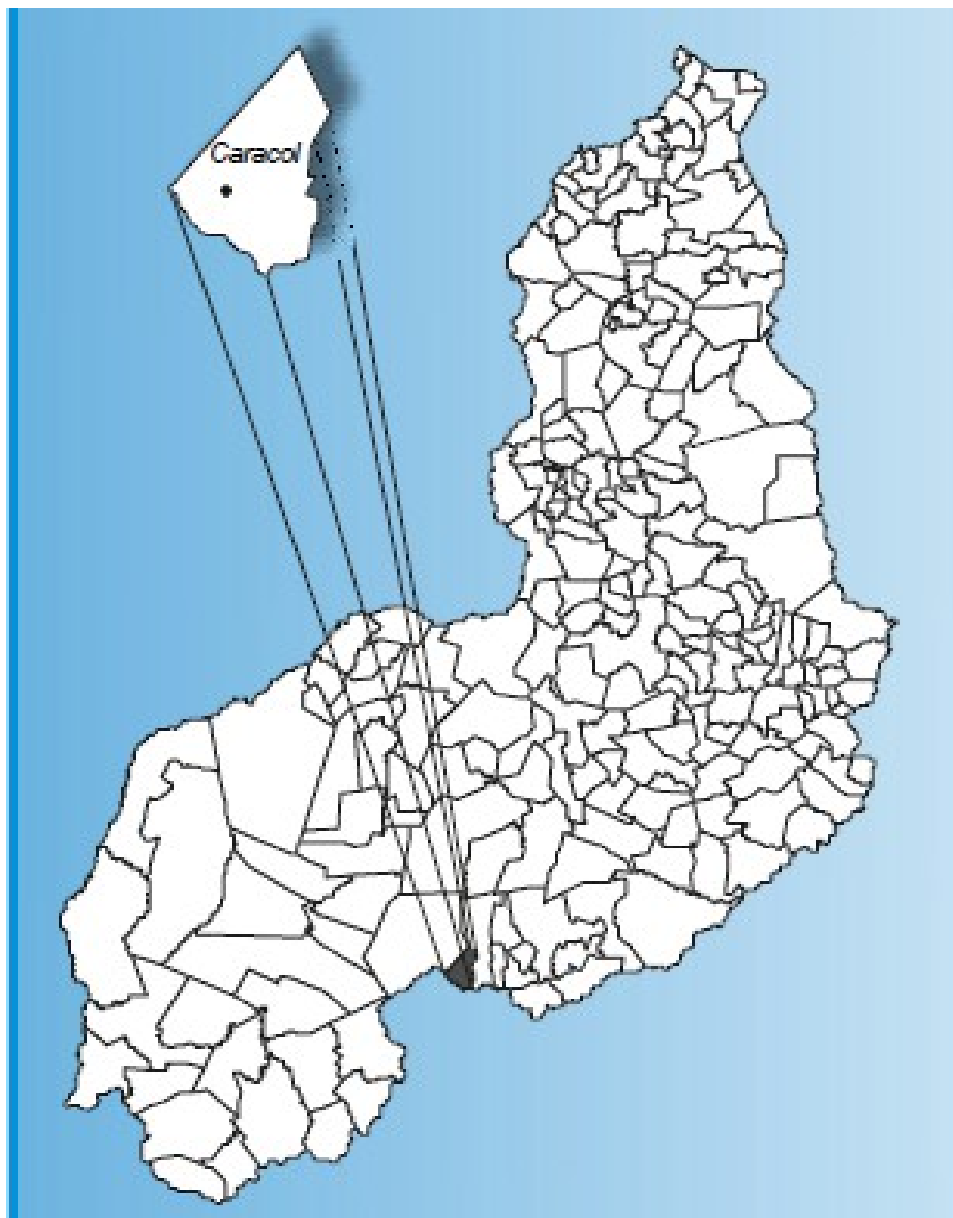


MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO
PARNAIBA – CODEVASF
7ª SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL - PI**



**PERFURAÇÃO E INSTALAÇÃO DE POÇO
TUBULAR NO MUNICÍPIO DE CARACOL-PI**

Projeto Técnico

Junho - 2016

**Leonardo Luiz Ferreira
Engenheiro Geólogo**

SUMÁRIO

1. - INTRODUÇÃO

2. - JUSTIFICATIVAS DO PROJETO

3. - ESTIMATIVA DO VOLUME DE ÁGUA REQUERIDO

4. - CONDIÇÕES GERAIS PARA A PERFURAÇÃO DO POÇO

5. - GEOLOGIA REGIONAL

6. - RECURSOS HÍDRICOS REGIONAIS

7. - ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS LOCAIS

8. - SITUAÇÃO DOS POÇOS EXISTENTES NO MUNICÍPIO

9. - CONSIDERAÇÕES SOBRE O MUNICÍPIO

9.1 Localização

9.2 Aspectos Sócio-Econômicos

9.3 Aspectos Fisiográficos

10. - MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO DA PERFURAÇÃO

10.1 Locação do Poço

10.2 Levantamento Geofísico

10.3 Especificações dos Materiais e Equipamentos

10.3.1 Revestimentos e Tubos

10.3.2 Equipamentos

10.4 Características Principais do Poço

10.4.1 Generalidades

10.5 Testes de Produção e Recuperação

10.6 Cimentação

10.7 Coleta D'Água

10.8 Acabamentos e Obras Complementares

10.9 Desinfecção

11. - CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DO BOMBEAMENTO

12. - PLANILHAS DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

13. - BIBLIOGRAFIA

14. - ANEXOS

14.1-MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO EM RELAÇÃO AO ESTADO

14.2-PERFIL LITOLÓGICO PROVÁVEL/CONSTRUTIVO DOS POÇOS

14.3-MAPA DE GEORREFERENCIAMENTO DA LOCALIDADE (POÇOS TUBULARES)

14.4-IMAGEM DE SATÉLITE DA LOCALIDADE

PROJETO TÉCNICO

MEMORIAL DESCRITIVO DAS ATIVIDADES DE TRABALHO

1. INTRODUÇÃO

A região semi-árida nordestina tem uma elevada carência de água superficial potável para o consumo humano e dessedentação animal, o que tem limitado de maneira grave o desenvolvimento sócio-econômico das populações rurais que vivem naquela região. Tal dificuldade tem contribuído de maneira decisiva para o deslocamento de grande número de pessoas da zona rural para as grandes cidades.

Uma das técnicas de captação que tem permitido amenizar o *déficit* de abastecimento das populações é a construção e instalação de poços tubulares profundos para captação de água subterrânea dos aquíferos. Essa sistemática possibilita a execução de obras de baixo custo relativo, quando comparadas a grandes reservatórios superficiais, o que evidentemente possibilita dotar essas comunidades de uma infra-estrutura hídrica de boa qualidade. Torna-se uma solução prática, econômica e definitiva que propicia abastecimento com água potável, de modo a atender as demandas por tal recurso nas localidades a serem atendidas. Tais vantagens têm induzido os gestores públicos em geral a optarem por projetos envolvendo a obtenção de água subterrânea através da construção de poços tubulares profundos.

Os habitantes das supracitadas comunidades rurais, decerto serão beneficiados, uma vez que projetos desta natureza, proporcionam considerável melhora relativa à sua qualidade de vida.

O município de **CARACOL (PI)** está localizado na região sul-sudoeste do Estado do Piauí, distando aproximadamente **608 km** da capital.

