



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

I/2009

*Phi
012208*

PROGRAMA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
PARA A REGIÃO NORDESTE

**CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO ESTATIGRÁFICO E DO POTENCIAL
HIDROGEOLÓGICO DA FORMAÇÃO CABEÇAS, MUNICÍPIO DE CAMPO
MAIOR – PIAUÍ.**

CONVÊNIO MMA/SRH/Nº 058/97

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 CLÁUDIO PEIXINHO
Chefe do Departamento de Hidrologia

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

RESIDÊNCIA ESPECIAL DE TERESINA – RESTE

CHEFE DA RESIDÊNCIA

Gilberto Antônio Neves Pereira da Silva

COORDENADOR EXECUTIVO

Antônio Fernandes Duarte Santos

ASSISTENTE DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Daria Soares Palha Dias

ASSISTENTE DE PRODUÇÃO

João Cavalcante de Oliveira

Antônio Reinaldo Soares Filho

Francisco Lages Correia Filho

*Geólogo João Cavalcante de Oliveira
Teresina, Fevereiro/1998*

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	01
1.1 – Histórico.....	01
1.2 – Objetivos.....	01
1.3 – Justificativas.....	01
2 - GEOLOGIA REGIONAL.....	02
3 - TRABALHOS EXECUTADOS.....	03
3.1 – Sondagem.....	03
3.2 – Testes de Avaliação de Aquífero.....	03
3.3 – Descrição das Amostras de Calha.....	03
4 - CONSIDERAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS.....	05
4.1 – Generalidades.....	05
4.2 – Geologia e Água Subterrânea.....	05
4.2.1 – Aquitardo Pimenteiras.....	05
4.2.2 – Aquífero Cabeças.....	06
4.2.3 – Aquitardo Longá.....	06
4.2.4 – Diabásios.....	06
5 - CONCLUSÕES.....	07
6 - RECOMENDAÇÕES	08
7 - ANEXO.....	09

1 – INTRODUÇÃO

1.1. Histórico

A cidade de Campo Maior, Estado do Piauí, embora localizada na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, ressenete-se de um sistema de abastecimento d'água satisfatório. Por esta razão, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, na qualidade de Serviço Geológico do Brasil, foi solicitada pelo Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal (MMA), através do Convênio MMA/SRH/058/97, a aprofundar 01 (um) poço estratigráfico (inicialmente perfurado pela Prefeitura Municipal através da Proágua Perfurações Ltda.) visando encontrar uma solução para o problema.

1.2. Objetivos

O aprofundamento do poço a partir dos 453 metros já existentes, visava basicamente avaliar e definir, na cidade de Campo Maior, Estado do Piauí, o potencial hidrogeológico do aquífero Cabeças até a profundidade de 700 m, compreendendo a determinação das características hidrodinâmicas, disponibilidade e qualidade da água, e as suas condições exploratórias. O presente relatório trata dos resultados alcançados com o aprofundamento do poço até 770 m, quando foram atravessados os sedimentos da formação Cabeças e grande parte dos folhelhos cinzentos da formação Pimenteiras.

1.3. Justificativas

A crescente demanda de água potável observada na cidade de Campo Maior (PI), nas últimas décadas e as projeções de consumo para os próximos anos, estimadas a uma taxa de 3% ao ano, constituem justificativas econômicas e sociais para o aprofundamento do poço e os estudos propostos.

Ademais, do ponto de vista técnico deve-se lembrar que, na época da perfuração do poço, o grau de conhecimento da geologia regional sinalizava a existência do aquífero Cabeças até 700 m de profundidade, em condições de produzir descargas apreciáveis com água de boa qualidade, levando-se em conta, principalmente, os excelentes resultados já obtidos em outras regiões da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

2 – GEOLOGIA REGIONAL

O município de Campo Maior (PI), situa-se, geologicamente, na porção Nordeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, com sua coluna estratigráfica dividida em três grandes sequências sedimentares. Cada uma dessas sequências é caracterizada por climas e esquemas tectônicos de deposição diferentes. Nesta parte da bacia ocorre somente a sequência inferior, consistindo inteiramente de clásticos de idade neo-siluriana (?), devoniana e mississipiana, representada pelas formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longa e Poti.

