

PROJETO CAEMA VI
RELATÓRIO FINAL DO POÇO 4-AT-02-MA

Antonio Fernandes Duarte Santos

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

RESIDÊNCIA ESPECIAL DE TERESINA

FEVEREIRO

- 1992 -

198th Caema VI

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

C. P. R. M.

RESIDENCIA ESPECIAL DE TERESINA

RELATORIO FINAL DO POÇO 4-AT-02-MA

NO MUNICIPIO DE ALTAMIRA-MA.

FEVEREIRO/1992

196

C P R M — D I D O T E	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatorio n.º	2166-5
N.º de Volume	A V: —
PHL - 01114	

A P R E S E N T A C I Õ

- - - - -

Este relatório apresenta os trabalhos de construção do poço 4-AT-02-MA no município de Altamira, no Estado do Maranhão, realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, através da Residência Especial de Teresina, em atendimento ao Contrato Nr. 096/PR/91 - CPRM e 052/91-ASJUR - CAEMA.

Este poço foi perfurado em substituição ao poço 4-AT-01-MA, abandonado por questões técnicas decorrentes de paralizações acentuadas em função de problemas contratuais. O insucesso de perfurações anteriores, justificam plenamente este projeto para o aproveitamento de águas subterrâneas, que atenderá a demanda da contratante de acordo com as suas necessidades para aquela localidade.

S U M Á R I O

- - - - -

A P R E S E N T A Ç Ã O

1. - GENERALIDADES

1.1 - Objetivo

1.2 - Localização e Acesso

1.3 - Locação

2. - GEOLOGIA

2.1 - Geologia Regional

2.2 - Geologia Local

3. - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

4. - SONDAGEM

4.1 - Perfuração

4.2 - Fluido de Perfuração

4.3 - Completção

4.3.1 - Revestimento

4.3.2 - Cimentação

4.4 - Desenvolvimento

4.5 - Teste de Produção

5. - A N E X O S

5.1 - Dados Gerais sobre o Poço

5.2 - Descrição Litológica

5.3 - Teste de Bombeamento

5.4 - Perfil esquemático do poço

5.5 - Análise Química da água

1. - GENERALIDADES

1.1 - OBJETIVO

O objetivo deste projeto, é a perfuração, completação, desenvolvimento e teste de vazão do poço 4-AT-02-MA, destinado à captação de água subterrânea para atender demanda de consumo humano.

1.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Poço 4-AT-02-MA, de que trata este relatório está situado na sede do Município de Altamira, no Estado do Maranhão.

O acesso à cidade é feito via cidade de Vitorino Freire, utilizando-se uma balsa para travessia do Rio Grajaú.

1.3 - LOCAÇÃO

A locação do poço foi de responsabilidade da equipe técnica da própria CAEMA.

2. - GEOLOGIA

2.1 - GEOLOGIA REGIONAL

As rochas que ocorrem na área do projeto, são pertencentes à Bacia Sedimentar do Maranhão. É sobretudo uma bacia paleozóica, embora apareçam retalhos sob a forma de testemunhos tabuliformes, pertencentes à era Mesozóica, tais como as Formações Pastos Bons, Motuca e Sambaíba, repousando discordantemente sobre a sequência paleozóica.

Toda a borda oriental da bacia, caracterizada pela zona de afloramentos das formações paleozóicas, é cortada por intrusões diabásicas, em forma de diques e sills, que ocasionaram modificações tectônicas muito localizadas. O tectonismo da bacia, foi tipicamente epirogenético, do que decorreram dobramentos suaves, além de um pronunciado fraturamento das camadas incompetentes.

A natureza litológica das formações que constituem a sequência paleozóica é predominantemente clástica, embora não deixem de ocorrer sedimentos de origem química, tais como anidrita, calcários, etc.

As camadas afloram segundo uma direção geral N-S e NE-SW, com um ligeiro mergulho para W, formando uma estrutura homoclinal, cuja espessura pode atingir centena de metros. Ao longo do extremo leste da bacia, a sua representação basal (Formação Serra Grande), repousa discordantemente sobre o substrato cristalino metamorfozido e de relevo ondulado.

Procuramos, a seguir, fazer uma análise global sobre a natureza litológica das formações aflorantes na área do Projeto (com base na coluna estratigráfica de Mesner e Wooldridge - 1964).