Considerando-se o abastecimento a partir da disponibilidade existente no subsolo da região, o **Projeto Técnico Básico** ora apresentado e a programação proposta referem-se à execução de obras, constando de perfuração e instalação de um poço tubular profundo na localidade **Baixão dos Gerônimos**, município de **Caracol**, tendo como objetivo dotar a mesma de um sistema simplificado de abastecimento d'água potável.

2. JUSTIFICATIVAS DO PROJETO

O programa ora proposto busca atender as necessidades prementes da população instalada naquela localidade, que devido à falta de mananciais adequados, compartilha com animais da pouca água disponível e contaminada, favorecendo o aparecimento de doenças. Portanto, é urgente que uma plena satisfação das demandas básicas de consumo de água potável e de boa qualidade para os moradores da referida comunidade seja prontamente viabilizada, através de um sistema de abastecimento.

A inexistência de mananciais de água superficial em quantidade e qualidade mínima necessária sinaliza para a captação de água subterrânea mediante perfuração de poços tubulares como alternativa para obtenção de água potável com custos financeiros economicamente viáveis.

Ademais, os estudos geológicos e hidrogeológicos já realizados na região, bem como o cadastro de poços tubulares perfurados em áreas circunvizinhas, corroboram a viabilidade técnica da construção e operação de forma racional de poços tubulares, permitindo uma adequada utilização do manancial subterrâneo, sem comprometer sua potencialidade e com segurança no que concerne às leis de proteção ambiental.

Portanto, em face dos fatores elencados, conclui-se que a única opção para se propiciar o abastecimento de água em benefício dessas comunidades é a captação subterrânea, mediante a perfuração e instalação dos poços tubulares.

3. ESTIMATIVA DO VOLUME DE ÁGUA REQUERIDA

De acordo com os padrões brasileiros, o consumo de água é de 120 litros/dia per capta, porém, considerando as necessidades básicas de uso humano e dessedentação animal na referida comunidade (cerca de 50 habitantes), este valor foi alterado para 200 litros/dia. Portanto, considerando uma vazão de exploração em torno de 2,50 m³/hora para o poço tubular em questão e, com previsão para um regime de bombeamento médio de 4,0 horas/dia, obtêm-se um total de 10,0 m³/dia, volume de água considerado satisfatório para atender à demanda do consumo previsto.

4. CONDIÇÕES GERAIS PARA A PERFURAÇÃO DO POÇO

A contratada se sujeita a executar os trabalhos de acordo com as especificações técnicas contidas neste Projeto Técnico e obedecendo as normas específicas da ABNT, notadamente a **NBR – 12.216/92** – Projeto de Poços Tubulares Profundos e a **NBR – 12.244/92** – Construção de Poços Tubulares Profundos.

A contratada se obriga a deslocar seu geólogo periodicamente até o canteiro de obras para acompanhar os trabalhos de construção do poço na qualidade de responsável técnico pela obra. Por sua vez, o contratante poderá designar um fiscal, para acompanhar os referidos serviços.

A fiscalização poderá rejeitar e solicitar a qualquer tempo a substituição de funcionário da contratada, equipamento ou materiais que não considere adequado ou não atender às especificações técnicas exigidas pelas normas vigentes ou por descumprimento das leis constitucionais.

A substituição de qualquer equipamento ou materiais por iniciativa da contratada, só poderá ser realizado com o objetivo de melhorar a qualidade técnica da obra e mediante autorização prévia da fiscalização.

Quaisquer danos que ocorram a bens móveis, imóveis ou ao meio ambiente, devido a construção do poço e aqueles resultantes da imperícia, imprudência ou negligência na execução dos serviços, serão de inteira responsabilidade da contratada, devendo, portanto, reparar e responder por tais danos. A contratante não reembolsará à contratada por esses serviços, caso os mesmos venham ocorrer.

A contratada é responsável pela remoção e destino adequado dos sedimentos resultantes da perfuração do poço tubular, materiais utilizados, descarte do fluido de perfuração e descarte da água do desenvolvimento e do teste de produção, de forma que, ao retirar o equipamento depois da construção dos mesmos, deixe as áreas limpas e reconstituídas.

A preparação dos acessos e plataforma para a instalação adequada do equipamento de sondagem, transporte de ida e volta, montagem e desmontagem do canteiro de obras, correm por conta da contratada. A disposição das ferramentas, materiais e equipamentos devem ser de forma adequada, devendo os mesmos estar arrumados e organizados.

O local do canteiro de obras deve ser isolado para não permitir o acesso de pessoas não autorizadas e adotadas medidas de segurança para evitar qualquer tipo de acidente.

São de responsabilidade da contratada a vigilância do canteiro de obras e o fornecimento de energia elétrica para o mesmo.

A Empresa contratada será considerada instalada e apta ao início dos serviços após a fiscalização constatar no canteiro de obras: a perfuratriz, equipamentos, ferramental e materiais adequados, com capacidade e em quantidade suficientes para assegurar uma perfeita execução dos serviços propostos.

5. GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia do Parnaíba engloba uma área de aproximadamente 600.000 km² limitada a maior parte pelos medianos 41° e 49° de longitude Oeste e os paralelos 3° e 10° latitude Sul, cobrindo a maior parte dos estados do Piauí e Maranhão e porções menores dos estados do Ceará, Goiás e Bahia. Geologicamente se encontra limitada a leste e ao sul pelas rochas cristalinas de embasamento; ao norte pelas fossas tectônicas de São Luiz e Barreirinhas; ao oeste as relações de contato se acham recobertas por formações mais recentes, dificultando verificar suas possíveis ligações com a Bacia Amazônica. A bacia exibe um eixo maior retilíneo de direção N-S e uma forma grosseiramente elíptica, com as altitudes mais baixas no centro, onde ocorre o rio Parnaíba. Em relação ao eixo, verifica-se uma notável bilateralidade das unidades litológicas, onde as mesmas formações afloram em ambas as bordas em faixas paralelas, situando-se as mais jovens ao longo do eixo. Trata-se de uma bacia de 3.000 metros de sedimentos, dos quais 2.500 metros paleozóicos, na maioria clásticos, constituindo-se na mais completa seqüência paleozóica do Brasil, sotoposta por camadas mais recentes meso e cenozóicas.

Segundo Mesner & Wooldridge, a história geológica da bacia está relacionada ao desenvolvimento de três grandes ciclos sedimentares, separados por duas discordâncias de erosão e caracterizados por condições climáticas e esquemas tectônicos de deposição diferentes. No ciclo inferior, o Neo-Siluriano (?) a Formação Serra Grande (clásticos continentais) foi depositada diretamente sobre as rochas do embasamento cristalino, constituído de rochas pré-cambrianas e carbo-ordovicianas. Em seguida a sedimentação passou a marinha durante todo o Devoniano, quando se depositaram as formações Pimenteiras, Cabeças e Longá.

Formação Serra Grande - O nome Serra Grande foi usado pela primeira vez por Small (1913) para designar o espesso pacote de arenito que formava as escarpas da margem oriental da bacia do Piauí – Maranhão. Constituída de arenitos e conglomerados intercalações argilosas, indícios de recristalização no sedimento.

Formação Pimenteiras - O nome Pimenteiras foi introduzido na literatura geológica por Small (1913). Constituída de siltitos e folhelhos avermelhados com intercalações alternantes de arenitos finos argilosos.

Formação Cabeças - Plummer (1946) deu o nome de Formação Cabeças à seqüência de arenitos encontrados nas proximidades do Povoado Cabeças, hoje cidade de Dom Expedito Lopes. Blukennagel (1952) conservou o nome Cabeças considerando-a de idade Devoniano. Constituída de arenitos finos, médios e grosseiros, micáceas friáveis, homogêneos.

