CaCO ₃	337,44 ppm
ALCALINIDADE DE HIDRÓXIDOS EM TERMOS DE CaCO ₃	0 ppm
DUREZA TOTAL EM TERMOS DE CaCO ₃	39,21 ppm
DUREZA DO CÁLCIO (Ca ⁺⁺)	5,88 ppm
DUREZA DO MAGNÉSIO (Mg ⁺⁺)	5,98 ppm
CLORETO (Cl ⁻)	55,63 ppm
FERRO (Fe ⁺⁺⁺)	Presente em excesso

LAUDO

A água analisada em questão encontra-se dentro dos padrões físico-químicos de potabilidade, tendo restrição quanto a presença de traços de nitrito e ferro em excesso, de acordo com a portaria nº 036/90, do Ministério da Saúde.

COMDEPI - CIA DE DESENV. DO PIAUÍ

Analista

COMDEPI - CIA DE DESENV. DO PIAUÍ

Márcia (Jacilda) Oliveira Cronemberger
Chefe Seção de Análises Químicas
Químico Responsável

Federico Herbert Págel de Sá
Chefe de Deptº de Recursos Minerais
Visto

Teresina, 15 de setembro de 1998

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA



POÇO 4ARM - 08 - MA

VISTA DO POVOADO



POÇO 4ARM - 08 - MA

VISTA DO POVOADO



POÇO 4ARM - 08 - MA

ASPECTOS DA PERFURAÇÃO

SONDA FAILLING 2.500



POÇO 4ARM - 08 - MA

OPERAÇÃO DE DESCIDA DO REVESTIMENTO

SONDA FAILLING 2.500