Formação Itapecuru - Cretáceo

O termo Itapecuru foi utilizado por Campbell, 1949, para designar uma série de arenitos, siltitos e folhelhos que ocorrem no vale do Rio Itapecuru, Maranhão. Mesner e Wooldridge definiram a Formação Itapecuru nas bacias do Maranhão, São Luiz e Barreirinhas, caracterizando-a como uma sequência de clásticos sobreposta às camadas cretáceas da Formação Codó e sotoposta à sequência cenozóica do litoral norte.

A Formação Itapecuru foi depositada em baixada fluvial além da planície aluvial estuarina e deltáica. Sua idade foi determinada principalmente pela posição estratigráfica post-Codó sendo, portanto, do cretáceo médio ou superior.

Formação Codó - Cretáceo

Esta formação possui três unidades distintas na bacia do Maranhão : a) uma inferior, constituída de folhelhos pretos betuminosos, com intercalações de calcárioossilífero e anidrita; b) uma intermediária, de arenito branco a esverdeado, tipicamente angular, micáceo e poroso; c) uma unidade superior de folhelho cinza a cinza-esverdeado,ossilífero, com gastrópodes marinhos.

Seu contato com a Formação Corda é discordante e com a Itapecuru é concordante, sendo datada como do Cretáceo inferior por Mesner e Wooldridge.

Formação Corda - Jurássico

Esta formação é representada por um arenito branco-amarelado, mal selecionado, com estratificação cruzada e grãos em geral arredondados, limpos e foscos. De caráter argiloso, possui várias intercalações de siltitos e folhelhos marrons e róseos e leitos de sílex.

É a única formação da Bacia datada do Jurássico, estando correlacionada, devido a sua posição estratigráfica, com a Formação Botucatu da Bacia do Paraná.

Diabásio - Jurássico

Campbell situou os derrames basálticos, na parte central da Bacia, entre os arenitos Sambaíba e Corda, separados destes por discordâncias e lhes atribuiu idade do fim do Jurássico.

Quando em exposição, o diabásio apresenta-se quase sempre alterado, produzindo uma cobertura de material argiloso de aspecto pintalgado de vermelho, roxo e branco. Esse processo de decomposição oferece um solo fértil aproveitável para a agricultura.

Esfoliações esféricas em abundantes blocos arredondados, expostos em superfície, são constantes. Suas principais ocorrências são em forma de sills e diques sendo os primeiros mais frequentes.

Formação Sambaíba - Triássico

Predominantemente constituída de arenitos róseos e avermelhados, com intercalações de sílex laminado, mal selecionados, apresentando estratificação cruzada, que é uma de suas características.

Quanto a sua espessura pouco pode se dizer, desde que a mesma não é contínua, estando sempre barrada pelas formações mais recentes e pelos derrames basálticos.

Não possui fóssil, estando a sua idade triássica condicionada, apenas, à sua posição estratigráfica, repousando sobre camadas neo-triássicas e abaixo de basaltos jurássicos.

Formação Pastos Bons - Triássico

Trata-se de uma formação que ocorre no vale do riacho Pedra de Fogo, ao sul da cidade de Pastos Bons, repousando discordantemente sobre a Formação Motuca.

Litológicamente, constitue-se de arenitos brancos e esverdeados e folhelhos pretos fósseis.

Na base desta formação, onde ocorre uma discordância do tipo angular e erosiva, ocorre um conglomerado contendo seixos das rochas subjacentes.

Apresenta uma espessura média da ordem de 60 metros, tendo sido datada por Mesner e Wooldridge como da idade triássica inferior.

Formação Motuca - Permiano

Termo usado por Plumer para caracterizar os folhelhos avermelhados e leitos delgados de anidrita e calcário que se sobrepõem à Formação Pedra de Fogo, na região da Fazenda Motuca, entre São Domingos do Azeitão e Benedito Leite, Maranhão.

Wesner e Wooldridge definiram-na como uma sequência alternada de folhelhos e arenitos vermelhos, com lentes espessas de dolomita e calcário, datando-a como Permiano Superior a Triássico Inferior, correlacionando-a com a Bacia do Paraná.

Formação Pedra de Fogo - Permiano

Termo usado por Plummer para identificar uma seção composta por camadas de sílex, calcário e folhelhos, aflorantes no leito do Riacho Pedra de Fogo, entre Nova Iorque e Pastos Bons, Maranhão.

Segundo Djeda e Bembon, 1966, a Formação apresenta uma seção basal com 20 metros de sílex, siltitos multicoloridos e argilitos roxos interestratificados. Assinalam, ainda, que no topo da seção silicosa ocorrem camadas e lentes de calcário argiloso.