A sedimentação na Bacia Sedimentar do Parnaíba inicia-se com conglomerados e arenitos esbranquiçados, com estratificação cruzada, mal selecionados, de origem flúvio-deltáica, da formação Serra Grande. Sobreposta destaca-se a formação Pimenteiras, constituída basicamente de folhelho cinza escuro, físsil, por vezes piritoso e betuminoso, com intercalações delgadas de siltitos cinza claros e arenitos cremes, duros, de granulação muito fina, de origem marinha. Encimando essa sequência aparecem os arenitos cremes e esbranquiçados da formação Cabeças, de granulação fina a média, ligeiramente micáceos, com estratificação cruzada e maciços. Segue-se a formação Longá constituída fundamentalmente por folhelhos e siltitos cinza escuros, laminados, micáceos, exibindo ainda leitões caracteristicamente contorcidos e abundância de furos de vermes depositados em ambiente marinho raso. Por fim, capeando toda a sequência anterior, destaca-se a formação Poti. Constituída principalmente por arenitos cinza claros e brancos, de granulação fina, micáceos, carbonáceos e siltitos, havendo zonas conglomeráticas ocasionais e delgadas laminações de carvão.

As rochas depositadas durante esta fase formam uma grande faixa de afloramentos com cerca de 270 km de largura ao longo da margem leste da Bacia do Parnaíba, com uma espessura máxima de 2.000 m. Deve-se alertar que em alguns locais, em direção ao flanco norte e nordeste da bacia os arenitos da formação Cabeças desaparecem, permitindo ao folhelho Longá repousar diretamente sobre os folhelhos da formação Pimenteiras, com possível discordância.

Toda essa sequência sedimentar da borda leste da Bacia Sedimentar do Parnaíba foi afetada durante o mesozóico quando da abertura do Oceano Atlântico. Ocorreram soerguimentos regionais na placa Sul-Americana, associados a grandes lineamentos tectônicos, como o Transbrasiliano, seguidos de magmatismo alcalino e toleítico continental, encontrados atualmente sob a forma de derrames, pipes, diques e grandes soleiras, estas últimas ocupando extensas áreas dos municípios de Piracuruca, Esperantina, Matias Olimpio, Pedro II, Capitão de Campos, Juazeiro, São João da Serra e Campo Maior, habitualmente interpostas entre as unidades estratigráficas Pimenteiras e Cabeças, Cabeças e Longá ou Longá e Poti, com espessura variável de 80 até 250 m.

3 – TRABALHOS EXECUTADOS

3.1. Sondagem

Para execução dos trabalhos relativos à sondagem utilizou-se uma sonda Failing-3000, devidamente equipada, contando ainda com veículos de apoio.

Por questões estritamente técnicas o poço foi inicialmente alargado de 6.1/2" para 8'2" no intervalo já perfurado pelo Proágua de 289 a 453 m.

A partir dos 453 m iniciou-se, de fato, o aprofundamento do poço com brocas de diâmetro 8.1/2" até 657 m, quando reduziu-se para diâmetro de 7.5/8" até o final da perfuração 770 m.

A perfuração desenvolveu-se normalmente, com fluídos à base de polímeros, que além de suas funções normais como: carreamento de cascalho, limpeza de fundo de poço e equilíbrio de pressão hidrostática tem baixo teor de sólidos que não provoca danos de formação, permitindo que os arenitos produtores mantenham suas características originais. Isto permite que os testes hidrodinâmicos tenham alto grau de confiabilidade.

3.2. Testes de Avaliação de Aquífero

Aos 560 m de profundidade, após haver atravessado os arenitos finos e duros da formação Cabeças, objeto do convênio, foi realizado um teste para avaliação do aquífero. A primeira avaliação foi executada com compressor Ingersol Rand DXL-750, durante 24 horas, com o injetor posicionado a 131 m de profundidade, quando o poço produziu 14.500 l/h.

O teste definitivo, entretanto, foi realizado com uma bomba submersa, marca EBARA, colocada a 147 metros de profundidade, durante apenas 1 hora e 30 minutos, com uma vazão inicial de 50.000 l/h e reduzindo-se paulatinamente até 24.000 l/h, situando-se o nível dinâmico a 123 m sem ainda estar estabilizado. O teste foi paralisado tendo em vista a baixa produção do poço, aliado ao fato de que o pseudo nível dinâmico continuava a rebaixar e a vazão a diminuir, o que torna o poço inviável do ponto de vista econômico e para a produção de água do aquífero Cabeças.

3.3. Descrição das Amostras de Calha

A análise dos tempos de penetração associada a descrição das amostras de calha permitem empilhar as rochas atravessadas conforme abaixo:

- Intervalo de 0,00 a 120,0 m siltitos e folhelhos da formação Longá.
- Intervalo de 120 m, a 285,0 m diabásios cinza-escuros.
- Intervalo de 285, a 453, 0 m siltitos e folhelhos da formação Longá

Obs: - Amostras de calhas descritas por geólogo da Proágua – Perfurações Ltda.