Formação Longá - A primeira referência ao nome Longá foi feita por Albuquerque e Dequerch (1946) que fazendo uma seção no rio Longá, descreveram uma unidade que denominaram de

folhelhos do Rio Longá; estes autores consideram-na Devoniana. Constituída de folhelhos e siltitos predominantes, com intercalações arenosas na parte média.

Formação Poti – Última deposição do **ciclo inferior**, formada por clásticos deltáicos e continentais formados sob condições de clima úmido. O nome Poti foi dado por Paiva (1937). A uma seção de arenitos e siltitos com restos de plantas e leitos milimétricos de carvão, Kegel (1953), datou-a como carbonífero inferior (mississipiano). Constituída de arenitos predominantemente finos, médios, intercalações freqüentes de siltitos e folhelhos.

Formação Piauí – Primeira camada do **ciclo médio**, onde depositam-se camadas vermelhas; anidritas, dolomitas, calcários, arenitos continentais (fluviais e eólicos) e chert. O nome série Piauí foi usado pela primeira vez por Small (1913), incluindo toda a seção paleozóica da bacia do Piauí – Maranhão. Duarte, citado por Mesner e Woodridge (1946), restringiu o termo Piauí para representar o conjunto de rochas de idade Pensilvaniana.

Formação Pedra de Fogo - O nome Pedra de Fogo foi usado pela primeira vez por Plummer (1946) para designar a “formação de sílex” e camadas com fósseis de psaronius, que ocorre no vale do Riacho Pedra de Fogo; datou-a do Permiano e assim continua até os dias atuais. Constituída de siltitos predominantes com intercalações de arenitos e leitos de sílex.

Formação Motuca, Pastos Bons e Sambaíba (Permo-Triássica) - 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, do que resultaram **intrusões de diabásio e derrames basálticos**, sobre a superfície de erosão do ciclo anteriormente descrito.

Finalmente, o **ciclo superior**, ocupando a porção norte da bacia é constituída pela parte superior do Jurássico e 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).

6. RECURSOS HÍDRICOS REGIONAIS

Os recursos hídricos superficiais gerados no estado do Piauí estão representados pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba, a mais extensa dentre as 25 bacias da Vertente Nordeste, ocupando uma área de 330.285 km², o equivalente a 3,9% do território nacional, e abrange o estado do Piauí e parte do Maranhão e do Ceará.

O rio Parnaíba possui 1.400 quilômetros de extensão e a maioria dos afluentes localizados a jusante de Teresina são perenes e supridos por águas pluviais e subterrâneas. Depois do rio São Francisco, é o mais importante rio do Nordeste.

Dentre as sub-bacias, destacam-se aquelas constituídas pelos rios: Balsas, situado no Maranhão; Poti e Portinho, cujas nascentes localizam-se no Ceará; e Canindé, Piauí, Uruçuí-Preto, Gurguéia e Longá, todos no Piauí. Cabe destacar que a sub-bacia do rio Canindé, apesar de ter 26,2% da área total da bacia do Parnaíba, drena uma grande região semi-árida.

Apesar do Piauí estar inserido no “Polígono das Secas”, não possui grande quantidade de açudes. Os mais importantes são: Boa Esperança, localizado em Guadalupe e represando cinco bilhões de metros cúbicos de água do rio Parnaíba, vem prestando grandes benefícios à população através da criação de peixes e regularização da vazão do rio, o que evitará grandes cheias, além de melhorar as

possibilidades de navegação do rio Parnaíba; Caldeirão, no município de Piripiri, onde se desenvolve grandes projetos agrícolas; Cajazeiras, no município de Pio IX, é também uma garantia contra a falta de água durante as secas; Ingazeira, situado no município de Paulistana, no rio Canindé e; Barreira, situado no município de Fronteiras.

7. ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS LOCAIS

Aproximadamente 80% do território do município está ocupado por rochas do embasamento pré-cambriano e o restante por rochas sedimentares fanerozóicas.

As rochas sedimentares estão representadas por: Depósitos Colúvio-Eluviais (areias, argilas, cascalhos e lateritos); Formação Pimenteiras, constituída de arenitos finos, siltitos e folhelhos, e Grupo Serra Grande, formado por arenitos, conglomerados, folhelhos e siltitos.

O embasamento cristalino é constituída por três conjuntos de rochas pré-cambrianas: Complexo Sobradinho-Remanso, formado por gnaisses, Complexo Serra da Boa Esperança, cujas litologias são mármore, xistos e quartzitos, e uma unidade basicamente constituída de granitos.

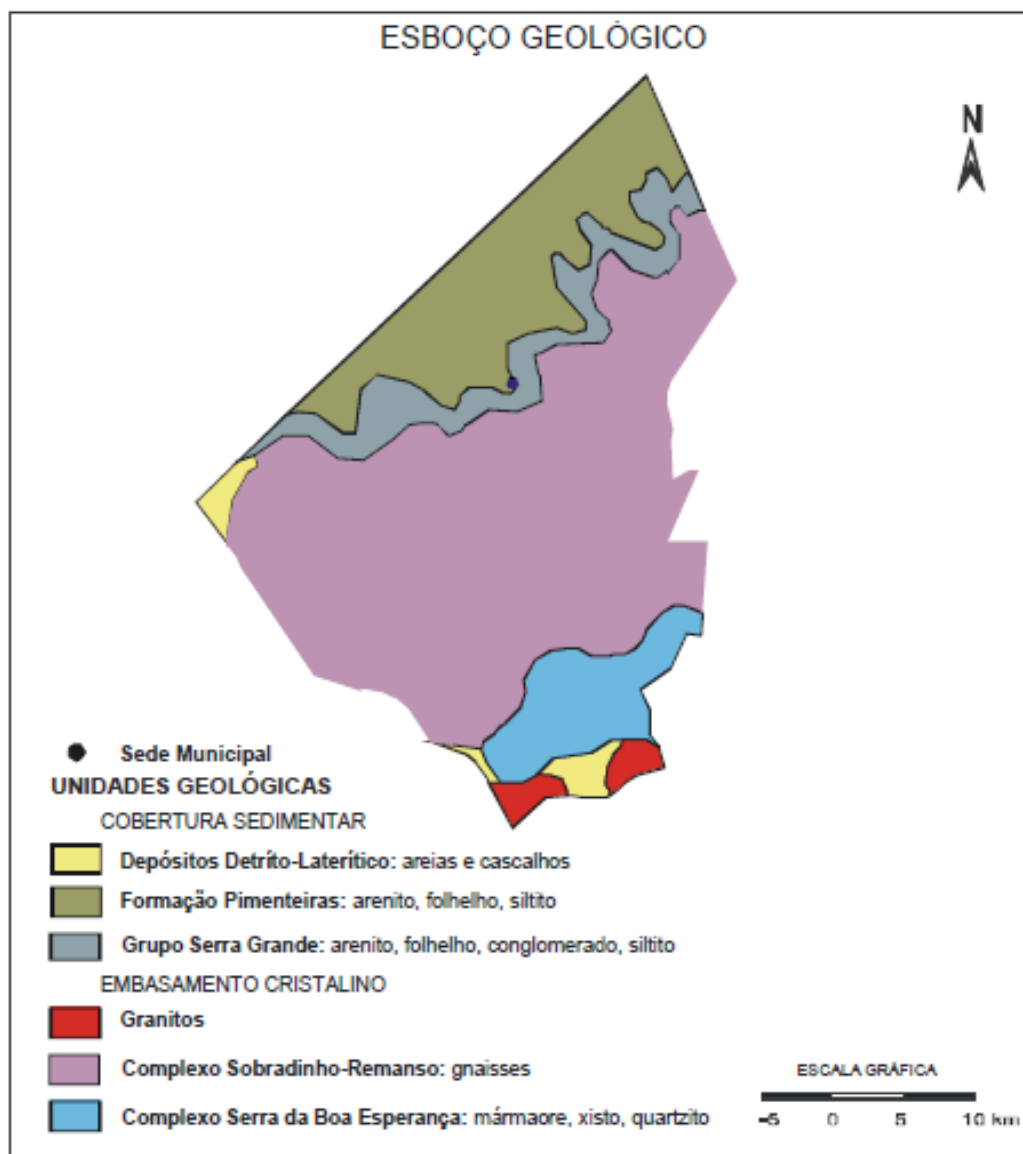
O rio Piauí, um dos afluentes do rio Canindé, nasce na Serra das Confusões, a noroeste da sede do município de Caracol.

No que se refere às águas subterrâneas, no município de Caracol distinguem-se três domínios hidrogeológicos: rochas cristalinas pré-cambrianas, rochas sedimentares paleozóicas e coberturas detríticas terciárias.

As rochas cristalinas representam o que é denominado comumente de “aquífero fissural” e representam cerca de 80% da área total do município. Compreendem uma variada gama de rochas pré-cambrianas, englobadas nos complexos Salgadinho e Serra da Boa Esperança. Como estes litotipos não são primariamente porosos, o armazenamento de água subterrânea a eles relacionado é condicionado por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz em reservatórios aleatórios, descontínuos e de modesta extensão. Nesse contexto, em geral, as vazões produzidas por poços tubulares são inexpressivas e a água, em função da ausência de circulação, dos efeitos do clima semi-árido e do tipo de rocha, é salinizada. Estas condições limitam sobremaneira o potencial hidrogeológico para as rochas cristalinas, sem, no entanto, descartar totalmente sua utilização como alternativa de abastecimento.

As unidades sedimentares pertencentes à Bacia do Parnaíba, são representadas pelas rochas do Grupo Serra Grande, pela Formação Pimenteiras e por Depósitos Colúvio-Eluviais. O Grupo Serra Grande, formado por arenitos de granulação grossa a média com intercalações de conglomerados, detém o maior potencial aquífero no município. A Formação Pimenteiras, constituída de folhelhos, siltitos e arenitos finos, apresenta incipiente permeabilidade, caracterizando-se como um aquífero confinante do aquífero Serra Grande, e de limitada aptidão hidrogeológica.

Os Depósitos Colúvio-Eluviais, formados por argilas, cascalhos e lateritas, têm um comportamento de aquífero granular, caracterizando-se por exibir porosidade primária e elevada permeabilidade, o que lhe confere condições favoráveis quanto ao armazenamento e fornecimento de água. No entanto, fatores tais como o *status* geomorfológico que condiciona sua ocorrência (topo de chapadões), sua espessura e, por fim, a razão areia/argila de suas litologias, podem desfavorecer o acúmulo de água, o que conseqüentemente, acaba por inviabilizar uma eventual atividade de exploração.



Esboço Geológico do Município de Caracol – PI

8. SITUAÇÃO DOS POÇOS EXISTENTES NO MUNICÍPIO

Levantamento realizado no município registrou a presença de 41 pontos d'água, sendo todos poços tubulares.

Quanto à propriedade dos terrenos onde se encontram, os poços foram classificados em: públicos, quando estão em terrenos de servidão pública e particulares, quando estão em propriedades privadas. Dos 41 poços cadastrados, 24 são públicos, enquanto 17 são de uso particular.

Quatro situações distintas foram ainda identificadas no supramencionado levantamento: poços em operação, paralisados, não instalados e abandonados. Os poços em operação são aqueles que funcionavam normalmente. Os paralisados estavam sem funcionar temporariamente devido a problemas relacionados com manutenção ou quebra de equipamentos. Os não instalados representam aqueles que foram perfurados, mas não foram ainda equipados com sistemas de bombeamento e distribuição. E por fim, os abandonados, que incluem poços secos e poços obstruídos, e representam os que não apresentam possibilidade de produção.

9. CONSIDERAÇÕES SOBRE O MUNICÍPIO

9.1 - LOCALIZAÇÃO

O município de **CARACOL (PI)** está localizado na micro-região de São Raimundo Nonato, compreendendo uma área irregular de 450 km², tendo como limites ao norte os municípios de Jurema e Guaribas, ao sul o Estado da Bahia, a oeste Guaribas, e a leste, Jurema.

A sede municipal tem as coordenadas geográficas de **09°16'43"** de latitude sul e **43°19'48"** de longitude oeste de Greenwich e dista cerca de **608 km** de Teresina.

9.2 - ASPECTOS SOCIO-ECONÔMICOS

Os dados socioeconômicos relativos ao município foram obtidos a partir de pesquisa nos sites do IBGE (www.ibge.gov.br) e do Governo do Estado do Piauí (www.pi.gov.br).

O município foi criado pela Art. 48 da Constituição Estadual de 22/08/1947, sendo desmembrado do município de São Raimundo Nonato. A população total, segundo o Censo 2000 do IBGE, é de 8.040 habitantes e uma densidade demográfica de 17,90 hab/km², onde 62,50% das pessoas estão na zona rural. Com relação à educação, 60,00% da população acima de 10 anos de idade é alfabetizada.

A sede do município dispõe de abastecimento de água, energia elétrica distribuída pela Companhia Energética do Piauí S/A - CEPISA, terminais telefônicos atendidos pela TELEMAR Norte Leste S/A, agência de correios e telégrafos e escola de ensino fundamental.

A agricultura no município é baseada na produção sazonal de feijão, algodão, mandioca e milho.

9.3 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

As condições climáticas do município de Caracol (com altitude da sede a 566 m acima do nível do mar), apresentam temperaturas mínimas de 18°C e máximas de 36°C, com clima semi-árido, quente e seco. A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais em torno de 600 mm e trimestres janeiro-fevereiro-março e dezembro-janeiro-fevereiro como os mais chuvosos. Apresenta elevada deficiência hídrica (IBGE, 1977).

Os solos da região, em grande parte provenientes da alteração de arenitos, siltitos, folhelhos, conglomerados, granitos, gnaisses, xistos e quartzitos, são rasos ou pouco espessos, jovens, às vezes pedregosos, ainda com influência do material subjacente. Dentre os solos regionais predominam latossolos álicos e distróficos de textura média a argilosa, exibindo variabilidade vegetal, fase caatinga hipoxerófila (grameal) e/ou caatinga/cerrado caducifólio. Secundariamente, solos podzólicos vermelho-amarelos, textura média a argilosa, fase pedregosa e não pedregosa, sustentando variações e transições vegetais (floresta sub-caducifólia/caatinga), além de areias quartzosas, que compreendem solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade, com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado subcaducifólio/ floresta sub-caducifólia (Jacomine *et al.*, 1986).

Os grandes traços do modelado nordestino atual devem-se a processos morfogenéticos sub-atuais, com ênfase nas condições áridas dominantes desde o Neógeno ao Quaternário, em toda sua evolução geomorfológica - biogeográfica. As formas de relevo, na região em apreço, compreendem, principalmente, superfícies tabulares reelaboradas (chapadas baixas), exibindo relevo plano com partes suavemente onduladas e altitudes variando de 150 a 300 metros; superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano, cujas altitudes variam entre 400 e 500 metros; grandes

mesas recortadas e superfícies onduladas com relevo movimentado; encostas e prolongamentos residuais de chapadas; desníveis e encostas mais acentuadas de vales; e finalmente, elevações (serras, morros e colinas), com altitudes entre 150 e 500 metros (Jacomine *et al.*, 1986)

10.0 – MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO DA PERFURAÇÃO

10.1-LOCAÇÃO DO POÇO

Com a finalidade de se obter resultados altamente satisfatórios na captação de água subterrânea desses poços, deve-se seguir procedimentos técnicos que otimizem estas respostas.

Desta forma, na escolha dos locais para locação devem ser buscados, na medida do possível, situações que assegurem a menor diferença entre a cota topográfica e a cota potenciométrica do aquífero, maior proximidade da rede elétrica, facilidade de acesso ao local da obra e, sobretudo, pleno atendimento à necessidade de abastecimento d'água da população local, através da exploração dos poços, gerando um custo/benefício significativo quanto ao retorno na aplicação dos recursos.

Os procedimentos de locação devem ser feitos, por técnico habilitado, com o uso de todos os recursos tecnológicos disponíveis, maximizando a escolha dos locais para as perfurações.

A última etapa deste trabalho trata da elaboração de um relatório técnico de locação, acompanhado de ART do responsável técnico, apresentando uma descrição dos procedimentos necessários e todas as informações obtidas, tais como: curvas do caminhamento elétrico das SEVs e planilhas de dados geofísicos, justificativas técnicas para o ponto escolhido contendo espessura do capeamento, profundidade das zonas fraturadas, definição de 1ª e 2ª opções para perfuração, croqui da localidade com locação dos piquetes, locações com coordenadas geográficas e cotas topográficas.

As informações acima levantadas, referentes aos aspectos geológicos e hidrogeológicos da área, somadas às informações de caráter planialtimétrico, servem como referenciais para a elaboração do projeto, visando a construção dos poços tubulares. Porém, para que sejam minimizados os riscos de insucesso na captação de água subterrânea, alguns procedimentos técnicos deverão ser executados para que o investimento a ser realizado tenha um retorno satisfatório e alcance os objetivos pretendidos, ou seja, o abastecimento das referidas comunidades. Para tanto, deverá ser executada a locação dos poços tubulares por profissional habilitado, utilizando todos os recursos técnicos necessários e efetuando os procedimentos abaixo elencados, dentre outros:

- Levantamento de dados bibliográficos referentes à geologia e hidrogeologia regional, com máximo nível de detalhe possível, incluindo a fotointerpretação de fotografias aéreas ou imagens de satélites “*overlay*”, e interpretações geológicas, hidrogeológicas e estruturais, com ênfase nas estruturas lineares, como falhas e fraturas;
- Inventário dos poços já perfurados existentes na região, localizados em croquis, com indicação de nível estático, nível dinâmico, profundidade e vazão;
- Estudos geológicos e hidrogeológicos da área do projeto incluindo reconhecimento de campo;
- Identificação, georreferenciamento e colocação de piquete no ponto onde deverá ser efetuada a perfuração dos poços tubulares;

- Verificação do local onde deverá ser perfurado o poço tubular sob o aspecto jurídico, ou seja, se é de domínio público ou privado. Caso seja privado, deverá ser lavrado no cartório competente um Termo de Servidão Pública;
- Verificação da área sob os aspectos prioritários consignados pela ANA - Agência Nacional das Águas, ou seja, se a mesma não se enquadra na categoria de áreas críticas de suprimento de água, em locais cuja disponibilidade de água é deficiente, em regiões inseridas em grandes projetos agrícolas, ou ainda, em áreas de definição de múltiplos usos;
- Finalmente, a confecção do Relatório Técnico anteriormente mencionado, onde deverá ser apresentada a justificativa técnica escrita e conclusiva dos pontos escolhidos para a perfuração do poço tubular profundo.

10.2- LEVANTAMENTO GEOFÍSICO

Como ferramenta auxiliar na maximização dos resultados das locações, deve ser feita uma abordagem geofísica, com a utilização do método de eletrorresistividade, aplicando-se as técnicas denominadas de exploração vertical (Sondagem Elétrica) e exploração horizontal (Perfil de Resistividade), muito importantes no esclarecimento de estruturas lineares, armazenadoras de água, como falhas e fraturas em terrenos de rochas cristalinas, devendo ser apresentada a fotointerpretação preliminar, em fotografia aérea ou imagem de satélite em “*overlay*”.

10.3-ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

10.3.1-REVESTIMENTOS E TUBOS

A coluna de revestimento projetada para cada poço tubular, será composta de 8 (oito) tubos de PVC nervurado, do tipo “ponta e bolsa roscável”, reforçado, DN-154mm, com 4,0 metros de comprimento cada, totalizando 32 metros. A instalação da coluna de revestimento definitivo, deverá obedecer a cuidados especiais, de modo a evitar deformações ou rupturas do material que possam comprometer a sua finalidade ou dificultar a introdução do equipamento de bombeamento, sendo certo que, na sua extremidade inferior uma sapata de apoio de igual material para acomodação da mesma na redução do furo de 10” (dez polegadas) para 06” (seis polegadas), de modo a evitar deformações e garantir a verticalidade do furo.

- Tubos PVC, diâmetro nominal de 06”, **reforçado** para aplicação até 32,00 metros de profundidade (**poço tubular**).
- Tubos edutores, diâmetro nominal de 1½”, com rosca e luva, para aplicação até 114,00 metros de profundidade (**bomba submersa**).

10.3.2-EQUIPAMENTOS

A sede do município dispõe de energia elétrica. Dessa forma, será instalada bomba submersa com 3,00 CV de potência.

10.4-CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO POÇO

A partir dos estudos já desenvolvidos na Bacia do Parnaíba, far-se-á uma seleção criteriosa do ponto de perfuração, visando a utilização do poço para abastecer o empreendimento.

10.4.1-GENERALIDADES

a) Proteção Ambiental

Todas as providências serão adotadas a fim de evitar contaminação ou danos ao meio ambiente em função de líquidos contaminados ou com características indesejáveis, tanto na superfície dos terrenos, como nas camadas subsuperficiais atravessadas na perfuração.

b) Geometria do Poço Tubular e Diâmetros de Perfuração

A perfuração do poço tubular será executada no diâmetro nominal de 10" (dez polegadas), de 0,0 a 30,0 metros, para possibilitar de modo fácil e seguro a instalação do revestimento definitivo e, no diâmetro nominal de 06" (seis polegadas), de 30,0 até a profundidade final prevista, que é de 120,0 metros, conforme Projeto Construtivo em anexo.

Logo:

- Intervalo de 00,00 a 30,00 metros – diâmetro de 10"
- Intervalo de 30,00 a 120,00 metros – diâmetro de 06"

c) Profundidade do Poço

O poço a ser perfurado na sede do município terá profundidade de 120 metros.

d) Método e Equipamento de Perfuração

Como o poço tubular a ser perfurado, situa-se em áreas constituídas de rochas sedimentares, cuja profundidade prevista é de 120,0 (cento e vinte) metros, a perfuração em toda sua extensão poderá ser executada com equipamento do tipo percussivo/pneumático ou roto-percussivo, tendo em vista que o seu custo operacional é relativamente baixo quando comparado com outros tipos de sondas.

Qualquer substituição de máquina, ferramentas e acessórios indispensáveis durante a execução do projeto construtivo do poço tubular ora projetado, deverá ocorrer por conta e risco da contratada.

e) Amostragem do Material Perfurado

Serão realizadas amostragens, coletando amostras a intervalos de 3 em 3 metros de avanço de perfuração, devendo as amostras ser secas e dispostas em ordem crescente de perfuração, devidamente etiquetadas e identificadas.

f) Diários de Perfuração

As seguintes informações deverão estar registradas diariamente na obra:

- ✓ diâmetro de perfuração
- ✓ metragem perfurada e profundidade do poço ao fim da jornada de trabalho
- ✓ litologia perfurada e avanço de penetração

g) Revestimentos

. Intervalo de 0,00 a 32,00 metros - Tubos de PVC **reforçado** de 06".

h) Desenvolvimento e Limpeza

O desenvolvimento e limpeza do poço deverão ser feitos mediante a combinação e/ou alternância de um dos métodos seguintes: remoção dos resíduos da lama de perfuração e jateamento da formação produtora sob pressão, desenvolvimento com a utilização de agentes dispersantes, bombeamento intermitente com ar comprimido.

Uma vez instalada a coluna de revestimento definitiva, o processo de desenvolvimento deverá ser efetuado durante o período que for necessário, até se constatar que nenhuma ou pouquíssima areia e/ou algum outro material sólido serão arrastados para o interior do poço.

O poço será considerado desenvolvido, quando a água estiver sem pedriscos, turbidez inferior a 1,0 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), e produção de areia inferior a 10mg/l de água bombeada.

Nenhum bombeamento efetuado durante o desenvolvimento, deverá ser considerado como teste de produção do poço.

10.5-TESTES DE PRODUÇÃO E RECUPERAÇÃO

Ensaio de bombeamento com bomba submersa são necessários para a determinação dos parâmetros hidráulicos dos aquíferos e avaliação das condições construtivas do poço.

O teste de produção só poderá ser iniciado após o completo desenvolvimento do poço e depois do efetivo estabelecimento do seu nível estático. Antes de iniciar o bombeamento, o operador deverá efetuar a medida do nível estático.

O referido teste deverá ser executado com bomba submersa dimensionada e adequadamente instalada por um período de 24 horas, devendo o contratado comunicar em tempo hábil ao contratante, que autorizará ou não a sua realização. Nenhum outro tipo de equipamento poderá ser empregado para realização deste teste.

A água bombeada deve ser lançada a uma distância conveniente, a fim de não mascarar o teste de produção.

Para efetuar as medidas da vazão nos poços, poderá utilizar recipientes de volume conhecido (comumente utiliza-se tambor de 200 litros).

Durante o teste de produção devem ser feitas as medições de nível de água, utilizando medidor de nível elétrico ou sonoro, com plaquetas numeradas metro a metro, no próprio cabo, com comprimento não inferior a 75% da profundidade do poço, que permita a realizações de leituras com precisão de centímetros. No interior do poço, juntamente à tubulação de ar e descarga, deverá ser baixado um tubo independente de diâmetro interno entre de ½” e 1”, para permitir a descida livre e desimpedida do medidor de nível de água. Os níveis da água deverão ser aferidos através de medidores eletrônicos, com precisão de centímetros.

Na ficha do teste de produção, a escala de tempo de medição será devidamente anotada, além dos níveis d'água, vazões e observações relevantes em face de eventuais ocorrências durante o mesmo, tais como: alteração de turbidez, odor, teor de areia, queda de tensão da fonte alimentadora de energia, queda brusca de rebaixamento ou vazão.

O resultado do teste de produção deverá ser feito no modelo padronizado pelo contratante, contendo: localidade, município, número e diâmetro(s) interno(s) do poço.

É indispensável que seja caracterizado o diâmetro e a profundidade da câmara de bombeamento. Quando o teste for executado com compressor, o percentual de submergência dinâmica não deverá ser inferior a 30%. A relação entre o conduto de injeção de ar e o tubo de descarga deverá obedecer à seguinte relação: como se trata de revestimento de 6”, a tubulação de descarga deverá ser de 3.1/2” e o tubo de injeção de ar de 1”.

Logo após a conclusão do teste de produção, deve-se dar início ao teste de recuperação do poço. O procedimento do teste consiste na medida da velocidade de recuperação do nível estático original do

poço, com o preenchimento da planilha fornecida pelo contratante. O teste será dado por concluído, quando o nível da água retornar à posição original ou próxima do nível estático inicial.

10.6-CIMENTAÇÃO

A cimentação deve ser feita no espaço anular entre o tubo de revestimento e a perfuração, em pelo menos os 10,0 metros iniciais a partir da superfície do solo. A critério do projetista, a cimentação também poderá ser feita em toda a seção de rocha inconsolidada, visando o isolamento do lençol freático.

O intervalo entre uma cimentação e outra, pode ser preenchido por pré-filtro, caso o poço tenha filtro; areia ou cascalho caso o poço não tenha filtro. A cimentação de pé, deve ser feita por bombeamento, utilizando-se tubulação guia para a descida da calda ou pasta de cimento e areia e a cimentação superior pode ser lançada a partir da superfície. Estes cuidados são necessários para garantir a uniformidade da cimentação.

10.7-COLETA D'ÁGUA

Antes do término do bombeamento do poço serão coletadas amostras d'água em quantidade de 2 litros, acondicionadas em recipiente de plástico, limpo e esterilizado.

Na boca do poço serão feitas medidas de PH, temperatura da água e condutividade elétrica.

Acompanhando o recipiente da amostra deverá ser afixada uma etiqueta que contenha as seguintes indicações: município, poço, data da coleta, hora da coleta.

10.8-ACABAMENTOS E OBRAS COMPLEMENTARES

Uma vez terminada a construção do poço, deverá ser construída uma laje de proteção sanitária de 1,0 m de lado, 0,25m de espessura, ressalto de 0,10m acima da superfície do terreno e declividade de 2% do centro para a borda. Essa laje deverá ser de concreto com traço 1:2:3 e feita em volta do tubo de revestimento (estando o poço nela centrado).

O terreno no local deverá ser entregue limpo e totalmente desimpedido de materiais e equipamentos.

Valas, tanques de água e lama feitos no terreno durante a obra, deverão ser aterrados.

10.9-DESINFECÇÃO

A desinfecção deverá ser feita logo após o teste de produção e antes de se lacrar o poço com tampa. A área em volta de cada poço deve ser limpa e restaurada, retirando-se todos os materiais estranhos, tais como: ferramentas, fragmentos de qualquer natureza, madeira, cordas, etc.

A desinfecção deverá ser feita com solução de cloro que permita se ter um teor residual de 5 ppm de cloro livre. Parte da solução deverá ser introduzida no poço através de tubos auxiliares, sendo o restante colocado pela boca do poço para desinfetar a tubulação acima do nível da água. A solução deve permanecer no poço por período não inferior a 2 horas.

Para solução de hipoclorito de sódio a 10%, deve ser aplicado ½ litro por m³ de água no poço, após a verificação do nível estático do poço.

O poço deverá ficar em repouso por um período de 2 horas. Qualquer objeto que for introduzido no poço, após sua desinfecção, deverá ser lavado em água clorada. A duração prevista da operação é de 06 horas.

11. CÁLCULOS E DIMENSIONAMENTO DO BOMBEAMENTO

Os equipamentos para bombeamento foram dimensionados de acordo com uma vazão em torno de 2.500 litros/hora a um nível dinâmico de 110,00 metros, necessários ao atendimento da sede do município.

Utilizando-se a fórmula $P = [Q \times H \times D / (3.6 \times 0.75 \times N) \times 1,25]$ onde P é a potência necessária para a bomba em HP, Q é a vazão requerida em m³/h, H é a altura manométrica em m, D é a densidade específica do fluido bombeado (água = 1), N é o coeficiente de rendimento motor x bomba (estimado em 70%).

Para os poços em questão, teremos:

$$P = [2,5 \times 149 \times 1 / (3,6 \times 0,75 \times 70) \times 1,25] = 2,46 \text{ CV}$$

Confrontando com as tabelas dos fabricantes chegamos à conclusão da necessidade de utilização de bomba submersível de **3,00 CV**.

12. PLANILHAS DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

12.1 - PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR NA SEDE DO MUNICÍPIO DE CARACOL (PI) :

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN	QT	P.UNIT.	P. TOTAL
01	Transporte da Perfuratriz	km	1.220	3,00	3.660,00
02	Transporte de Compressor	km	1.220	3,00	3.660,00
03	Perf. em 10 " (rochas sedimentares)	m	30	130,00	3.900,00
04	Perf. em 06 " (rochas sedimentares)	m	90	120,00	10.800,00
05	Revestimento com Tubo PVC de 06"	m	32	120,00	3.840,00
06	Cimentação	m	15	30,00	450,00
07	Sapata de Proteção	ud	01	200,00	200,00
08	Desenvolvimento com Compressor	h	04	300,00	1.200,00
09	Teste de Vazão com Compressor	h	02	300,00	600,00
10	Análise Físico-Química / Bacteriológica	ud	01	110,00	110,00
11	Desinfecção	vb	01	250,00	250,00
12	Tampo do Poço	ud	110	70,00	70,00
TOTAL					28.740,00
TOTAL GLOBAL DO PROJETO: R\$ 28.740,00 (VINTE E OITO MIL SETECENTOS E QUARENTA REAIS)					

13 – BIBLIOGRAFIA

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-12.216/92** - Projeto de Poços Tubulares Profundos e a **NBR-12.244/92** - Construção de Poços Tubulares Profundos para Captação de Água Subterrânea.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Piauí, 2005.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Mapa Geológico do Estado do Piauí, 1995.

Feitosa, Fernando A C & Manoel Filho, João: Hidrogeologia, Conceitos e Aplicações, CPRM.

Figueiredo, Antônio J. de Andrade et alii: Manual - Curso de Projeto e Construção de Poços Tubulares Profundos. FUNASA.

Inventário Hidrogeológico do Nordeste — Folha São Francisco - NE – N° 18 – SUDENE, 1968.

Manoel Filho, João: Elementos de Hidrogeologia Prática. SUDENE

Pessoa, Mário Dias & Leal, Antônio de Sousa: Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. SUDENE

Schobbenhaus, Carlos et alii: Geologia do Brasil. DNPM. Brasília, 1984.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE [Mapas Base dos municípios do Estado do Piauí]. Escalas variadas. Inédito.

Lima, E. de A. M. & Leite, J.F — 1978 – Projeto Estudo Global da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Recife: DNPM/CPRM.

Pessoa, M.D — 1979 – Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha N° 18 – São Francisco – NE. Recife. SUDENE

Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba. Convênio DNPM/CPRM. Relatório Final da Etapa I. vol. 1. Recife. 1973

Projeto Radam. Folha SB.23 - Teresina e Parte da Folha SB.24 – Jaguaribe - Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro. 1973.

PERFIL LITOLÓGICO PROVÁVEL/CONSTRUTIVO PARA POÇOS TUBULARES

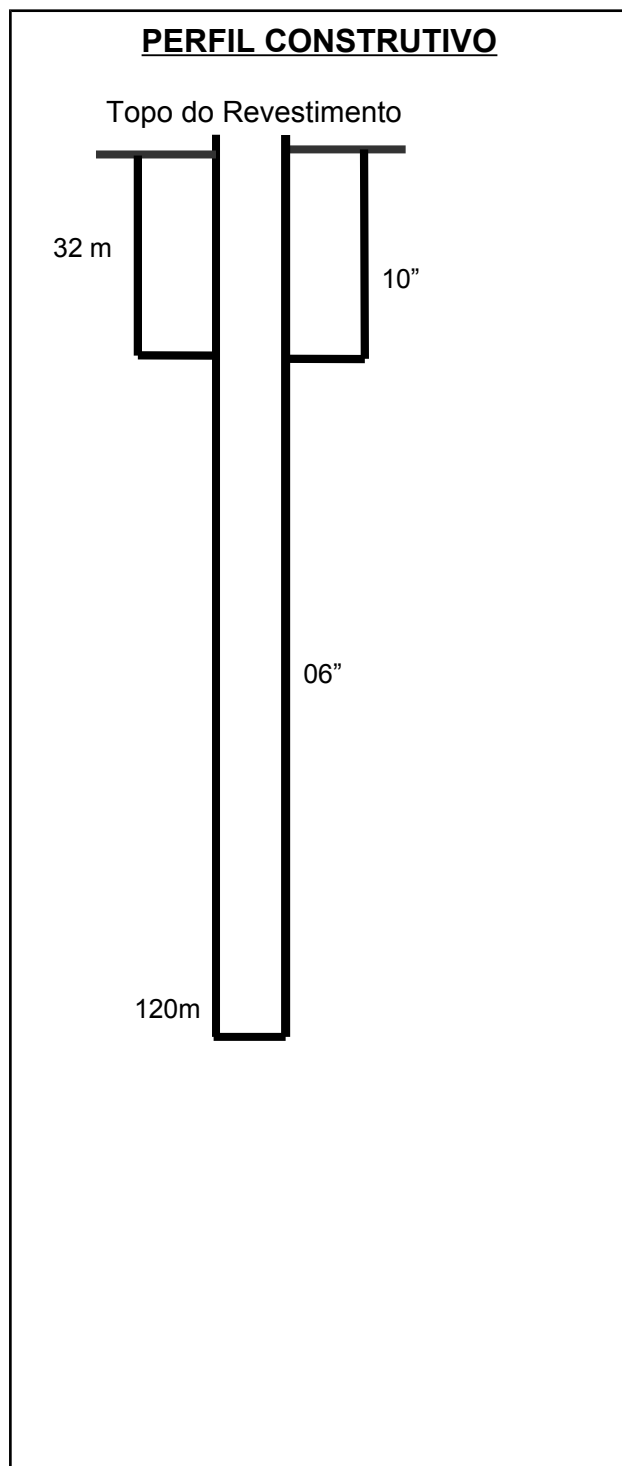
MUNICÍPIO: CARACOL (PI)

LOCALIDADE: **Baixão dos Gerônimos**

COORDENADAS UTM: **688.915 E / 8.961.359 N**

Profundidade: **120 metros – 0,00 a 30,00 metros em 10'' e de 30,00 a 120,00 metros em 06''**

Revestimento: **32,00 metros em tubo de PVC reforçado com $\phi = 06''$**



Perfil sem escala

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CARACOL (PI) EM RELAÇÃO AO ESTADO

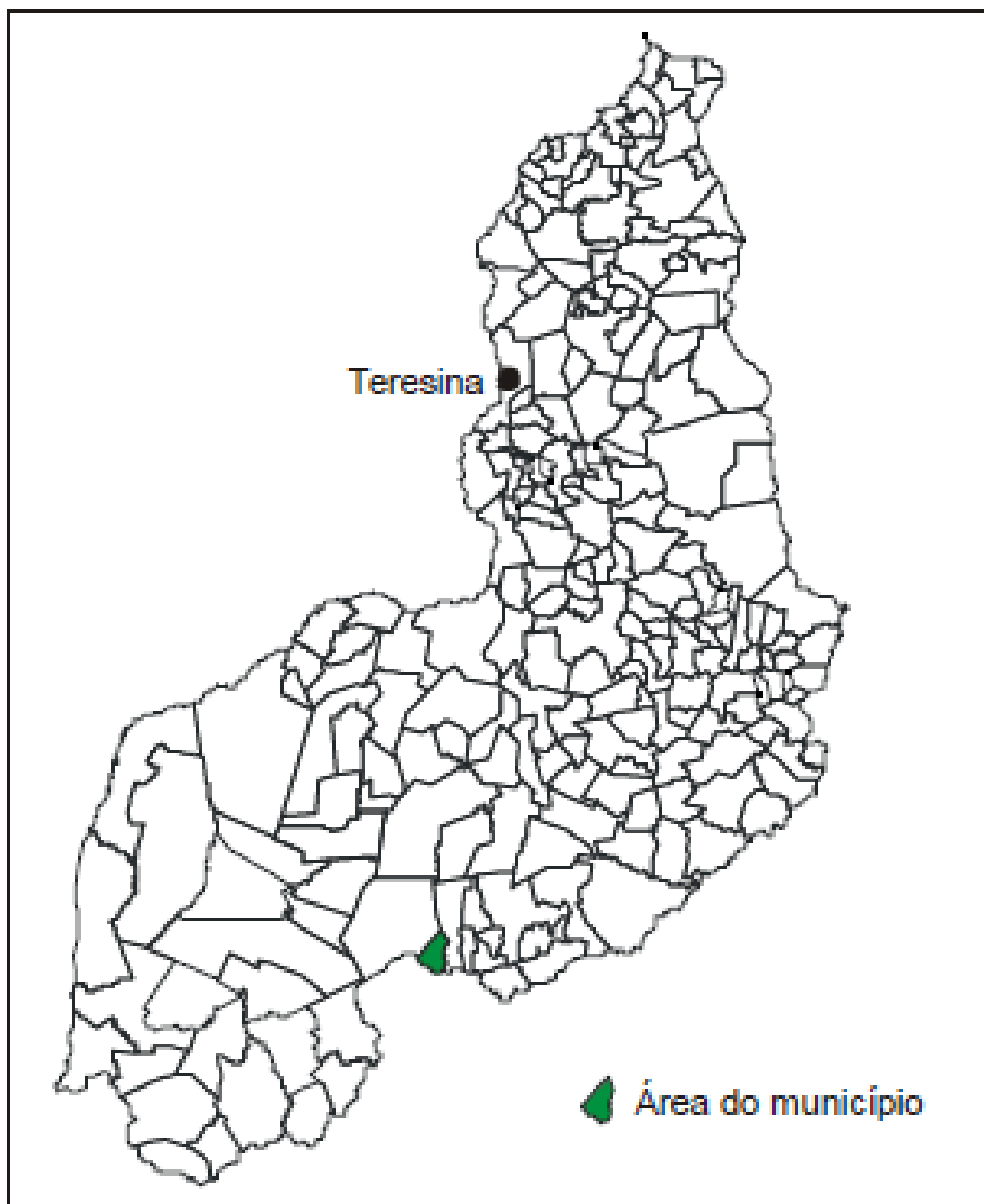
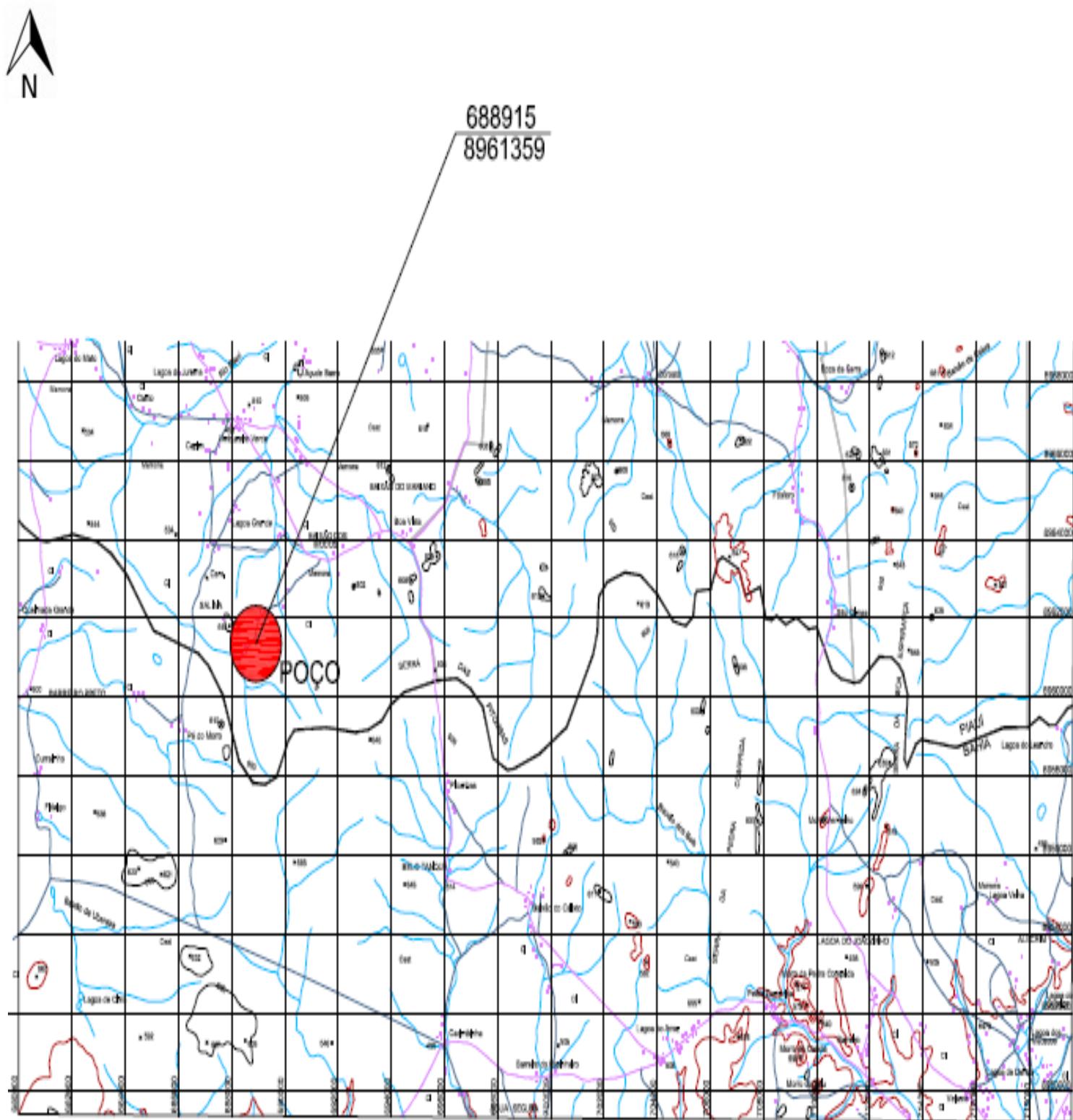


IMAGEM DE SATÉLITE DA LOCALIDADE BAIXÃO DOS GERÔNIMOS - CARACOL (PI)
COORDENADAS UTM: 688.915 E / 8.961.359 N



**MAPA DE GEORREFERENCIAMENTO DA LOCALIDADE BAIXÃO DOS GERÔNIMOS
- MUNICÍPIO DE CARACOL (PI)**



**Fonte: Governo do Estado do Piauí (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais) - Pró-Água Semi-Árido
Base Cartográfica Digital do Estado do Piauí
Carta Topográfica Peixe – Folha SC 23-X-D-I - Fevereiro/2005**

ANEXOS