Próximo ao contato com a Formação Piauí ocorrem arenitos róseos a cremes, às vezes grosseiros e, quando cimentados por material ferruginoso, constituem blocos duros e compactos.

Camadas de folhelhos e siltitos cinza-esverdeado, roxo, vermelho e violeta observam-se entre o sílex basal e o arenito citado.

No topo do pacote, próximo ao contato com a formação Motuca, ocorrem duas camadas de calcário estando a inferior silicificada, funcionando como horizonte guia muito importante.

2.2 - GEOLOGIA LOCAL

O poço foi iniciado na Formação Itapecuru.

De 0 a 18 metros, penetramos em arenito creme, muito fino e argiloso.

De 18 a 33 metros, folhelho marron, com níveis de siltito.

De 33 a 39 metros, arenito avermelhado, argiloso.

De 39 a 51 metros, intercalações delgadas de folhelho marron com siltito marron-escuro.

De 51 a 57 metros, arenito amarelado e avermelhado argiloso.

De 57 a 72 metros, folhelho avermelhado plástico, com níveis de siltito argiloso.

De 72 a 81 metros, arenito creme, muito fino.

De 81 a 93 metros, intercalações de folhelho marron, com arenito avermelhado, fino, argiloso.

De 93 a 153 metros, folhelho marron, plástico, com raros níveis de siltito esverdeado calcífero.

De 153 a 160 metros, arenito argiloso, avermelhado, muito fino.

De 160 a 183 metros, folhelho marron escuro, pouco laminado com níveis de siltito esverdeado e calcário granular avermelhado e esverdeado.

De 183 a 192 metros, arenito amarronzado, argiloso, muito fino.

De 192 a 235 metros, intercalações de folhelho amarronzado e cinza esverdeado, com siltito marron arroxado e avermelhado, presença de níveis de calcário esbranquiçado e esverdeado na parte superior e média.

De 235 a 263 metros, folhelho cinza claro a esverdeado, siltoso, plástico, presença de níveis de calcário granular.

De 263 a 282 metros, folhelho marron escuro, arenoso, com níveis de calcário cinza claro.

De 282 a 309, folhelho cinza claro a esverdeado, laminado, com níveis de calcário granular cinza.

De 309 a 315 metros, folhelhos escuros, laminados, duros.

De 315 a 330 metros, arenito cinza-claro, fino, bem selecionado, quartzoso.

De 330 a 336 metros, arenito cinza-escuro, com níveis de chert.

De 336 a 348 metros, gipsita e anidrita.

De 348 a 375 metros, folhelhos cinza escuros e cinza claros com níveis de calcário esbranquiçado.

De 375 a 387 metros, folhelho argiloso, amarronzado.

De 387 a 393 metros, folhelho cinza escuro, com níveis de gipsita e anidrita.

De 393 a 403 metros, folhelho argiloso, amarronzado

De 403 a 409 metros, arenito esbranquiçado, muito fino, bem selecionado.

De 409 a 418 metros, folhelho cinza e amarronzado, laminado.

De 418 a 427 metros, folhelho argiloso, avermelhado, pouco arenoso.

De 427 a 439 metros, folhelho argiloso, avermelhado.

De 439 a 442 metros, arenito esbranquiçado, fino, bem selecionado, grãos de quartzo brilhosos e arredondados.

De 442 a 480 metros, arenito creme, fino, bem selecionado, grãos de quartzo brilhosos e arredondados.

De 480 a 498 metros, arenito creme, com níveis de folhelho cinza escuro.

A coluna litológica pode ser assim definida :

De 0 a 235 metros	-	Formação Itapecuru
De 235 a 439 metros	-	Formação Codó,
De 439 a 480 metros	-	Formação Corda
De 480 a 498 metros	-	Formação Motuca

3 - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Aquífero Itapecuru

Identificado na cidade de Porto, é formado de uma faixa ribeirinha superficial muito úmida estendendo-se somente à profundidade de seis metros, o que não permite fazer avaliações hidrogeológicas.

Aquífero Codó

Sob o ponto de vista hidrogeológico, não apresenta boas condições de exploração, levando-se em consideração fatores como litologia, espessura e área de afloramento.

Aquífero Corda

Constitui um sistema aquífero confinado, levando-se em consideração a sua posição estratigráfica possuindo, portanto, condições hidrogeológicas suficientes para uma exploração mais segura.

Diabásio

Esta rocha básica é sempre um entrave nas perfurações em virtude da dificuldade de penetração.