- Intervalo 453 – a 456 – diabásios cinza escuros.

FORMAÇÃO CABEÇAS

- Intervalo de 456,0 a 543 m – Arenitos muitos finos, sílticos, duros, micáceos, de cor creme e clara , com delgadas intercalações de siltitos piritosos, cinza-escuros .

FORMAÇÃO PIMENTEIRAS

- Intervalo 543 – 558 – Folhelhos cinza-claros com intercalações de silito esbranquiçados, micáceos, e por vezes carbonáticos
- Intervalo 558 – 567 – Folhelhos e siltitos cinza claros com leitos de diabásios interpostos.
- Intervalo 567 – 657 – Folhelhos cinza, alternados com siltitos mais claros, micáceos, por vezes laminados, piritosos e carbonáticos
- Intervalo 657 – 770 – Folhelhos cinza, alternados com siltitos mais claros, micáceos, por vezes laminados, piritosos e carbonáticos.

4. CONSIDERAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS

4.1. Generalidades

A região de Campo Maior apresenta um quadro hidrogeológico complexo, em virtude dos falhamentos e fraturas que atuaram sobre as formações sedimentares existentes, que se constituíram ainda em condutos naturais para a penetração dos magmas basálticos entre sedimentos, e formando extensas soleiras.

A sede municipal encontra-se em uma posição topográfica baixa (120 metros) e circundada a sudeste pela Serra Campo Maior (altitude 320 metros), assim como a nordeste e leste por falhas e fraturas preenchidas por diabásio, o que dificulta a definição das condições dominantes, devido, sobretudo, a falta de dados mais completos de subsuperfície.

4.2. Geologia e Água Subterrânea

Conforme exposto em itens anteriores a região de Campo Maior é constituída de rochas sedimentares da borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba e de soleiras e diques de rochas básicas (diabásios) e ácidas (microgranitos e granófiros).

Os mapas de isópacas elaborados pela PETROBRÁS sinalizam uma espessura de até 1.200 metros para o pacote sedimentar de Campo Maior, composto de arenitos, siltitos e folhelhos.

O escoamento das águas subterrâneas deve ser em direção centro da bacia, entretanto, as estruturas sob a forma de falhas e as intrusões magmáticas dificultam esta definição.

O aquífero Poti é livre, enquanto o Cabeças esta confinado sem entretanto apresentar condições de surgência.

4.2.1. Aquitardo Pimenteiras

Constituído de sedimentos predominantemente pelíticos a formação Pimenteiras apresenta siltitos argilosos e folhelhos micáceos, cinza claros, com eventuais intercalações de arenitos sílticos, feldspásticos.

O geólogo Onofre Leal em trabalhos de pesquisa hidrogeológica realizada na região de Pedro II (PI) sugere o aproveitamento desta unidade. De fato, o poço construído

pela CPRM, na sede do município de Juazeiro (PI), 70 km a ESE de Campo Maior, produziu 20 m³/h proveniente deste aquífero. Todavia, a qualidade da água não é muito boa para o consumo humano, pois apresenta resíduo seco superior a 1.000 ppm.

Estima-se que a formação Pimenteiras em Campo Maior seja de 320 m, dos quais 227 m já foram atravessados na perfuração do poço, supondo-se que esteja contribuindo para a produção de água no teste realizado.

4.2.2. Aquífero Cabeças

Durante os trabalhos de análise das amostras de calhas coletadas, constatou-se a existência de um pacote de arenito muito fino, de cor creme e esbranquiçado, micáceo, com finas intercalações de siltitos acimentados e de diabásio, no intervalo de 456 a 543, que provavelmente deve pertencer à formação Cabeças, uma vez que está sobreposto aos folhelhos da formação Pimenteiras.

O aquífero aqui está confinado, mas o caráter siltico dos seus arenitos, além de um forte grau de cimentação dos grãos, não mostrou os resultados hidrogeológicos esperados, uma vez que durante o teste realizado bombeou-se uma vazão provisória de 24.000 l/h, com nível estático de 18,0 m e dinâmico de 123,0 m, sem encontrar-se ainda estabilizado.

4.2.3. Aquífero Longá

Constituído predominantemente de sedimentos pelíticos no intervalo de 0,0 m a 120 m e de 185 m a 456 m, segundo dados da Proágua Perfurações Ltda., a formação Longá apresenta folhelhos e siltitos argilosos cinzas claros, micáceos, que as vezes quando estão fraturados pela ação das intrusões básicas, podem fornecer, na região de Campo Maior vazões superiores a 100.000 l/h.