Suas características hidrogeológicas são prejudiciais por possuírem a mesma permeabilidade de fratura incipiente, por reduzirem a permeabilidade das formações encaixantes nas zonas de contato e, finalmente, por influenciarem as direções locais de fluxos d'água.

Aquífero Sambaíba

Esse aquífero, identificado no município de Palmeirais, apresenta uma constituição litológica predominantemente arenosa e oferece condições hidrogeológicas promissoras. Seus arenitos são porosos, homogêneos, pouco argilosos e limpos. Quase sempre apresentam fraturamento vertical incrementando portanto, as condições de percolação das águas subterrâneas através do corpo rochoso.

Aquífero Motuca

Apresenta-se geralmente como um aquífero livre. Nos municípios de Várzea Grande e Barro Duro, Estado do Piauí, suas características hidrogeológicas são pouco promissoras devido a fácies areno-siltica ou siltitos. Entretanto, no município de Agricolândia, apresenta-se com fácies arenosa, de grãos médios a grosseiros, caulínicos, matriz pouco argilosa, fornecendo uma boa produção e uma capacidade de recarga excelente.

Aquífero Pedra de Fogo

Predominantemente apresenta-se com clásticos finos e componentes silto-argilosas constituindo fator importante na cimentação dos sedimentos, reduzindo sua permeabilidade e não apresentando condições de fluxo e armazenamento d'água.

4. - SONDAGEM

4.1 - PERFURAÇÃO

As atividades de perfuração propriamente ditas foram iniciadas no dia 15.10.91 e encerradas em 01.11.91.

Para a perfuração foi utilizada uma sonda Rotary, Failing - 2500, com capacidade de atingir 1.000 metros de profundidade.

Inicialmente foi perfurado o condutor, com 6.50 metros de profundidade e diâmetro de 20", sendo assentado o tudo de 16" e cimentado em todo o espaço anular. Nesta operação foram usados 13 sacos de cimento, tendo a pasta um peso de 13.7 lb/gal.

Em seguida perfurou-se em diâmetro de 12 1/4" até a profundidade de 214,00 metros.

Depois , em diâmetro de 9 7/8" até a profundidade final que atingiu os 498,00 metros.

Após atingir a profundidade final foi efetuado o alargamento de 9 7/8" para 12 1/4" no intervalo de 214 a 255 metros.

Nenhum fato anormal que merecesse registro foi verificado durante esta fase.

4.2 - FLUIDO DE PERFURAÇÃO

Na primeira fase de perfuração, utilizou-se um fluido convencional à base de bentonita, sendo fabricados 115 bbl de fluido com as seguintes características :

Viscosidade Marsh = 40 seg. Peso = 8.9 lb/gal. Ph = 9.0

Este fluido teve a seguinte composição :

Bentonita - 15 lb/bbl

Soda cáustica - 0.3 lb/bbl

Em seguida, fabricou-se mais 45 bbl de fluido com a finalidade de atingir os parâmetros desejados para a lama a ser utilizada

As características do fluido de perfuração passaram a ser :

Viscosidade Marsh = 41 seg. Peso = 9.3 lb/bbl Ph = 8.5

Ao ser atingida a profundidade de 400 metros, foi feita a conversão do fluido à base de bentonita para um fluido à base de polímero com baixo teor de sólidos, usando-se POLIAN como polímero, e descartando-se 135 bbl do fluido existente.

Isto foi feito visando reduzir os danos à formação para melhorar o seu potencial aquífero.

Para a conversão foram fabricados 143 bbl de fluido, que ficou com as seguintes características :

Viscosidade Marsh = 40 seg. Peso = 9.3 lb/gal. Ph = 8.0

As concentrações dos materiais foram as seguintes :

POLIAN - 1.5 lb/bbl

SODA CÁUSTICA - 0.25 lb/bbl

BICARBONATOS - 0.25 lb/bbl

Os materiais usados para a perfuração foram os seguintes:

BENTONITA	=	3.5 ton.
POLIAN	=	100 kg.
CMC -AV	=	300 kg.
SODA	=	75 kg.
SPERSENE	=	200 Kg.
BICARBONATO	=	50 Kg.
CAL HIDRATADA	=	5 Kg.
POLY-PLUS	=	20 Kg.
NALCO ASP-700	=	20 Kg.

Com respeito ao fluido de perfuração e circulação, não foi registrada a ocorrência de nenhuma anormalidade.

4.3 - COMPLETAÇÃO

4.3.1 - REVESTIMENTO

A análise da granulometria dos arenitos cortados da zona produtora, levaram à conclusão que a abertura dos filtros projetados (0.5mm) não era adequada, optando-se por escolher a abertura de 0.25 mm como a mais segura e eficiente.

A aquisição de uma nova coluna de filtros, aliada a problemas contratuais, provocaram uma grande paralização no projeto, prolongando-se por mais de 100 dias, no intervalo de 02.11.91 a 18.02.92.

Os trabalhos reiniciaram a 19.02.92 com o acondicionamento do poço, inicialmente com broca de 12 1/4" até 255 metros e, posteriormente com broca de 9 7/8" até 498 metros, profundidade final do poço.

Esta operação prolongou-se até o dia 22.02.92, quando foi iniciado o trabalho de descida do revestimento de produção.

Este tipo de operação que a esta profundidade, leva uma média de 12 horas para conclusão, teve um total de 38 horas de trabalho.

A demora operacional foi causada pela péssima qualidade do revestimento fornecido pelo cliente, tanto no aspecto das roscas como com falhamentos no corpo de alguns tubos. Toda a coluna levou um cordão de solda, reforçado com "bacalhaus".

Apesar deste contratempo, a operação foi bem sucedida, descendo-se a coluna que ficou assim distribuída :

- De 496.04 a 481.04 = tubos cegos de 6 5/8" OD.
- De 481.04 a 439.44 = filtros espiralados, reforçados 5"
- De 439.44 a 252.09 = tubos cegos de 6 5/8" OD.
- De 252.09 a + 1.00 = tubos cegos de 8 5/8" OD.

4.3.2 - CIMENTAÇÃO

Após a descida da coluna, o espaço anular entre o poço e o revestimento de 6 5/8", foi cimentado isolando as áreas contendo gip - sita e anidrita, para evitar a contaminação por sal da água produzida.

Esta operação foi feita através de "plug" de cimentação, posicionado no tubo de 6 5/8" e consumiu um total de 60 sacos de cimento, com uma pasta de 13.6 lb/gal.

Após 24 horas de pega do cimento, o "plug" foi cortado com broca de 4 3/4", ficando o poço pronto para os trabalhos de desenvolvimento.

4.4 - DESENVOLVIMENTO

Após o corte do cimento com broca de 4 3/4", foi iniciado o desenvolvimento do poço com a troca do fluido de perfuração por água limpa. Feito isto, o poço começou a produzir com uma vazão de surgência de 11.700 litros por hora.

A segunda fase do desenvolvimento consistiu de um jateamento com haste furada, na seção filtrante. A operação de desenvolvimento com a sonda teve a duração de 16:00 horas.

A última etapa do desenvolvimento consistiu-se de operação de air-lift com o injetor de 2" posicionado a 72.00 metros, coluna de medição de 3/4" a 82.00 metros, utilizando-se o revestimento de 8 5/8" como tubo de descarga.

Este bombeamento para a limpeza teve a duração aproximada de 15:30 horas.

As medidas do desenvolvimento foram as seguintes :

N.E = + 7.00 m N.D = 46.40 m Vazão = 103.000 litros/h

4.5 - TESTE DE PRODUÇÃO

Para avaliar a capacidade do aquífero, realizou-se um ensaio de bombeamento durante 01:30 horas, empregando-se o método "air-lift". Utilizou-se um compressor Ingersoll Rand DXL-750, com capacidade de fornecer pressão de 125 PSI e canos injetores de 2".

As medidas de vazão foram feitas pelo método direto, sendo utilizado um recipiente de 200 litros. A estabilização do nível, deu-se após 1:00 hora de teste, bombeando-se uma taxa de 103.000 litros/h para um nível dinâmico de 48.35 metros. O nível estático antes do teste era de + 7.00 metros.

5.1 - DADOS GERAIS SOBRE O POÇO

Poço : 4 - AT - 02 - MA
Início : 14.10.91
Término : 26.02.92
Local : Sede do Município
Município : Altamira - MA.
Interessado: Cia. de Águas e Esgotos do Maranhão - CAEMA
Locação : CAEMA
Perfuração : De 0 a 6.50 metros em Ø 20"
De 6.50 a 255 metros em Ø 12 1/4"
De 255 a 498 metros em Ø 9 7/8"
Revestimento: De 0 a 6.50 metros em Ø 16"
De 0 a 252.09 metros tubos 8 5/8"
De 252.09 a 439.44 metros tubos 6 5/8"
De 439.44 a 481.04 metros filtros 5"
De 481.04 a 496.04 metros tubos 6 5/8"

Cimentação : De 400 a 300 metros
Nível est. : + 7.00 m
Nível din. : 48.35 m
Vazão : 103 m³/h.
Rebaixamento: 55.35 m
Vazão espec.: 1.86 m³.h/m
Boca do poço: 1.00 m

5.2 - DESCRIÇÃO LITOLÓGICA

0	a	18	m	- Arenito creme, muito fino, argiloso, gradando para arenito conglomerático com grãos de quartzo angulosos.
18	a	33	m	- Folhelho marron, com níveis delgados de siltito, nódulos caulínicos, muito plástico.
33	a	39	m	- Arenito avermelhado, argiloso, muito fino.
39	a	51	m	- Intercalações delgadas de folhelho marron, com siltito marron escuro, lentes de siltito esbranquiçado, também calcário granular e esbranquiçado.
51	a	57	m	- Arenito amarelado e avermelhado, fino, argiloso, cimentação ferruginosa.
57	a	72	m	- Folhelho avermelhado, plástico, com níveis de siltito argiloso de coloração arroxeada e siltito calcífero esbranquiçado.
72	a	81	m	- Arenito creme muito fino, argiloso, com níveis de siltito arroxeado.
81	a	93	m	- Intercalações de folhelho marron com arenito avermelhado, fino, argiloso.
93	a	153	m	- Folhelho marron, plástico, com raros níveis de siltito esverdeado, algo calcífero.
153	a	160	m	- Arenito argiloso, avermelhado, muito fino.
160	a	183	m	- Folhelho marron escuro, pouco laminado, com níveis de siltito esverdeado e calcário granular avermelhado e esverdeado.
183	a	192	m	- Arenito amarronzado, muito fino, argiloso.
192	a	235	m	- Intercalações de folhelho amarronzado e cinza esverdeado, com siltito marron arroxeado e arenito avermelhado, presença de níveis de calcário esbranquiçado e esverdeado.
235	a	263	m	- Folhelho cinza claro a esverdeado, siltoso, plástico, presença de níveis delgados de calcário granular esbranquiçado.
263	a	282	m	- Folhelho marron escuro arenoso, com níveis de

calcário cinza claro.

- 282 a 309 m - Folhelho cinza claro a esverdeado, laminado, com níveis de calcário cinza granular.
- 309 a 315 m - Folhelhos escuros, laminados, duros, com níveis de calcários.
- 315 a 330 m - Arenito cinza-claro, fino, bem selecionado e quartzoso
- 330 a 336 m - Arenito cinza-escuro, com níveis de chert.
- 336 a 348 m - Gipsita e anidrita.
- 348 a 375 m - Folhelhos cinza escuro e cinza claros, com níveis de calcário esbranquiçado e esverdeado..
- 375 a 387 m - Folhelho argiloso amarronzado.
- 387 a 393 m - Folhelho cinza escuro, com níveis de gipsita e anidrita.
- 393 a 403 m - Folhelho argiloso amarronzado.
- 403 a 409 m - Arenito esbranquiçado, muito fino, bem selecionado
- 409 a 418 m - Folhelho cinza e amarronzado, laminado.
- 418 a 439 m - Folhelho argiloso, avermelhado, pouco arenoso.
- 439 a 442 m - Arenito esbranquiçado, fino, bem selecionado, grãos de quartzo brilhosos e arredondados.
- 442 a 480 m - Arenito creme, fino, grãos de quartzo brilhosos e arredondados..
- 480 a 498 m - Arenito creme, com níveis de folhelho escuro.

5.3 - TESTE DE BOMBEAMENTO

DATA	HORA	N.E. (m)	N.D. (m)	VAZÃO (m ³ /h)
26.02.92	07:00	+ 7.00	--	--
	07:30	--	46.28	103
	08:00	--	46.65	103
	08:10	--	46.69	103
	08:20	--	47.91	103
	08:30	--	48.35	103
	08:40	--	48.35	103
	08:50	--	48.35	103
	09:00	--	48.35	103

FORMAÇÃO	DESENHO DO POÇO	ESPESURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
		18,00 57,00 72,00 81,00 160,00 183,00 235,00 255,00 252,09 315,00 336,00 348,00 387,00 393,00 439,00 439,44 481,04 496,04 498,00		<p>Arenito creme, muito fino, argiloso, gradando para para arenito conglomerático com grãos de quartzo angulosos.</p> <p>Intercalações delgadas de folhelhos marron, com siltitos marron escuro, lentes de siltitos esbranquiçado, também calcário granular e esbranquiçado.</p> <p>Folhelho avermelhado, plástico, com níveis de siltitos argiloso de coloração arroxeada e siltito calcífero esbranquiçado.</p> <p>Arenito creme muito fino, argiloso, com níveis de siltito arroxeado.</p> <p>Intercalações de folhelho marron com arenito avermelhado, fino, argiloso.</p> <p>Folhelho marron escuro, pouco laminado, com níveis de siltito esverdeado e calcário granular avermelhado e esverdeado.</p> <p>Intercalações de folhelho amarronzado e cinza esverdeado, com siltito marron arroxeado e arenito avermelhado, presença de níveis de calcário esbranquiçado e esverdeado.</p> <p>Folhelho cinza claro a esverdeado, siltoso, plástico, presença de níveis delgados de calcário granular esbranquiçado.</p> <p>Arenito cinza-claro, fino, bem selecionado e quartzoso.</p> <p>Gipsita e anidrita.</p> <p>Folhelho cinza-escuro e cinza-claro, com níveis de calcário esbranquiçado e esverdeado.</p> <p>Folhelho cinza escuro, com níveis de gipsita e anidrita.</p> <p>Folhelho argiloso, avermelhado, pouco arenoso.</p> <p>Arenito esbranquiçado, fino, bem selecionado, grãos de quartzo brilhosos e arredondados.</p>



CPRM
RESIDÊNCIA ESPECIAL DE
TERESINA

- 1992 -

PROJETO CAEMA VI

POÇO: 4AT-02-MA

LOCAL: SEDE

MUNICÍPIO: ALTAMIRA-MA

ESCALA: 1:3.000

5.5 -

ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA



COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO MARANHÃO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA D'ÁGUA

NÚMERO

177/92

ESTADO

Maranhão

MUNICÍPIO

Altamira do Maranhão

LOCAL

Altamira do Maranhão

PROCEDÊNCIA

P.03

TIPO DE MANANCIAL

Subterrâneo

PROFUNDIDADE

496 metros

INTERESSADO

CAEPA/DIPEP

DADOS DA COLETA

DATA DA COLETA	HORA DA COLETA	DATA DA ENTRADA	HORA DA ENTRADA	CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 hs.
27/02/92	09:00	28/02/92	09:10	0,00
TEMPERATURA EM CAMPO °C			NOME DO COLETOR	
			Téc. do DIPEP	

ANÁLISE FÍSICA

DETERMINAÇÃO	RESULTADO	UNIDADE	DETERMINAÇÃO	RESULTADO	UNIDADE
COR APARENTE	5,00	U. C.	RESÍDUO TOTAL	3,990	mg/l
COR VERDADEIRA	5,00	U. C.	RESÍDUO SOLÚVEL	3,700	mg/l
ODOR	-	-	RESÍDUO INSOLÚVEL	290,0	mg/l
SADOR	-	-	RESÍDUO FIXO	-	mg/l
TURBIDEZ	0,90	N.T.U.	RESÍDUO VOLÁTIL	-	mg/l
CONDUTIVIDADE	15.000,00	µmhos/cm	PH	7,49	-

ANÁLISE QUÍMICA

DETERMINAÇÃO	RESULTADO	UNIDADE	DETERMINAÇÃO	RESULTADO	UNIDADE
ALCAL. DE HCO ₃ ⁻	7,00	mg/l CaCO ₃	NITRO AMONÍACAL	1,00	mg/l N
ALCAL. DE CO ₃ ²⁻	0,00	mg/l CaCO ₃	NITRO NITROSO	Neg.	mg/l N
ALCAL. DE OH ⁻	0,00	mg/l CaCO ₃	NITRO NÍTRICO	Pos.	mg/l N
DUREZA TOTAL	200,0	mg/l CaCO ₃	CIANETOS	-	mg/l CN
DUREZA TEMPORÁRIA	100,0	mg/l CaCO ₃	Cl ₂ RESIDUAL	-	mg/l Cl ₂
DUREZA PERMANENTE	100,0	mg/l CaCO ₃	SÍLICA SOLÚVEL	-	mg/l SiO ₂
CÁLCIO	40,0	mg/l Ca ⁺⁺	SULFATOS	341,155	mg/l SO ₄ ²⁻
MAGNÉSIO	24,3	mg/l Mg ⁺⁺	SULFITOS	-	mg/l SO ₃ ²⁻
ARSÊNIO	-	mg/l AS ⁺⁺⁺	SULFETOS	-	mg/l S ⁻⁻⁻
CLORETOS	708,0	mg/l Cl ⁻	O ₂ DISSOLVIDO	-	mg/l O ₂
FERRO	0,10	mg/l Fe ⁺⁺	O ₂ CONSUMIDO	-	mg/l O ₂
MANGANÊS	Pos.	mg/l Mn ⁺⁺	D. B. O.	-	mg/l O ₂
POTÁSSIO	-	mg/l K ⁺	D. Q. O.	-	mg/l O ₂
TITÂNIO	-	mg/l Ti ⁺⁺	FOSFATOS SOLÚVEIS	0,00	mg/l PO ₄ ³⁻
FLUORETOS	-	mg/l F ⁻	FOSFATOS TOTAIS	-	mg/l PO ₄ ³⁻
DIÓXIDO DE CARBONO	5,00	mg/l CO ₂	Cr TRIVALENTE	-	mg/l Cr ⁺³
CORRE	-	mg/l Cu ⁺⁺	Cr HEXAVALENTE	0,00	mg/l Cr ⁺⁶
SÓDIO	-	mg/l Na ⁺	Cr TOTAL	-	mg/l Cr

OBSERVAÇÕES:

Carlos Roberto Santos Filho
Coordenador de Produção
Est. 16763 CAEPA

Rafael
Chefe de Serviço
Chefe de Serviço Tratamen

VISTO DO RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE

James
Benimar Dias Gomes
Química Industrial

VISTO DO CHEFE IMEDIATO

Erivaldo
Erivaldo Dias
Química Industrial
CIC-1120/92

CÓDIGO: 25.807-00-04-11-00-0000

DIU. 210 X 201 92

PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA			
DETERMINAÇÕES	LIMITES		UNIDADES
	RECOMENDADO	TOLEERADO -	
COR	1 0 , 0	2 0 , 0	U. C.
ODOR	INOBJETÁVEL	INOBJETÁVEL	-
SABOR	INOBJETÁVEL	INOBJETÁVEL	-
TURBIDEZ	1 , 0 0	5 , 0 0	N. T. U.
RESÍDUO TOTAL	5 0 0 , 0	1 0 0 0 , 0	mg / l
PH	PH DE DATURACÃO	6 < PH < 10	-
ALCAL. TOTAL	3 7 0 , 0	-	mg / l Ca CO ₃
ALCAL. BICARBONATOS	2 5 0 , 0	-	mg / l Ca CO ₃
ALCAL. CARBONATOS	1 2 0 , 0	-	mg / l Ca CO ₃
ALC. DE HIDRÓXIDOS	0 , 0 0	0 , 0 0	mg / l Ca CO ₃
DUREZA TOTAL	1 0 0 , 0	2 0 0 , 0	mg / l Ca CO ₃
ARSÊNIO	0 , 0 0 5	0 , 1 0	mg / l AS ⁺⁺⁺
CLORETOS	-	2 5 0 , 0	mg / l Cl ⁻
FERRO	-	0 , 3 0	mg / l Fe ⁺⁺
MANGANÊS	-	0 , 1 0	mg / l Mn ⁺⁺
POTÁSSIO	-	1 0 , 0	mg / l K ⁺
FLUORETOS	1 , 0 0	1 , 5 0	mg / l F ⁻
ZINCO	5 , 0 0	1 5 , 0	mg / l Zn ⁺⁺
SÓDIO	-	5 0 , 0	mg / l Na ⁺
NITRO. AMONICAL	-	0 , 0 8	mg / l N
NITRO. NITROSO	-	0 , 0 2	mg / l N
NITRO. NÍTRICO	-	1 0 , 0	mg / l N
CIANETOS	0 , 0 1	0 , 0 2	mg / l CN ⁻
CLOGO RESIDUAL	0 , 3 0	1 , 0 0	mg / l Cl ₂
SÍLICA	1 0 , 0	2 0 , 0	mg / l SiO ₂
SULFATOS	-	2 5 0 , 0	mg / l SO ₄ ⁼
O ₂ DISSOLVIDO	-	-	mg / l O ₂
O ₂ CONSUMIDO	-	2 , 5 0	mg / l O ₂
Cr HEXAVALENTE	-	0 , 0 5	mg / l Cr ⁺⁶

EVENTUAL TOLERÂNCIA EM FACE DO EXAME BACTERIOLÓGICO SATISFATÓRIO

DATA

VISTO DO CHEFE DA DIVISÃO