4.2.4. Diabásios

Ocorrem preferencialmente, entre as camadas sedimentares das formações Longá e/ou Longá/Cabeças, no intervalo de 120,0 m a 285,0 m. Apesar dos fraturamentos constatados durante a perfuração, as vazões produzidas não apresentaram interesse para aproveitamento, além da água não ser de boa qualidade.

A presença dos corpos de diabásios, entretanto, dificultam a circulação e o escoamento subsuperficial, sendo ainda responsável pelo endurecimento dos sedimentos nas proximidades dos contatos com as encaixantes sedimentares.

5. – CONCLUSÕES

Os dados bibliográficos analisados, os estudos das amostras de calhas e as observações efetuadas no campo, permitem estabelecer as seguintes considerações:

- 5.1.** A cidade de Campo Maior necessita atualmente para o atendimento de sua população estimada em 32.000 habitantes, uma oferta suplementar da ordem de 60.000 //h a ser obtida através da perfuração de novos poços.
- 5.2.** As condições hidrogeológicas dominantes nas imediações da cidade, mostram-se muito pouco promissoras apesar da existência em subsuperfície do mais importante aquífero da Bacia Sedimentar do Parnaíba, ou seja o Cabeças, ocorrendo em condições de confinamento. O reduzido potencial hidrogeológico resulta também da superposição de fatores litológicos e tectônicos (falhamentos e intrusões de diabásio), que influenciaram negativamente nas possibilidades de exploração das águas subterrâneas.
- 5.3.** O atendimento da demanda referida no item 5.1 mediante a perfuração de novos poços deve ser precedido de estudos mais detalhados. Com efeito, no caso do aquífero Longá o grande número de poços rasos já existentes tem-se mostrado, até agora, insuficiente para o abastecimento populacional, em vista dos intervalos portadores de água estarem ligados, provavelmente, a fraturas provocados pelas intrusões de diabásios.
- 5.4.** Com relação ao aquífero Cabeças, os resultados do poço ora perfurado mostraram a impossibilidade de captação dos volumes esperados, o que ficou evidenciado durante o teste de 1 hora e 30 minutos realizado com bomba Ebara, quando o poço encontrava-se sem qualquer revestimento, apresentando uma vazão inicial de 50 m³/h com o nível dinâmico de 123 m, decaindo continuamente, chegando a 24 m³/h. Tanto a vazão quanto o nível dinâmico continuaram rebaixando, razão por que o teste foi suspenso.
- 5.5.** Resta como alternativa realizar investigações detalhadas nas proximidades do rio Longá, cujo condicionamento hidrogeológico conquanto também pouco promissor, sinaliza condições aparentemente mais favoráveis devido a alguns aspectos geológicos evidenciados em estudos recentes (zonas intensamente fraturadas). Também pode-ser-ia aprofundar o poço até a formação Serra Grande. Neste caso deve-se levar em consideração também a grande possibilidade do aquífero apresentar uma baixa capacidade produtiva (transmissividade) devido a silicificação dos arenitos, decorrente da intrusão dos corpos de diabásios intercalados ou de sua ocorrência na proximidade.

6. RECOMENDAÇÕES

Dentro desse contexto, podem ser estabelecidas algumas recomendações, para orientação das pesquisas hidrogeológicas na área, visando verificar as possibilidades de atendimento da demanda atual e futura.

- 6.1.** Mapeamento geológico de semi-detalle (escala 1:50.000) num raio de 15-20 km ao redor da cidade de Campo Maior, visando identificar e definir sistemas de fraturas capazes de armazenar apreciáveis quantidades de água.
- 6.2.** Estudos geofísicos complementares (métodos transiente eletromagnético, eletroresistividade e magneto-telúrico) nas proximidades da cidade de Campo Maior, principalmente em torno dos rios Longá e Jenipapo, visando melhor identificar e definir as condições geológicas e estruturais, ensejando a locação dos futuros poços.
- 6.3.** Realização de um inventário sistemático dos poços e fontes existentes na região que permita analisar as condições atuais de captação, principalmente com relação a capacidade de produção dos aquíferos fissurados (Longá e diabásios). Eventualmente poderiam ser redimensionados os equipamentos de bombeamento existentes, bem como verificar as possibilidades de perfuração de novos poços rasos (até 80 metros), visando o incremento da atual oferta, nas regiões com menor densidade de pontos d'água.
- 6.4.** Realização de um projeto com objetivos semelhantes ao Borda Sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, ou seja: integrar informações geológicas, hidrogeológicas e geofísicas que possibilitem visualizar, no tempo e no espaço, o comportamento das estruturas locais e regionais como armazenadoras de água. Para o citado projeto sugere-se uma parceria entre MMA/SRH/CNPq/CPRM. Este projeto terá o objetivo de atender uma população superior a 200.000 habitantes nos municípios de Capitão de Campos, Nazaré, Campo Maior, Coivaras, Sigefredo Pacheco, São João da Serra, Castelo, Altos, Juazeiro e São Francisco, carente de água, que será denominado Projeto Borda Nordeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

7. ANEXO

PERFIL DE POÇO

FORMAÇÃO	DESENHO DO POÇO	ESPESSURA EM METROS	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
LONGÁ		120		Folhelhos e siltitos arenosos, de cor cinza.
DIABÁSIO		285		Diábasio cinza-escuro, por vezes fraturado.
LONGÁ		456		Folhelhos e siltitos de cor cinza.
CABEÇAS		543		Arenitos cremes e claros, muito finos, por vezes sílticos, micáceos, com delgadas intercalações de siltitos cinza.
PIMENTEIRAS		657		Folhelhos laminados, de cor cinza-escuro, por vezes carbonosos, micáceos, com intercalações de siltitos mais claros, por vezes levemente carbonáticos. Eventualmente encontra-se pirita.
		770		

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

Sede

SGAN - 603 - Módulo "I" - 1º andar
Cep: 70830.030 - Brasília - DF
Telefones: (061)312-5252 - (061)223-5253 (PABX)
Fax: (061) 225-3985

Escritório Rio

Av. Pasteur, 404 - Urca
Cep: 22292.040 - Rio Janeiro - RJ
Telefones: (021)295-5337 - (021)295-0032 (PABX)
Fax: (021)295-6347

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Telefone: (021)295-6196
Fax: (021)295-4643

Departamento de Recursos Minerais

Telefone: (021)295-5446

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Telefone: (021)295-8248- (021)295-5804 (PABX)
Fax: (021)295-6347

Divisão de Documentação Técnica

Telefones: (021) 295-5897 - (021)295-5997

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco
Cep:66095.110 - Belém - PA
Telefones: (091)226-0016 - (091)246-8577 (PABX)
Fax: (091)246-4020

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 - Funcionários
Cep: 30140.002 - Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)261-3037 - (031) 261-5977 (PABX)
Fax: (031)261-5585

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista
Cep: 74170.110 - Goiânia - GO
Telefones: (062)281-1342 - (062)281-1522 (PABX)
Fax: (062)281-1709

Superintendência Regional de Manaus

Av. André Araújo, 2160 - Aleixo
Cep: 69065.001 - Manaus - AM
Telefones: (092)663-5533 - (092)663-5640 (PABX)
Fax: (092)663-5531

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105
Cep: 90840.030 - Porto Alegre - RS
Telefones: (051)233-4643 - (051)233-7311(PABX)
Fax: (051) 233-7772

Superintendência Regional de Recife

Av. Beira Rio, 45 - Madalena
Cep: 50610.100 - Recife - PE
Telefone: (081) 227-6293 - (081) 227-0277 (PABX)
Fax: (081) 227-4281

Superintendência Regional de Salvador

Av. Ulisses Guimarães,2862
Centro Administrativo da Bahia
Cep: 41213.000 - Salvador - BA
Telefones: (071) 230-0025 - (071)230-9977 (PABX)
Fax: (071)371-4005

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Barata Ribeiro, 357 - Bela Vista
Cep: 01308.000- São Paulo - SP
Telefones: (011)255-8655 - (0011)255-8155 (PBX)
Fax: (11)256-6955

Residência de Fortaleza

Av. Santos Dumont, 7700 - 4º andar - Papicu
Cep: 60150.163 - Fortaleza-CE
Telefones: (085)265-1726 - (085)265-1288 (PABX)
Fax: (085)265-2212

Superintendência Regional de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques
Cep: 78904.300 - Porto Velho - RO
Telefones: (069)223-3165 - (069)223-3544 (PABX)
Fax: (069)221-5435

Residência de Teresina

Rua: Goiás, 312 - Sul
Cep: 64001-570 - Teresina - PI
Telefones: (086)222-6963 - (086)222-4153 (PABX)
Fax: (086)222-6651

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil