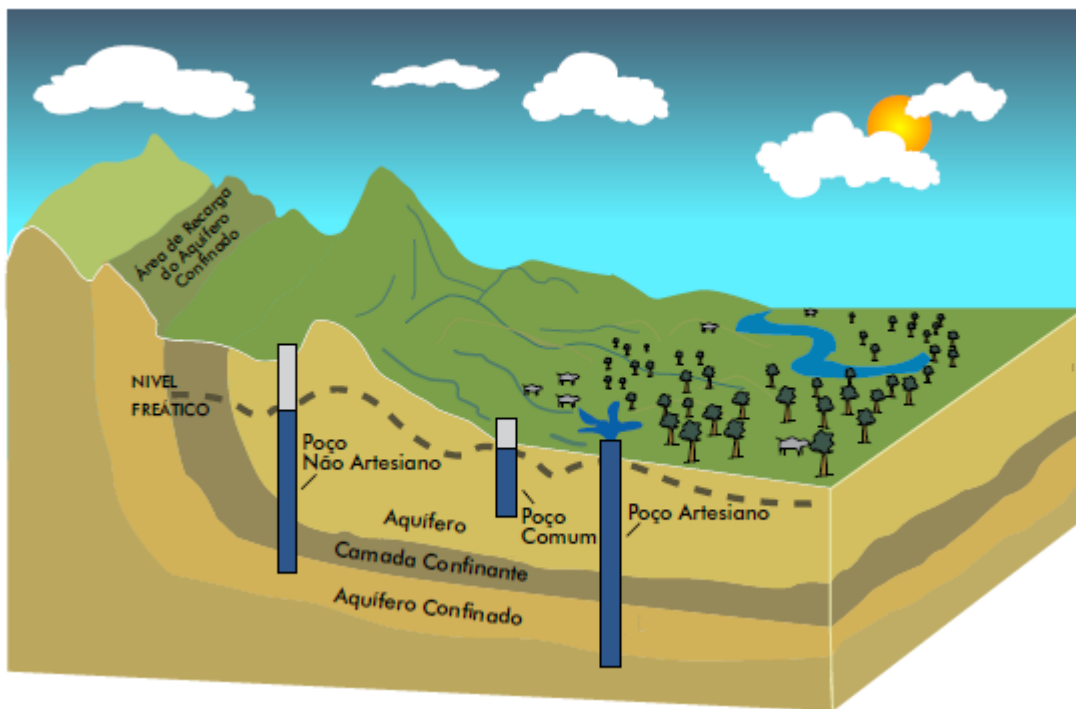


LAUDO GEOLÓGICO PARA PERFURAÇÃO E INSTALAÇÃO DE POÇO TUBULAR



CLASSIFICAÇÃO DOS AQUÍFEROS, COM RESPECTIVOS NÍVEIS DE PRESSÃO

FONTE: ÁGUAS SUBTERRÂNEAS-UM RECURSO A SER RECONHECIDO E PROTEGIDO

INTERESSADO: SECRETARIA DA IRRIGAÇÃO E INFRAESTRUTURA HÍDRICA - SEFIR

MUNICÍPIO: SÃO LOURENÇO DO PIAUÍ - PI

LOCALIDADE: GAMELEIRA

LAUDO GEOLÓGICO ELABORADO PELO GEÓLOGO

OSSIAN OTÁVIO NUNES – CONFEA/CREA-PI RN 190352065-7

AGOSTO/2025

SUMÁRIO

TÓPICO - 01

1 - APRESENTAÇÃO

2 – JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MANANCIAL SUBTERRÂNEO

3 – OBJETIVOS

4 - METAS

5 – POPULAÇÃO A SER ATENDIDA E DEMANDA DE ÁGUA

TÓPICO - 02

6 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O MUNICÍPIO

7 – FISIOGRAFIA

TÓPICO - 03

8 – GEOLOGIA REGIONAL

9 – GEOLOGIA LOCAL

TÓPICO - 04

10 – HIDROGRAFIA

11 – HIDROGEOLOGIA

12 – QUALIDADE QUÍMICA DAS ÁGUAS

TÓPICO - 05

13 – LOCAÇÃO DO POÇO TUBULAR COM ESTUDO GEOLÓGICO/HIDROGEOLÓGICO/GEOFÍSICO

14 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA A PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR

15 – DIMENSIONAMENTO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

TÓPICO - 06

16 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR E DOS MATERIAIS EMPREGADOS

TÓPICO - 07

17 – COMPLETAÇÃO DO POÇO TUBULAR

TÓPICO - 08

18 – TESTE DE PRODUÇÃO E RECUPERAÇÃO DO POÇO TUBULAR

19 – DEFINIÇÃO DA VAZÃO ÓTIMA DE EXPLOTAÇÃO DO POÇO TUBULAR

TÓPICO - 10

20 – APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO

21 – GARANTIA E QUALIDADE DOS SERVIÇOS E MATERIAIS

22 – RECEBIMENTO DOS SERVIÇOS

TÓPICO – 10

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TÓPICO – 11 - ANEXOS

TÓPICO - 01

1 - APRESENTAÇÃO

2 – JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MANANCIAL SUBTERRÂNEO

3 – OBJETIVOS

4 – METAS

5 – POPULAÇÃO A SER ATENDIDA E DEMANDA DE ÁGUA

1 - APRESENTAÇÃO

O aumento crescente do consumo da água subterrânea está relacionado ao ritmo do crescimento populacional e da melhora dos indicadores socioeconômicos da população e, a fim de atender as necessidades básicas do ser humano como: abastecimento público; indústria; e irrigação. Cabe aos órgãos a nível Federal, Estadual e Municipal, adotar gestões de controle visando eliminar o desperdício e a sua contaminação através de vetores com potencial de poluição como aterros sanitários, fossas sépticas, estábulos, cemitérios, irrigação, dentre outros, a fim de que as gerações futuras possam usufruir deste bem público de uso comum e responsável pela existência e manutenção da vida.

E, por ser uma alternativa mais econômica e de melhor qualidade, se comparada às águas superficiais, a utilização das águas subterrâneas, através de poços tubulares profundos, além de dotar as grandes cidades e os pequenos centros urbanos e rurais de uma infraestrutura hídrica de água potável para o consumo humano, representa, ainda, na grande maioria dos casos, economia de recursos financeiros, se comparados com outras fontes de captação, já que propiciam soluções definitivas com resultados imediatos, no desenvolvimento socioeconômico das populações urbanas e rurais, reduzindo as desigualdades sociais.

2 – JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MANANCIAL SUBTERRÂNEO.

A utilização da água subterrânea através da perfuração e construção de poços tubulares é, sem dúvida, produto das vantagens que ela apresenta sobre os recursos

de superfície, tanto no conhecimento de suas condições de ocorrência quanto na tecnologia de captação.

Nas localidades de pequeno a médio porte, a vantagem de utilização do manancial subterrâneo se acentua em relação ao manancial de superfície, especialmente por apresentarem condições mais vantajosas, entre as quais destacamos:

- Na maioria dos casos, a demanda de água pode ser facilmente atendida por poços tubulares;
- Os investimentos na captação de água subterrânea são bem menores se comparados àqueles da captação de águas superficiais, já que dispensam a construção de barragens e, na maior parte, de estações de tratamento;
- Os sistemas de captação através de poços tubulares têm prazos de execução expressivamente menores se comparados com os de captação superficial;
- Menor custo de manutenção e operação, considerando que a água na maioria dos casos, já sai do poço sem necessidade de nenhum tratamento especial, apenas simples cloração;
- Os sistemas de abastecimento de água com poços são de operação simples, utilizando mão-de-obra, pouco especializada, viabilizando assim, o abastecimento de água em pequenas vilas e povoados;
- O impacto ambiental gerado pela construção do poço é menor do que a ETA;
- Os mananciais subterrâneos são naturalmente mais bem protegidos dos agentes poluidores;

- Os investimentos podem ser realizados de maneira parcelada conforme o aumento da demanda de água;
- Sem exceção, todas as mesorregiões e microrregiões do estado do Piauí podem ser atendidas através do manancial subterrâneo, mesmo aquelas com presença de rochas do embasamento cristalino (ígneas e metamórficas), já que podem ser abastecidas através de adutoras com captação de poços tubulares locados na área sedimentar.

3- OBJETIVOS

3.1 - Geral

Proporcionar melhores condições de saneamento básico para os habitantes da localidade **Gameleira**, zona rural do município de São Lourenço do Piauí (PI).

3.2 - Específico

Que os requisitos de qualidade da água, em função de seus usos previstos atendam o caráter sanitário, o caráter estético e econômico;

O caráter sanitário da água, para fins potáveis (beber, cozinhar, tomar banho e escovar os dentes), exige que a mesma seja isenta de organismos prejudiciais à saúde (bactérias e vírus) e de substâncias químicas (pesticidas e metais pesados), além de baixos valores de turbidez (matéria sólida em suspensão) que, com a vigência da Portaria 1.469/00, passou a ser considerado, também, um indicador sanitário;

Reduzir índices de doenças de veiculação, hídrica: Febre Tifóide, Poliomielite (Paralisia Infantil), Esquistossomose, cólera (Contato), Hepatite Tipo A, Leptospirose, Verminoses e Cólera;

Reduzir a mortalidade infantil;

Proporcionar maior consciência da população sobre os conceitos de higiene e limpeza.

4 - METAS

Perfuração e Instalação de 01 (um) poço tubular profundo na localidade **Gameleira**, zona rural do município de São Lourenço do Piauí (PI), equipado com bomba submersa e, acessórios.

5 – POPULAÇÃO A SER ATENDIDA E DEMANDA DE ÁGUA

Na localidade citada o número de habitantes existentes atualmente foi calculado considerando a média de 4,0 pessoas por família (IBGE – Censos Demográficos de 2000 e 2010).

O número de habitantes daqui a dez anos foi calculado considerando a taxa de crescimento de 0,94% ao ano. (IBGE – Censos Demográficos de 2000 e 2010)

O consumo atual e daqui a vinte anos foram calculados considerando o consumo per capita de 120 litros/habitante/dia. (ANA, 2003).

QUADRO RESUMO DA POPULAÇÃO A SER ATENDIDA E DEMANDA DE ÁGUA								
Localidade	Nº de Famílias	Pop. Atual (Hab.)	Cons. Per capita (L/hab/dia)	Consumo Atual (L/dia)	Pop. Futura (10 anos)	Consumo Futuro (10 anos) (L/dia)	Cons. Atual (m³/ano)	Cons. Futuro (10 anos) (m³/ano)
Gameleira	12	48	120	5.760,00	53	6.360,00	2.062,08	2.321,40

TÓPICO - 02

6 – CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O MUNICÍPIO

7 – FISIOGRAFIA

6 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O MUNICÍPIO

O município de São Lourenço do Piauí (PI) está localizado na Mesorregião Sudoeste Piauiense e na Microrregião de São Raimundo Nonato, compreendendo uma área de 680,02 km², tendo como limite ao norte o município de São Raimundo Nonato; ao sul com Fartura do Piauí e Dirceu Arcoverde; a leste com Coronel José Dias e Dirceu Arcoverde; a oeste com São Raimundo Nonato. (www.ibge.gov.br).

O município foi criado pela Lei nº 4.477 de 29/04/1992, sendo desmembrado do município de São Raimundo Nonato. A população total segundo o Censo 2022 do IBGE era de **4.410 habitantes**. (www.ibge.gov.br).

A sede tem Coordenadas geográficas de 09º 10' 09" de latitude sul e 42º 32' 41" de longitude oeste de Greenwich e dista 521 km de Teresina (PI). Dispõe de energia elétrica fornecida pela EQUATORIAL S/A(CEPISA), água encanada distribuída pela PREFEITURA MUNICIPAL, telefonia móvel e fixa fornecida por diversas operadoras de telefonia, agência dos CORREIOS E TELÉGRAFOS, Escolas do ensino fundamental, Hospital. (www.ibge.gov.br).

A agricultura praticada no município é de subsistência com produção sazonal de feijão, algodão, milho e mandioca. (www.ibge.gov.br).

7 - FISIOGRAFIA

7.1 – Clima

As condições climáticas do município de São Lourenço do Piauí (PI) com altitude da sede a 337 metros acima do nível do mar apresentam temperaturas mínimas de 18°C e

máximas de 36°C, com clima semiárido, quente e seco. (CPRM/SGB, 2011; CEPRO, Atlas do Piauí, 1990).

7.2 – Precipitação Pluviométrica

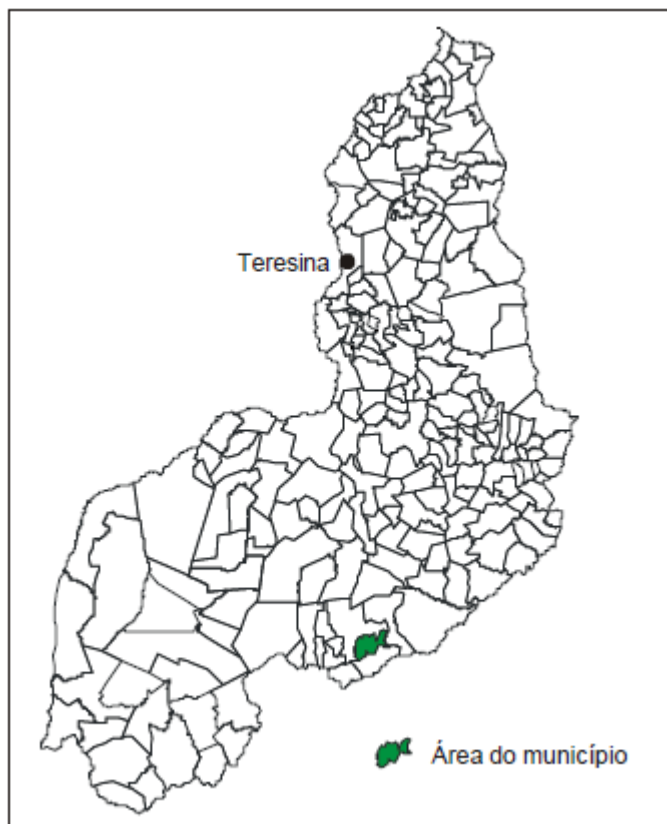
A precipitação pluviométrica média em torno de 500 mm, com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a maio, outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, correspondem ao trimestre mais úmido. (CPRM/SGB, 2011; CEPRO, Atlas do Piauí, 1990).

7.3 – Solos

No município de São Lourenço do Piauí (PI) tem-se a presença de latossolos vermelho-amarelo distróficos associados a areias quartzosas distróficas. (IBGE, CEPRO, Atlas do Piauí, 1990).

7.4 – Vegetação

No município predomina a caatinga arbórea e arbustiva. (CEPRO, Atlas do Piauí, 1990).



Figura– 01: Mapa de Localização do Município
Fonte: CPRM/SGB - 2004

7.5 – Geomorfologia

As formas de relevo consistem no Domínio das Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba, correspondendo a uma vasta superfície arrasada por processos de erosão generalizados do relevo em diferentes níveis altimétricos, normalmente em cotas baixas, entre 50 e 300 m, (IBGE, 1995). Este processo de erosão abrange um diversificado conjunto de litologias da sequência paleozoica da bacia sedimentar do Parnaíba, compreendendo os sedimentos siluro-devonianos da formação Serra Grande até os sedimentos permianos da formação Pedra de Fogo. Nessas extensas zonas,

topograficamente rebaixadas, foram instalados os principais sistemas de drenagem do estado, como os rios Parnaíba, Longá, Poti, Canindé e Piauí, dentre outros (CPRM/SGB, 2011). No município de São Lourenço do Piauí (PI) tem-se a presença da ampla superfície tabular reelaborada (chapadas baixas), relevo plano com partes suavemente onduladas e altitudes variando de 150 a 300 metros. Superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano, altitudes entre 400 a 500 metros, com grandes mesas recortadas e superfícies onduladas, com relevo movimentado, encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas mais acentuadas de vales, elevações, (serras, morros e colinas), com altitudes de 150 a 500 metros. (CPRM - Serviço Geológico do Brasil – (2004) – Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Diagnóstico do Município de São Lourenço do Piauí- PI).

TÓPICO - 03

8 – GEOLOGIA REGIONAL

9 – GEOLOGIA LOCAL

8 - GEOLOGIA REGIONAL

As maiores bacias sedimentares brasileiras são do Paleozóico (540 a 250 Ma.), destacando-se entre elas a bacia do Parnaíba, que se originou no período Ordoviciano da era Paleozóica e desenvolveu-se essencialmente sobre a crosta continental bastante tectonizada. Em relação à potencialidade de água subterrânea é a principal bacia sedimentar da região Nordeste, com área de aproximadamente 600.000 km², ocupando boa parte dos estados do Piauí e Maranhão, recobrando ainda, parcialmente, os estados do Ceará, Tocantins, Goiás e Pará. A Bacia do Parnaíba sobrepõe um embasamento cristalino caracterizado pelo encontro de três grandes crátons: Amazônico, Congo - São Francisco e África Ocidental - São Luiz. Apresenta forma elipsoidal com diâmetros de 1.000 km a NE-SW (maior) e 800 km a NW-SE (menor) e está posicionada sobre área de remobilização brasileira (JUSTO, 2006). Esta bacia sedimentar corresponde, portanto, a uma sinéclise, bacia intracratônica, ou seja, formada dentro do cráton, ou embasamento.

O empilhamento estratigráfico dessa bacia, com espessura máxima em torno de 3.000 m, depositados do Siluriano (440 Ma.) até o Cretáceo (65 Ma.), permitiu o desenvolvimento de sequências intercaladas de formações com elevadas porosidade e permeabilidade, representados por sedimentos predominantemente arenosos que formam os sistemas aquíferos porosos, com formações de menor permeabilidade, representados pelos sedimentos pelitos (argilas) que formam os aquitardos/aquicludes. Góes e Feijó (1994) sintetizaram a estratigrafia da bacia em quatro grupos: **Serra Grande, Canindé, Balsas e Mearim**. A evolução paleogeográfica foi reconstituída a

partir da subdivisão de cinco sequências deposicionais de segunda ordem. Cada sequência deposicional corresponde a um pacote de rochas com ampla distribuição, relacionadas a um ciclo tectônico limitado no topo e na base por discordâncias de caráter regional.

Segundo Góes e Feijó (1994), o período de tempo no qual a maior parte da sedimentação ocorreu nomeia uma sequência. Assim, as cinco sequências deposicionais e suas unidades litoestratigráficas correspondentes são as seguintes:

Sequência Siluriana – Grupo Serra Grande: é constituído por arenitos, folhelhos, siltitos, conglomerados e raros diamictitos. É composto pelas formações: Ipu, Tianguá e Jaicós, que corresponde à primeira incursão marinha na bacia.

Sequência Devoniana – Grupo Canindé: é constituído por folhelhos, arenitos e siltitos, distribuídos nas formações: Itaim, Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti, que corresponde à segunda incursão marinha na bacia.

Sequência Carbonífera-Permiana – Grupo Balsas: é constituído por arenitos, siltitos, folhelhos, calcários, anidritas, silexites e restos de madeira petrificada, distribuídas nas formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba, que corresponde a deposição em mares com circulação restrita.

Sequência Jurássica – Grupo Mearim: é constituído por arenitos, siltitos e folhelhos das formações: Pastos Bons e Corda, depositados em ambiente desértico, flúvio-lacustre com retalhamento eólico. Atividade vulcânica foi atribuída à formação Mosquito.

Sequência Cretácea – arenitos, argilitos, folhelhos, carbonatos e anidritas correspondentes às formações: Itapecuru, Codó e Grajaú, depositados em ambiente epicontinental com eventuais incursões marinhas restritas à base da sequência. A atividade vulcânica é atribuída à formação Sardinha. As formações, Areado (siltito e folhelhos) e Urucuia são de pouca expressão e restritas ao sul da bacia.

Segundo Góes e Feijó (1994) ainda haveria uma sexta sequência, uma sequência terciária, que corresponde às formações: Nova Iorque, composta por folhelhos e siltitos com restos de plantas e peixes; e Pirabas, constituída por margas e calcário.

No noroeste do Ceará, o lineamento transbrasiliiano recebe o nome de falha Sobral-Pedro II. Uma suposta reativação desta falha teria soerguido a parte setentrional da Bacia do Parnaíba, especialmente a borda oriental, onde se encontra e está sendo esculpido o Planalto da Ibiapaba. O soerguimento do Planalto da Ibiapaba estaria associado à tectônica do período Cretáceo e talvez ainda, no seu flanco norte, a flexura marginal que sofreu o continente a partir do Terciário.

As seções geológicas permitem constatar dois sistemas genéticos de aquíferos de características distintas: o sistema fissural e o sistema intergranular. O “aquífero fissural” envolve todas as rochas do embasamento cristalino do Cambriano que compõe a faixa norte – nordeste e sudeste da bacia, e mais as vulcânicas basálticas do Terciário. O sistema intergranular, ou, os aquíferos porosos, reúnem os sedimentos consolidados e inconsolidados, onde a porosidade e a permeabilidade definem o caminho da percolação das águas subterrâneas.

As unidades geológicas, que formam os aquíferos sedimentares da bacia são as formações: Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longá, Poti, Piauí, Pedra de Fogo, Mutuca, Sambaíba, Pastos Bons, Cordas, Areado, Urucuia, Santana, Exu, Itapecuru, Grupo Barreiras e sedimentos recentes (aluviões, coluviões e dunas), sendo que os sistemas aquíferos regionais mais importantes dessa bacia são: Cabeças, Serra Grande, Poti-Piauí e Itapecuru.

9 – GEOLOGIA LOCAL

A geologia do município de São Lourenço do Piauí (PI) está representada pelas seguintes unidades litoestratigráficas:

9.1 – Embasamento Rochas do Cristalino (Pré-Cambriano)

9.1.1 - Complexo Remanso – Sobradinho: gnaiss

9.1.2 - Granitos

9.2 – Coberturas Cenozóicas.

9.2.1 – Depósitos Detrito - Lateríticos

Os depósitos Detrito-Lateríticos, apresentam-se litologicamente, semiconsolidados ou incoerentes, mal classificados, de matriz areno-argilosa, com seixos de quartzo, caulim e limonita dispersas. A coloração é avermelhada, em decorrência da infiltração de óxido de ferro. No contato com as rochas sotopostas, o material é mais grosseiro, às vezes conglomerático, com maior concentração de seixos de quartzo. As coberturas têm espessuras variadas, podendo atingir até 30 metros e, morfologicamente, apresentam-se como capeamento de platôs, encontradas nos mais diferentes níveis topográficos.

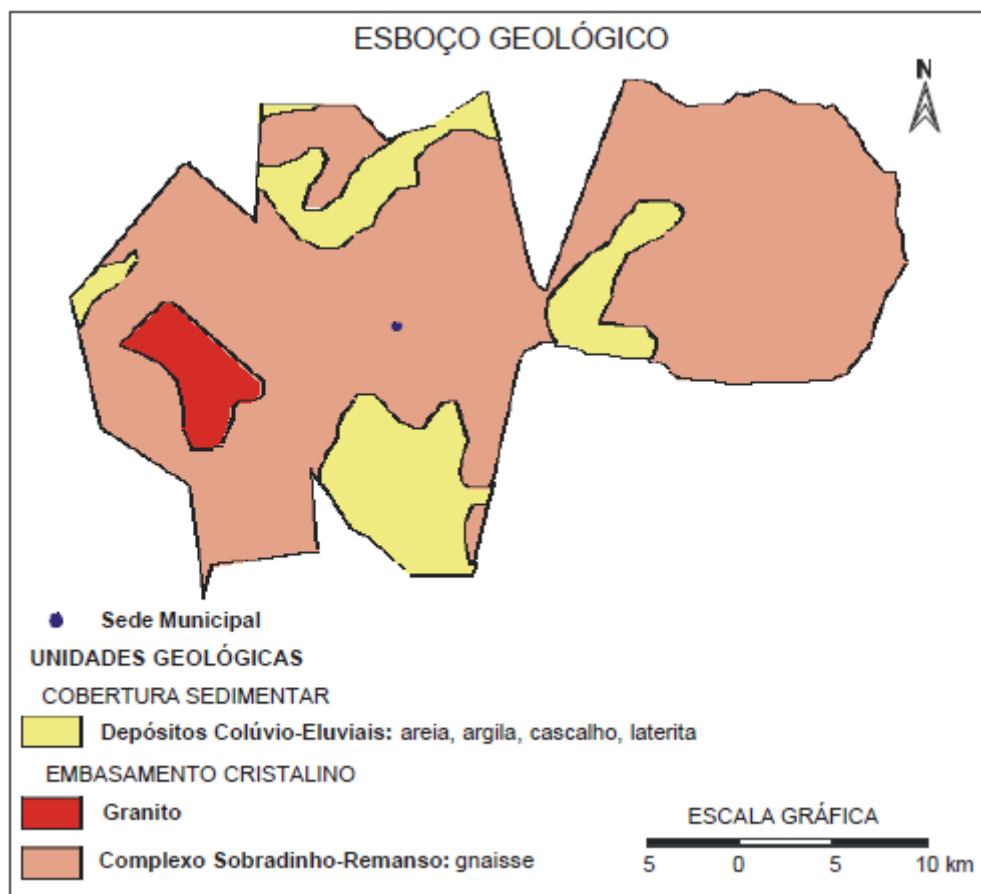


Figura – 02: Esboço Geológico do Município

TÓPICO - 04

10 - HIDROGRAFIA

11 – HIDROGEOLOGIA

12 – QUALIDADE QUÍMICA DAS ÁGUAS

10 – HIDROGRAFIA

O município de São Lourenço do Piauí (PI) encontra-se inserido na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, considerada a segunda mais importante da região Nordeste do Brasil, e na sub-bacia dos rios Canindé/Piauí. A bacia hidrográfica do rio Parnaíba é ocupada pelos estados do Piauí, Maranhão, Ceará, entre as coordenadas de 02°21' S e 11°06' S de latitude e 42°21' W e 39°44' W de longitude, com uma área de 331.441 km², sendo 249.497 km² no Piauí, 65.492 km² no Maranhão, 13.690 km² no Ceará e 2.762 km² de área em litígio entre Piauí e Ceará. (ANA, 2011).

O rio Parnaíba tem a extensão de aproximadamente 1.400 km e é perene na maioria de seus trechos. Seus principais afluentes são alimentados por águas superficiais e subterrâneas, destacando-se os rios Balsas, Guruguia, Piauí, Canindé, Poti e Longá.

10.1 – Sub-bacia dos rios Canindé/Piauí

A sub-bacia dos rios Canindé/Piauí, está localizada na mesorregião Sudeste Piauiense e na microrregião do Alto Médio Canindé. É a maior sub-bacia do rio Parnaíba, com uma área de aproximadamente 75.0000 km², que equivale a 29,7% da bacia do Parnaíba.

O rio Canindé nasce no município de Acuña, na serra Dois Irmãos, na altitude de 600 metros. Entre os seus principais afluentes destacam-se os rios Itaim, Salinas, Marçal, além dos riachos Boqueirão e da Fortaleza.

O rio Piauí, tem como seus formadores o ribeirão oriundo da serra das Confusões e o sangradouro da lagoa localizada na serra do Caracol, com altitudes respectivamente de 600 metros.

O rio Itaim, principal afluente do rio Canindé, nasce a 700 metros de altitude no município de Curral Novo do Piauí. Tem como principais afluentes: os rios São Lourenço, Mulungu, Fundo, Fidalgo e Mucaitá.

De uma maneira geral, os rios e riachos da sub-bacia Canindé/Piauí, são intermitente, visto que os cursos d'águas mais importantes, além de nascerem no domínio das rochas do embasamento cristalino, com fraca condição de acumulação de água, está localizada no domínio semiárido, onde as precipitações são baixíssimas e irregulares, normalmente com períodos de estiagens bastante prolongados. Ao percorrerem a área sedimentar da bacia do Parnaíba, esses rios e riachos passam a serem perenes, pois passam a receber contribuição da água subterrânea dos aquíferos porosos Serra Grande e Cabeças.

O município de São Lourenço do Piauí (PI) é drenado pelos riachos São Lourenço, do Pedregulho, Seco, Cavaleiro e Canário.

11 – HIDROGEOLOGIA

11.1 – Recursos Hídricos Subterrâneos

11.1.1 – Unidades Hidrolíticas

Com uma área de aproximadamente 251.612 Km², o estado do Piauí tem sua hidrolitologia representada por aproximadamente 84,30% (212.109 Km²) de unidades

Granulares; 15,6% (39.302 Km²) de unidades Fraturadas; e 0,1% (201 km²) de unidades hidrogeológicas Cársticas. (CPRM- Serviço Geológico do Brasil).

A Unidade Hidrolitológica (HL) ou Domínio Hidrogeológico (DH), segundo a CPRM, representa a maior classe taxonômica na hidrogeologia e pode ser definida como agrupamento de unidades geológicas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante. Considerando, principalmente, a litologia, resultando nas unidades hidrolitológicas: Granular (Gr), Fraturada (Fr) e Cárstica (K)

Granular – A água está contida entre os grãos que compõem a rocha (porosidade primária). É representada pelas rochas sedimentares psamíticas (arenitos, conglomerados) e pelos sedimentos pelíticos (siltitos, argilitos, folhelhos), além dos sedimentos inconsolidados (areias, argilas, cascalhos).

Fraturado ou Fissural – A água está associada à presença de descontinuidade na rocha, responsáveis por uma porosidade secundária associada a falhas, fraturas e diáclases. É representado pelas rochas ígneas e metamórficas e constitui os terrenos denominados genericamente de cristalinos;

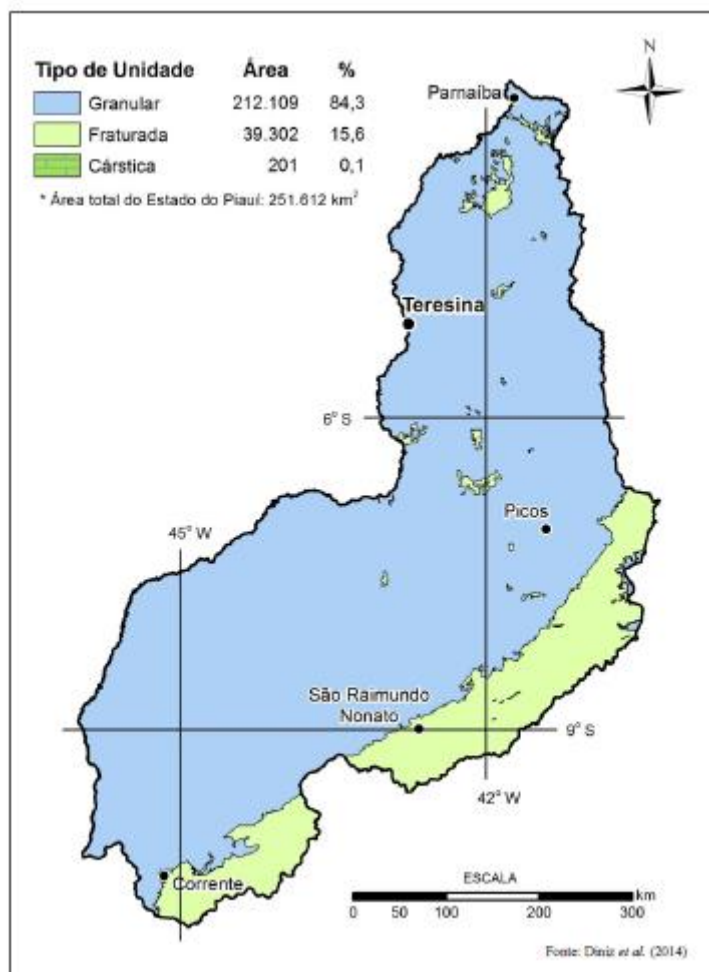


Figura – 03: Unidades Hidrolitológicas do Estado do Piauí

Fonte: SGB/CPRM

Fraturado – Cárstico – A água está relacionada à presença de descontinuidades na rocha, como falhas, fraturas e diáclases, associadas às feições de dissolução. Correspondem à região de ocorrências de rochas sedimentares e/ou metassedimentares associadas às rochas carbonáticas (calcárias);

No município de São Lourenço do Piauí (PI) distinguem-se dois domínios hidrogeológicos: o do Aquífero Fissural (Fraturado), representados pelas rochas do

embasamento cristalino (ígneas e metamórficas); e o aquífero poroso (intergranular) representados pelas coberturas Detríticas-Lateríticas.

11.2 – Aquíferos

Aquíferos, ou reservatórios naturais de água subterrânea, são caracterizados por camadas ou formações geológicas suficientemente permeáveis que tem capacidade de armazenar e liberar água em quantidades que possam ser utilizadas para abastecimento público, irrigação e indústria.

11.2.1 – Aquífero Fissural

A água se acumula em fraturas ou fissuras das rochas. É representado pelas rochas do embasamento cristalino (ígneas e metamórficas) que, por não possuírem porosidade primária, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária, representada por fraturas e fendas, originando reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Neste contexto geológico, as vazões dos poços tubulares são normalmente pequenas e a água, em função dos efeitos do clima semiárido, do tipo de rocha e da falta de circulação é em sua grande maioria, são salobras e/ou salgadas. Essas condições adversas, para as rochas do embasamento cristalino, definem para o aquífero fissural, um potencial hidrogeológico baixo, mas, ainda assim, não diminui sua importância como alternativa de abastecimento d'água nas pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos mais prolongados de estiagem.

11.2.2 – Aquífero Poroso

11.2.2.2 – Coberturas Detríticas-Lateríticas

As Coberturas Detríticas - Lateríticas podem armazenar água subterrânea no período chuvoso, dependendo de suas espessuras e, eventualmente, podem ser aproveitadas para captação em condições pontuais. Elas têm uma maior importância na alimentação das formações subjacentes e são exploradas através de poços de grande diâmetro, do tipo amazonas.

12 – QUALIDADE QUÍMICA DAS ÁGUAS

Em referência à qualidade química das águas, levantamentos realizados pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil – (2004) – no Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Diagnóstico do Município de São Lourenço do Piauí (PI), dos 20 poços amostrados e analisados, **02** apresentaram água doce, ou seja, os sólidos totais dissolvidos nestas águas estão abaixo de **500 mg/L**; **05** apresentaram água salobra, com os sólidos totais dissolvidos nestas águas entre **501 mg/L e 1.500 mg/L**; e **13** apresentaram água salgada, com os sólidos totais dissolvidos nestas águas estão acima dos **1.500 mg/L**

TÓPICO - 05

13 – LOCAÇÃO DO POÇO TUBULAR

14 – LOCALIDADE E PROJETO CONSTRUTIVO DO POÇO TUBULAR

15 – DIMENSIONAMENTO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

13 – LOCAÇÃO DO POÇO COM ESTUDO GEOLÓGICO/HIDROGEOLÓGICO/GEOFÍSICO

Os métodos mais utilizados na prospecção de água subterrânea são: o método elétrico, por meio da eletroresistividade – sendo que as técnicas mais utilizadas nas aquisições dos dados são as seguintes: sondagem elétrica vertical (SEV) e Perfil de Resistividade (PR); e o VLF, que utiliza a medida das variações de ondas eletromagnéticas medidas utilizando-se uma bobina de emissão e outra de recepção.

Por ser o método elétrico, por meio da eletroresistividade, o método mais utilizado e sedimentado na pesquisa de água subterrânea, recomenda-se que o estudo de locação dos poços tubulares seja feito através do mesmo.

Objetivando obter resultados altamente satisfatórios na captação de água subterrânea, procedimentos técnicos devem ser adotados, a fim de que os riscos de insucesso na locação de poços tubulares profundos diminuam. Dessa forma, na escolha dos locais para locação do poço tubular têm que se buscar na medida do possível, situações que assegurem a menor diferença entre a cota topográfica e a cota potenciométrica do aquífero a ser captado, devendo ser levado em consideração, ainda, à maior proximidade da rede elétrica.

A locação do poço tubular deve permitir o acesso dos equipamentos a serem utilizados na sua construção, como: sondas, compressores e ferramental do porte das sondas percussoras tipo P-350, GP-300 ou roto-pneumática R-1H ou semelhante.

Os trabalhos devem ser iniciados com levantamento de pesquisa bibliográfica, seguido de fotointerpretação, objetivando definir os pontos mais favoráveis à pesquisa geofísica.

Abordagem sobre a geologia regional, com ênfase aos aspectos estratigráficos, litológicos, estruturais, relevo e vegetação.

Caracterização da geologia local destacando: as litologias e sistemas de fraturamento das rochas, relação de contato das formações geológicas e o potencial hidrogeológico do aquífero a ser captado.

Levantamento dos poços tubulares existentes na região, se possível, em tabela mostrando profundidade, nível estático, nível dinâmico, vazão, empresa construtora e data de construção, com **Coordenadas Geográficas e Fotos**.

Avaliação do risco do empreendimento e apresentação do perfil litológico esperado na perfuração.

Justificativa técnica conclusiva do ponto escolhido para a perfuração do poço tubular, informando: espessura do capeamento do solo, quando for área de exposição de rochas do embasamento cristalino; profundidade e espessura dos aquíferos porosos, quando o estudo for, em área sedimentar; apresentar profundidade das fraturas no caso de meio cristalino;

Apresentar descrição do ponto locado em relação a elementos reconhecidos como distância de uma casa ou outra referência que permita a identificação exata do local, sendo recomendado que o ponto escolhido seja, **Fotografado** e mostrado a um habitante da localidade.

A SEV deve ser executada com arranjo Schumberger dos eletrodos, com abertura de AB máximo de 800 metros e atingir uma profundidade máxima teórica de investigação em torno de 150 metros, considerando que o estudo será executado em área de exposição de rochas cristalinas, onde as fraturas abertas se concentram no intervalo de 40 a 80 metros, além de informações consideradas hidricamente relevantes em subsuperfície;

As SEVs deverão ser realizadas nos pontos mais favoráveis indicados no caminhamento elétrico.

A quantidade de SEVs elétricas verticais a serem realizadas deverá ser tal que permita a locação de dois poços tubulares na localidade estudada;

Para o caminhamento elétrico (CE), deve ser utilizado o arranjo Dipolo-Dipolo, com espaçamento de 20 m, com níveis de investigação que se fizerem necessários;

Apresentar memorial demonstrando o atendimento da profundidade de investigação.

Os estudos geofísicos deverão ser apresentados interpretados com programas específicos de modelagem das curvas e interpretação do Técnico Responsável pelo estudo.

Informações adicionais como: nome, endereço e telefone das pessoas que acompanharam os trabalhos de locação e daquela escolhida para indicar o local exato onde deve ser perfurado e construído o poço tubular.

Os trabalhos serão acompanhados por servidor desta secretaria, ou por pessoa por ela indicada, a fim de que as especificações acima detalhadas venham a ser cumpridas.

14 – LOCALIDADE E PROJETO CONSTRUTIVO DO POÇO TUBULAR

O poço tubular a ser construído na localidade **Gameleira**, zona rural do município de São Lourenço do Piauí (PI), foi projetado com a profundidade, diâmetros de perfuração e quantidade de revestimento, a saber:

Localidade	Coordenadas Geográficas		Cota do Poço	Cota do Reservatório	Fonte de Energia
Gameleira	(S) 09° 15' 57,10"	(W) 42° 39' 50.84"	377,00 m	385,00 m	Monofásica

14.1 – Localidade: Gameleira

Profundidade: 100,00 m

Diâmetros de Perfuração:

00,00 m a 19,00 m em 8.1/2"

19,00 m a 100,00 m em 06"

Revestimento:

Intervalo de + 1,00 a 19,00 m – Tubo de PVC Geomecânico Standard DN – 154-S – 20,00 m

14.1.2 – Parâmetros Hidráulicos Prováveis:

▪ **Nível Estático:** 39,00 m

▪ **Nível Dinâmico:** 64, 00 m

▪ **Vazão da Fonte:** 4,0 m³/h

OBS: A profundidade do poço tubular a ser construído, poderá variar de 25% para mais ou para menos dependendo das condições de geologia local.

15 – DIMENSIONAMENTO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

15.1 - LOCALIDADE: Gameleira

O sistema de bombeamento será através de bomba submersa, **Monofásica**, conforme cálculo específico.

O equipamento para bombeamento foi dimensionado para uma vazão estimada em torno de 4,0 m³/h, a um nível dinâmico de 64,00 metros e altura manométrica total de **91,00 mca**. Utilizando-se a fórmula $P = [Q \times H \times D / (270 \times N) \times 1,25]$ onde P é a potência necessária para a bomba em HP, Q é a vazão requerida em m³/h, H é a altura manométrica total, D é a densidade específica do fluido bombeado (água = 1), N é o coeficiente de rendimento motor x bomba (estimado em 75%).

Para o poço em questão, teremos:

$$P = [(4,0 \times 91,00 \times 1) / (270 \times 0,75)] \times 1,25\%$$

$$P = 2,2469 \text{ CV}$$

Confrontando com a tabela dos fabricantes para a altura manométrica e a vazão requerida, temos:

P = 2,0 CV – 12 Estágios – Modelo 4 R 5 PA – 12 350

OBS: As potências das bombas submersas e as quantidades de tubos edutores e cabos submersos, podem sofrer alterações, em função do resultado do **teste de produção e recuperação** do poço tubular com duração de 24 horas, que pode indicar valores diferentes para os parâmetros hidráulicos considerados em projeto

TÓPICO - 06

16 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR E DOS MATERIAIS EMPREGADOS

16-ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA A PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR E DOS MATERIAIS EMPREGADOS

16.1 - Generalidades

- O projeto objetiva definir e especificar os detalhes técnicos para os serviços de perfuração e construção de poços tubulares profundos destinados à captação de água subterrânea para abastecimento público.
- A contratada se obriga a designar um Geólogo ou um Eng.º de Minas para acompanhar os trabalhos de construção do poço tubular na qualidade de responsável técnico pela obra.
- A fiscalização poderá rejeitar e solicitar a qualquer tempo à substituição de funcionário da contratada, equipamento ou materiais que não considere adequado ou não atender as especificações.
- A substituição de equipamento ou materiais por iniciativa da contratada, só poderá ser efetuada visando melhorar a qualidade técnica da obra e mediante autorização da Fiscalização.

16.2 – Perfuração

Consiste em perfurar as formações geológicas através de máquinas apropriadas (Rotativa, a Percussão e Roto-Pneumática).

a) A contratada deverá dispor na obra de máquina perfuratriz do tipo Rotativa, Percussiva ou Roto-Pneumática, equipamentos, ferramentas e materiais em quantidade e capacidade suficientes para assegurar a execução dos trabalhos.

- b) Qualquer substituição de máquina, ferramenta e acessórios, indispensáveis durante a perfuração para execução do projeto construtivo do poço tubular, deverá ocorrer por conta e risco da contratada.
- c) A perfuração deverá ser executada integralmente para os diâmetros e profundidades estabelecidas no projeto do poço tubular.
- d) Qualquer alteração nos diâmetros estabelecidos e/ou nas correspondentes profundidades, somente poderá ser efetivada, mediante autorização da fiscalização.
- e) A amostragem do material perfurado deverá ser feita de 2,0 a 2,0 metros.
- f) As amostras coletadas deverão ser secas e dispostas em ordem crescentes de perfuração, em caixas numeradas com os respectivos intervalos de profundidade.
- g) Uma vez examinadas pela fiscalização, as amostras deverão ser acondicionadas em sacos plásticos e etiquetadas com as seguintes informações: intervalo de profundidade e identificação do poço tubular, e deverá ser entregue a Prefeitura caso a fiscalização solicite.
- h) Durante os trabalhos, a contratada deverá manter na obra, registro diário de perfuração, atualizado, contendo informações sobre: diâmetro de perfuração executado; metros perfurados e profundidade total do poço perfurado no fim da jornada de trabalho; material perfurado e avanço da perfuração; profundidade do nível d'água no início e no fim da jornada de trabalho, quando perfurado pelo método percussivo.
- i) Concluída a perfuração, dever-se-á proceder, na presença da fiscalização, a medida exata da profundidade do poço tubular.

- j) Com base na descrição litológica das amostras coletadas, nas informações registradas no diário de perfuração, deverá ser elaborado o perfil composto definindo a posição dos intervalos das zonas fraturadas.
- n) A lama à base de bentonita deverá ser usada para a perfuração das camadas que estejam posicionadas acima da camada aquífera;
- o) A camada aquífera deve ser perfurada com fluidos à base de polímeros ou lama mista de bentonita e polímeros;
- p) A adição de produtos químicos para correção das características da lama só podem ser permitidas desde que sejam produtos não contaminantes do aquífero.

16.3 – Abandono do Poço Tubular

No caso em que a empresa contratada, venha a malograr, na perfuração do poço tubular, até a profundidade especificada em projeto, ou, caso que tenha que abandonar o furo, devido à perda de ferramenta ou, por outro motivo, o poço tubular abandonado deverá, às expensas, da empresa contratada, ser preenchido com argamassa de argila e cimento, podendo remover o tubo de revestimento caso queira, sem ônus para a contratante. O material permanecerá sendo de sua propriedade. Nenhum pagamento será feito pelo poço tubular perdido e pelo serviço de concretagem deste.

TÓPICO - 07

17 – COMPLETAÇÃO DO POÇO TUBULAR

17-COMPLETAÇÃO DO POÇO TUBULAR

A completação de um poço tubular, no caso de poços totalmente revestidos, diz respeito a colocar a tubulação do poço (revestimento e filtro), o cascalho (pré-filtro), e o cimento (cimentação). No caso de poços parcialmente revestidos, não se utiliza o filtro e o pré-filtro, considerando que são revestidos apenas a sua parte superior, onde a rocha encontra-se alterada (no caso de rochas cristalinas), ou sujeita a desmoronamento (no caso de rochas sedimentares).

17.1 – Revestimentos Lisos e Filtros

- a) O revestimento liso e filtro especificado para ser utilizado é o tubo em PVC aditivado Categoria Reforçado DN 150-R.
- b) A colocação da coluna de revestimento, liso e filtro 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 bombeio;
- c) As juntas e conexões dos tubos de revestimentos lisos e filtros deverá ser perfeitamente estanques;
- d) Deverá ser usada pasta de silicone nas roscas para garantir a estanqueidade da coluna de revestimento e as luvas deverão ser enroscadas até o último fio;

17.2-PRÉ-FILTRO

O pré-filtro deve ser livre de impurezas, terem grãos arredondados, ser constituído de 90 a 95% de grãos de quartzo. Na colocação do pré-filtro, algumas condições deverão ser observadas, entre as quais destacamos:

- a) O estoque do pré-filtro no canteiro de obras deve ser 20% superior à quantidade calculada;
- b) Antes da colocação do pré-filtro, a viscosidade da lama deverá ser reduzida por introdução de água limpa no fundo do poço tubular e no tanque de lama;
- c) Para evitar a formação de ponte de segregação do cascalho, a colocação do pré-filtro deverá ser por gravidade em poços tubulares até a profundidade de 100 metros e por contra-fluxo (pré-filtro injetado) para poços de profundidade maiores;
- d) Antes de se iniciar o processo de descida do material, deverá ser feita circulação com fluído de perfuração de baixa viscosidade para condicionamento do poço tubular e retirada dos materiais precipitados e em suspensão;
- e) O pré-filtro deverá ficar posicionado a, pelo menos, 10 metros acima da seção mais superior de filtro e 20 metros abaixo da boca do poço tubular;
- f) A colocação do pré-filtro deverá ser feita em uma única etapa, paulatinamente, de modo a formar um anel cilíndrico contínuo entre a parede do furo e o revestimento.

17.3-Cimentação - Selo Sanitário

Vedação do espaço anelar existente com argamassa ou **calda de cimento** (mistura fluída de cimento e água com consistência que permita a colocação através de um tubo dentro do poço) com o objetivo de realizar a união da tubulação de revestimento

com a parede do poço, evitando a percolação de águas superficiais de má qualidade para dentro do mesmo, no contato do revestimento e a parede da perfuração.

- a) Todo poço tubular deverá ter cimentação para proteção sanitária até a profundidade mínima de 10 metros no espaço anelar entre o tubo de revestimento e da perfuração a partir da superfície do solo, sendo que nos poços perfurados em rochas do embasamento cristalino, a cimentação ocorra até a redução do diâmetro da perfuração de 8" para 6".
- b) O material utilizado na cimentação, em situações normais, deve ser constituído de pasta de cimento e areia, no traço de 1:2.
- c) Nenhum serviço poderá ser efetuado no poço tubular, antes do tempo necessário para a pega da calda de cimento.

17.4 - Laje de Proteção Sanitária

Concluídos todos os serviços no poço, deverá ser construída uma laje de concreto que envolve a saliência do revestimento do poço, construída com pequeno declive do centro para as bordas.

A laje de proteção sanitária deverá envolver o tubo de revestimento, ter declividade do centro para a borda e ser construída com 1,0 m x 1,0 m e 0,15 m, a coluna de tubos lisos deve ficar saliente no mínimo 0,50 m sobre a laje.

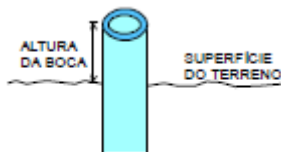


Figura – 04: Poço Tubular

Fonte: CPRM/SGB, 1998

17.5 – Ensaio de Verticalidade, Alinhamento e Boca do Poço Tubular

- a) Um poço tubular está na vertical quando o seu eixo coincidir com a linha vertical que passa pelo centro da boca do poço tubular e alinhado quando seu eixo é uma reta.
- b) Na prática o teste de verticalidade e alinhamento do poço tubular, deve ser realizado, através da descida do pescador manga cônica, ou, um gabarito de material rígido, com o mesmo diâmetro e comprimento o dobro da bomba submersa, que irá extrair a vazão máxima do poço tubular. É recomendado ainda, que o equipamento a ser utilizado, desça livremente pelo poço tubular até 12 metros abaixo da profundidade prevista para o posicionamento da bomba submersa, em regime de produção máxima do poço tubular.

17.6 – Limpeza/Desenvolvimento

È o processo de tratamento do poço, realizado por meios mecânicos, hidráulicos e químicos, com a finalidade de obter melhor eficiência hidráulica possível do mesmo. No caso de poços construídos em rochas cristalinas, atua limpando e desobstruindo as fendas e fraturas por onde circula a água, enquanto que em rochas sedimentares consolidadas ou não, atua limpando os detritos e o reboco formado durante a perfuração (com uso de lama para sustentação da parede do poço) e removendo os finos da própria formação geológica, ou seja, o desenvolvimento de um poço tubular, quando bem realizado, tem como função principal a diminuição das perdas de cargas do aquífero para o poço, aumentando assim, sua eficiência hidráulica.

- a) Instalada a coluna dos tubos lisos, dever-se-á proceder ao desenvolvimento do poço tubular, que deverá ser feito utilizando-se os métodos mecânicos e/ou com aplicação do sistema “air lift”. O referido procedimento deverá servir como indicativo de produção do poço tubular, para subsidiar o teste de produção.
- b) O desenvolvimento será considerado concluído, quando for atingida uma turbidez igual ou menor que 1,0 NTU e 10 mg de sólido para cada litro de água extraída durante a limpeza do poço tubular
- c) Nenhum bombeamento efetuado durante a limpeza/desenvolvimento deverá ser considerado como teste de produção do poço tubular, mas deve ser considerada como a vazão inicial que balizará o referido teste.
- d) Em caso de abandono da perfuração do poço tubular por problema técnico, o furo deverá ser desinfetado, lacrado e o fato comunicado ao órgão público municipal, estadual, ou regional, encarregado do controle das águas.

17.7 – Perímetro de Proteção de Poços (PPP)

São definidos para impedir que o manancial de abastecimento de água subterrânea (Poço ou Fonte) seja contaminado por atividades antrópicas, sendo limitadas aos locais mais próximos dos mananciais.

17.7.1 – Zona Operacional do Poço

Trata-se do perímetro de proteção mais interno, compreendendo uma pequena área ao redor da obra de captação. Recomenda-se que esta área tenha um raio de proteção entre 10 a 20 metros, com a realização de construção de cerca de proteção para evitar a entrada de vândalos e de animais, construção da Laje de Proteção Sanitária, a fim de

evitar o contato de óleo e outros produtos químicos normalmente usados na manutenção da bomba e do próprio poço. Nos projetos construtivos dos poços recomenda-se a realização da cimentação do espaço anela entre a parede do poço e o revestimento, que pode variar entre 10 a 20 metros, que tem como objetivo dar sustentação ao revestimento e evitar a infiltração de contaminantes, resultante da percolação das águas, superficiais para dentro do poço, evitando assim, a sua contaminação.

Recomenda-se, ainda, durante as locações dos poços, a realização de uma inspeção detalhada das condições sanitárias, em um raio em torno de 200 metros ao redor do poço, posicionando os dispositivos de captação em cota superior à da localização de possíveis fontes de poluição, garantindo também afastamentos horizontais mínimos em relação a essas mesmas possíveis fontes de poluição, entre as quais destacamos: fossas secas, depósitos de lixos, estábulos, currais, tanque de combustíveis e áreas de irrigação, dentre outras.



Figura - 05: Poço Tubular com Perímetro de Proteção de Poços (Cerca de Proteção e Laje de Proteção Sanitária).

Fonte: XXX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

TÓPICO - 08

18 – TESTE DE PRODUÇÃO E RECUPERAÇÃO DO POÇO TUBULAR

19 – DEFINIÇÃO DA VAZÃO ÓTIMA DE EXPLOTAÇÃO DO POÇO TUBULAR

18-TESTE DE PRODUÇÃO E RECUPERAÇÃO DO POÇO TUBULAR

Na elaboração dos projetos que captam águas subterrâneas, os poços tubulares devem ser projetados com o objetivo de se conseguir maior disponibilidade de água com o menor rebaixamento possível, a fim de se evitar, que seus cones de depressão possam se expandir a ponto de se encontrarem, provocando a “interferência entre os poços bombeados simultaneamente”.

Os testes de bombeamento de poços de produção é a ferramenta indispensável para avaliação da qualidade de construção das obras de captação de água subterrânea, além de se constituir na ferramenta indispensável para a determinação da vazão de exploração do referido poço. Os poços que tem como objetivos o abastecimento público de pequenas comunidades rurais e os poços particulares que forem construídos para atender o pequeno produtor rural (consumo humano, dessedentação de animais e irrigações de forrageiras), com vazões de até 25,0 m³/h, os testes de bombeamento deverão ser realizados através de uma metodologia simplificada (método prático para determinação da vazão de exploração), sem o rigor técnico que

normalmente é utilizado pelos especialistas do setor, como os testes de aquíferos, que por terem custos mais elevados, devido à metodologia sofisticada para determinação dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos (K, T e S, respectivamente: Condutividade Hidráulica, Transmissividade e Coeficiente de Armazenamento), devendo ser exigidos em projetos de abastecimento público e irrigação, dentre outros, com vazões superiores a 25,0 m³/h.

Dentre as variáveis envolvidas no bombeamento de um poço de produção e que devem ser monitoradas durante a sua realização são as seguintes:

O teste de produção só poderá ser iniciado após a limpeza/desenvolvimento do poço tubular e da completa estabilização do nível estático.

Dentre as variáveis envolvidas no bombeamento de um poço de produção e que devem ser monitoradas durante a sua realização são: Vazão de Bombeamento (Q), Rebaixamento do Nível da Água Dentro do Poço (s) e o tempo de bombeamento (t).

Os testes em **rochas sedimentares** deverão ser executados através de um bombeamento contínuo por um período mínimo de 24 h, independente da estabilização dos níveis d'água.

Após o término do bombeamento é aconselhável o **registro da recuperação** dos níveis por um período de 6 h.

18.1 - Vazão de Bombeamento (Q) – A vazão de bombeamento é o volume de água por unidade de tempo extraído do poço por um equipamento de bombeamento (bomba submersa, compressor de ar, bomba injetora, dentre outras);

18.2 - Rebaixamento do Nível da Água Dentro do Poço (SW) – É a distância entre o nível estático (NE) e o nível dinâmico (ND);

18.3 - Nível Estático (NE) – É a distância da superfície do terreno ao nível da água dentro do poço antes do bombeamento;

18.4 - Nível Dinâmico (ND) – É a distância entre a superfície do terreno e o nível da água dentro do poço após o início do bombeamento;

18.5 - Tempo (t) – A variável Tempo é o tempo decorrido a partir do início do bombeamento.

18.6 – Equipamentos Para Bombeamento de Poços Tubulares em Rochas

Sedimentares

O teste de produção e recuperação de poço tubular, em rochas sedimentares deve ser executado, com bombas submersas ou injetoras, ou com compressor de ar.

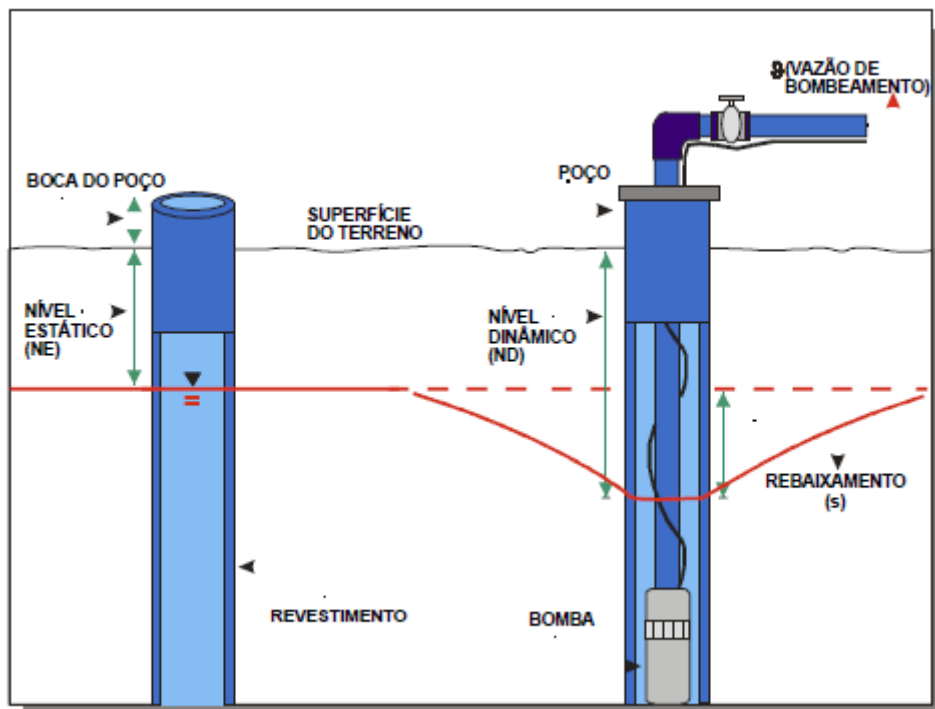


Figura – 06: Variável de um Teste de Bombeamento

Fonte: CPRM/SGB, 1998

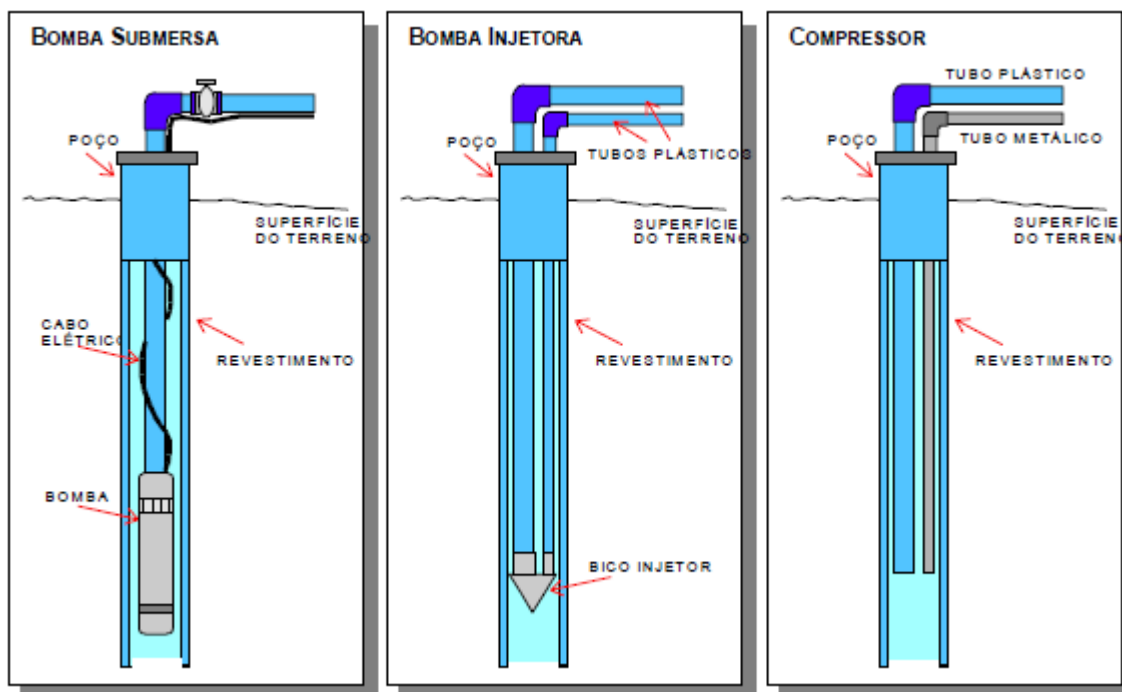


Figura – 07: Equipamentos de Bombeamento

Fonte: CPRM/SBG, 1998

Como em geral as vazões dos poços tubulares construídos em rochas sedimentares para abastecimento de pequenas comunidades rurais no Nordeste brasileiro, são baixas (entre 3,6 a 36,0 m³/h), recomenda-se que se use o método volumétrico (por ser prático e rápido) para o registro das vazões.

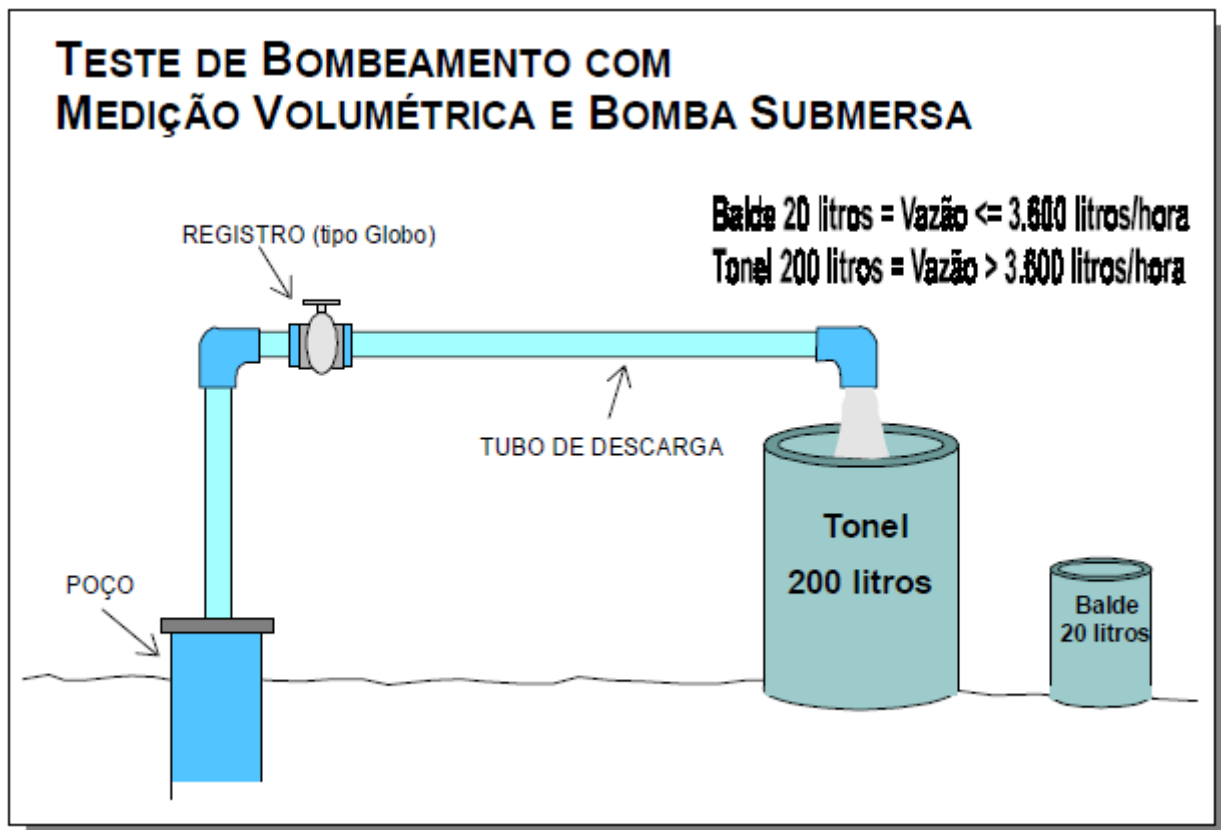


Figura – 08: Bomba Submersa e Método Volumétrico

Fonte: CPRM/SBG, 1998

18.7 - Equipamento Para Medição dos Níveis D'água

Os níveis de água dentro do poço devem ser medidos através de um medidor de nível elétrico, dispositivo este que consiste basicamente de um cabo elétrico ligado a uma fonte de energia tendo

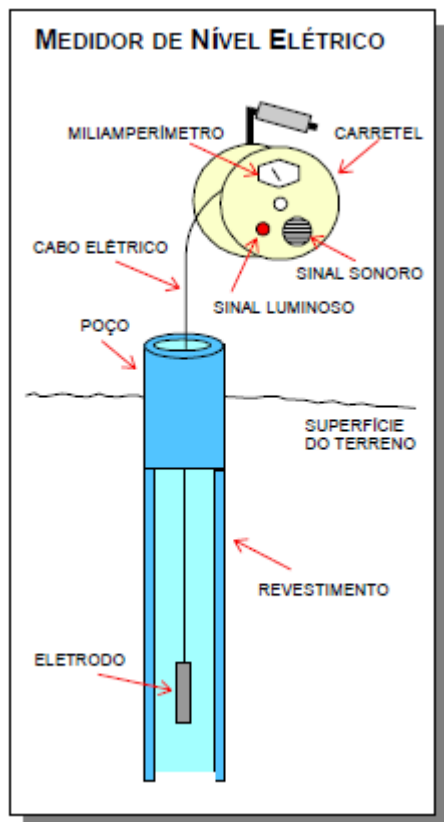


Figura – 09: Medidor de Nível Elétrico

Fonte: CPRM, 1998

na outra extremidade um eletrodo com sensor que, ao tocar na superfície da água, fecha o circuito e aciona um alarme sonoro luminoso, com plaqueta numerada metro a metro no próprio cabo, com comprimento não inferior a 75% da profundidade do poço tubular, que permita as realizações de leituras com precisão de centímetros;

a) A fim de se evitar o retorno da água bombeada ao aquífero, através de sua infiltração, que a definição do local de descarga da água bombeada seja canalizada para uma distância segura, para que o teste de produção não venha ser mascarado.

- b) Na instalação do equipamento de bombeamento, para a realização do teste de produção do poço tubular, deve ser colocada uma tubulação auxiliar de 1./2", se o cano de descarga for de 1.1/2", ou, de 3/4", se o cano de descarga for de 2".
- c) Antes de iniciar o bombeamento, o operador deverá efetuar a medida do nível estático.
- d) O teste de produção deverá ser entregue com escala de tempo de medição preenchida com as informações sobre os níveis da água, vazões e observações que julgarem necessárias, tais como: teor de areia, queda brusca de rebaixamento e vazões, odor e alteração de turbidez.
- e) Logo após a conclusão do teste de produção, deve-se dar início ao teste de recuperação, que consiste na medida do tempo de recuperação do nível estático original do poço tubular e, deve ser dado por concluído, quando o nível da água retornar a posição original ou próxima da mesma.
- f) As medidas de nível da água no poço, durante o bombeamento, deverão ser efetuadas na seguinte frequência de tempo, a partir do início do teste.

INTERVALO DE TEMPO (min)	FREQUÊNCIA DE MEDIÇÃO (min)
0 – 10	1 min
10 – 20	2 min
20 - 60	5 min
60 – 100	10 min
100 – 180	20 min
180 – 300	30 min

300 em diante

100 min

18.8 – Desinfecção e Coleta de Amostra de Água

- a) Recomenda-se que a desinfecção seja realizada, após o teste de produção e recuperação do poço tubular.
- b) A área em volta do poço tubular deverá ser completamente limpa e restaurada, retirando-se todos os materiais estranhos, tais como: ferramentas, madeiras, cordas, fragmentos de qualquer natureza, tinta de vedação e espuma, antes de ser desinfetado.
- c) A desinfecção final deverá ser feita mediante a aplicação de uma solução clorada em quantidade tal que se consiga uma concentração no poço de 50 mg/l de cloro livre. Se a solução empregada for de hipoclorito de sódio a 10%, deverá ser aplicado meio litro para cada metro cúbico de água no poço, com repouso mínimo de 2h.
- d) A coleta de amostra de água deve ser realizada 24 h após a desinfecção do poço tubular.
- e) Bombear a água durante aproximadamente 1 h.
- f) Fazer a desinfecção da saída da bomba com solução de hipoclorito de sódio a 10% deixando escorrer a água por aproximadamente 5 minutos.
- g) Proceder à coleta da amostra segurando o frasco próximo à base na posição vertical, efetuando em seguida o enchimento do mesmo.
- h) Deixar um espaço vazio para possibilitar a homogeneização da amostra.
- i) A coleta da amostra para análise físico-química deve ser realizada em frascos de polietileno, limpos e secos, com capacidade mínima de 01 (um) litro, devidamente

vedado e identificado, devendo-se enxágua-lo duas a três vezes com a água a ser coletada e completar o volume da amostra.

19 – DEFINIÇÃO DA VAZÃO ÓTIMA DE EXPLOTAÇÃO DO POÇO TUBULAR

De posse dessas informações obtidas no teste de produção e recuperação, vai se calcular os outros itens para definição da vazão ótima de exploração do poço tubular em rochas sedimentares e/ou cristalinas, entre as quais destacamos:

19.1 – Vazão Específica

Vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) é a razão entre a vazão de bombeamento (**Q**) e o rebaixamento (**s**) produzido no poço tubular em função do bombeamento para o tempo de 24 ou 12 h.

19.2 – Rebaixamento Disponível

Rebaixamento disponível (**RD**) é o máximo que se pode rebaixar em um poço tubular sem que o mesmo corra risco de colapso, ou seja, o nível dinâmico ultrapasse o crivo da bomba. Como não existe uma fórmula definitiva para o dimensionamento do rebaixamento disponível, sugerimos os praticados pela CPRM no Programa Ações Emergenciais de Combate aos Efeitos da Seca – Manual Prático de Orientação – Agosto de 1998.

19.3 – Vazão Preferencial Para Rochas Cristalinas

De posse dessas informações acima descritas, vai se definir a Vazão Ótima para a instalação do poço tubular, conforme especificado abaixo:

$\text{RD} = 0,6 \text{ (FP-NE)}$, onde

RD – Rebaixamento disponível

FP – Profundidade da Fratura Produtora

NE – Profundidade do nível estático

A vazão referencial para instalação de poços tubulares em rochas cristalinas e/ou sedimentares é dado pelo produto da vazão específica (**Qesp**) para o tempo de 24 horas de bombeamento e o rebaixamento disponível (**RD**).

$Q = Q_{\text{esp}} (24 \text{ h}) \times \text{RD}.$

Para se evitar a “interferência entre os poços”, considerando a falta de estudos mais complexos, sugere-se que no estudo de locação seja obedecida uma distância mínima entre os poços de 300 a 500 metros, em poços em rochas sedimentares, enquanto que nas rochas cristalinas tem que se observar se a exploração está sendo feita na mesma fratura, e que se defina a vazão preferencial de instalação do poço como já comentado acima. Outro aspecto que pode ser considerado é que o horário máximo de funcionamento do poço seja definido entre 1 a 12 h/dia, possibilitando que os outros usuários utilizem horários de bombeamentos diferentes, caso os poços apresentem alguma interferência.

TÓPICO - 09

20 – APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO

21 – GARANTIA DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS E MATERIAIS

22 – RECEBIMENTO DOS SERVIÇOS

20 - APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO

O relatório deverá ser apresentado no modelo padronizado da contratante, preenchido e assinado pelo responsável técnico da empresa contratada. O relatório deverá conter os seguintes elementos:

- a) Nome do contratante; localização do poço tubular; cota do terreno;
- b) Método de perfuração e equipamentos utilizados;
- c) Perfil litológico e profundidade final do poço tubular; perfil composto;
- d) Materiais utilizados; indicação dos diâmetros de perfuração;
- e) Posição do revestimento liso; posição dos filtros caso sejam necessários;
- f) Indicação dos trechos cimentados;
- g) Indicação do trecho do pré-filtro caso seja necessário;
- h) Planilhas do teste de produção e recuperação, com todas as medidas efetuadas;
- i) Data de início e do término da perfuração e construção do poço tubular;
- j) Análise físico-química da água;
- k) ART do responsável técnico da empresa.

21 – GARANTIA DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS E MATERIAIS

- a) O perfurador é o único responsável pela garantia da qualidade dos materiais empregados e dos serviços realizados, especialmente contra defeitos de:
- b) Qualidade dos tubos de revestimento liso e dos filtros caso sejam necessária a sua utilização;
- c) Colapso do poço tubular;
- d) Rompimento e vazamento nas luvas ou solda no encaixe dos tubos;
- e) Por passagem de material no encaixe do revestimento;
- f) Infiltrações de água nas cimentações.

Ocorrendo qualquer um dos casos acima previstos, a contratada deverá corrigi-lo sem diminuição da câmara de bombeamento do poço tubular e sem ônus de qualquer espécie para a contratante.

22 - RECEBIMENTO DOS SERVIÇOS

O recebimento dos serviços se dará em duas etapas: provisoriamente e definitivamente:

22.1 – Recebimento Provisório

O recebimento provisório é realizado pela fiscalização após a conclusão de todas as fases construtivas de acordo com o projeto executivo do poço tubular, sendo motivos para o não recebimento:

- a) Isolamento inadequado do aquífero superficial;
- b) Alinhamento ou verticalidade fora dos limites de tolerância;

- c) Colapso do poço tubular, rompimento do revestimento, infiltração pelas luvas e soldas;
- d) Turbidez superior a 1,0 NTU ou produção de areia superior a 10 mg/l;
- e) Não atendimento das Obrigações Legais;
- f) Não atendimento ao que determina o item Fiscalização dessas Especificações Técnicas.

22.2 – Recebimento Definitivo

O recebimento definitivo dar-se-á após a descida da bomba submersa que irá explotar o poço tubular nos limites estabelecidos no Teste de Produção e Recuperação e o seu bombeamento por um período de 6 (seis) meses sem se verificar nenhuma das ocorrências previstas no item anterior e no item garantia dos serviços e materiais. A contratada será responsabilizada pela garantia dos serviços na forma da lei e nos limites desta especificação técnica.

TÓPICO - 10

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR-12.212: Projeto de Poço tubular profundo para Captação de Água Subterrânea.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR-12.244: Construção de Poço tubular profundo para Captação de Água Subterrânea.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 12.512: Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR

13.604/13.605/13.606/13.607/13.608: Dispositivos sobre tubos de PVC para poços Tubulares Profundos.

Brasil. Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em:

http://www.sirh.pe.gov.br/portalsrhe/documentos/docs_crh/IL_Lei_9433_1997.pdf

Acesso em: 19/06/2014.

CETESB. Manual de operação e manutenção de poço. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente. Governo do estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 1978.

COSTA FILHO, W.D. – Noções Sobre Projetos Construtivo de Poços Tubulares. Apostila do Curso – SRH/UFC. Fortaleza, Ceará, 1995.

FEITOSA, F.A.C.1996 – Testes de Bombeamento em Poços Tubulares, Fortaleza. Apostila de Curso, 156 p. Il.

Filho, João Manoel. Ocorrência das águas subterrâneas. IN. FEITOSA, Fernando, A.C (Coor.); Filho, João Manoel (Coor.). Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.

LOGAN, J. – Desenvolvimento de Poços. Princípios e Métodos de Desenvolvimento de Poços d'Água. USAID/Recife, 1995

PESSOA, Mario Dias (Coor.). & Leal, Antônio de Sousa. (Coor.). Inventário Hidrogeológico do Nordeste – Folha nº 13 – Teresina-SE. Recife: MI/SUDENE, Divisão de Reprografia, 1978. 251p

PESSOA, Mario Dias (Coor.). Inventário Hidrogeológico do Nordeste – Folha nº 18 – São Francisco-NE. Recife: MI/SUDENE, Divisão de Reprografia, 1979. 237p

Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Caldeirão Grande do Piauí / organização do texto [por] Robério Bôto de Aguiar [e] José Roberto de Carvalho Gomes – Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2004.

Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM. Estudo Hidrogeológico Sucinto para locação de poços nas localidades de Poça, Cotia, Alves, Chapada e Umbuzeiro – Santa Terezinha/PE. Programa de Água Subterrânea para a Região Nordeste, Projeto centro de pesquisa das Águas Subterrâneas. Recife.: 1999. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/dehid/locações-santaterezinha2.pdf>>

Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM. Execução de Testes de Bombeamento em Poços Tubulares – Manual Prático de Orientação – Elaboração: Fernando A.C. Feitosa e Waldir Duarte Costa Filhos, Agosto/1998.

Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM. Noções Básicas Sobre Poços Tubulares – Cartilha Informativa – Elaboração: Waldir Duarte Costa Filhos, Manoel Júlio da Trindade Gomes Galvão, Josias Barbosa de Lima e Onofre Leal, Agosto/1998.

TÓPICO - 11

ANEXOS

INSTITUTO
DE **DESENVOLVIMENTO**
DO PIAUÍ - IDEPI



DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DA BOMBA SUBMERSA E PAINEL DE COMANDO

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE INSTALAÇÃO DO POÇO TUBULAR

INSTITUTO
DE **DESENVOLVIMENTO**
DO PIAUÍ - IDEPI



PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR

INSTITUTO
DE **DESENVOLVIMENTO**
DO PIAUÍ - IDEPI



CCU – CUSTO DE COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DE INSTALAÇÃO DO POÇO TUBULAR

INSTITUTO
DE **DESENVOLVIMENTO**
DO PIAUÍ - IDEPI



CCU – CUSTO DE COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DE PERFURAÇÃO DO POÇO TUBULAR

INSTITUTO
DE **DESENVOLVIMENTO**
DO PIAUÍ - IDEPI



GOVERNO DO
PIAUI
AQUI TEM TRABALHO.
AQUI TEM FUTURO.

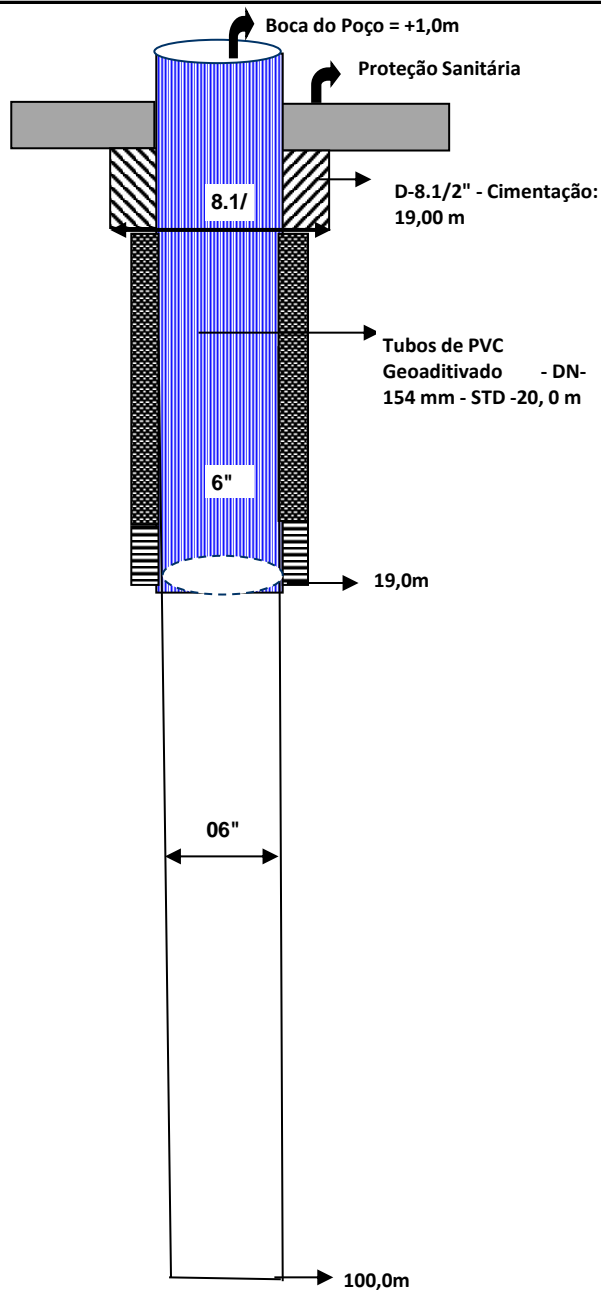
PERFIS DO POÇO TUBULAR

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUÍ - IDEPI

PROJETO CONSTRUTIVO PREVISTO DO POÇO TUBULAR

MUNICÍPIO: São Lourenço do Piauí - PI

LOCALIDADE: Gameleira (zona rural)



CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS PREVISTA DO POÇO TUBULAR

Profundidade: 100,0m

Coordenadas Geográficas:

Latitude: 09° 15' 57.10" (S)

Longitude: 42° 39' 50.84" (W)

Diâmetros de Perfuração Previsto:

0,0m a 19,0m = 8.1/2"

19,0m a 100,00m = 06"

Revestimento Previsto:

+1,0 a 19,0 m tubo geoditivado STD, DN 6" = 20,0 m.

Nível Estático Previsto: 39,0m

Nível Dinâmico Previsto: 64,0m

Vazão da Fonte: 4,0 m³/h

Cimentação: 00,00 m a 19,00 m

Laje de Proteção Sanitária: 2,0 m x 2,0m x 0,15 m.

Geólogo: Ossian Otávio Nunes

CONFEA/CREA_PI- RN 190352065-7

Ti

Ossian Otávio Nunes
Ossian Otávio Nunes
Geólogo - CREA - 420/D-PI
RN.190352065-7

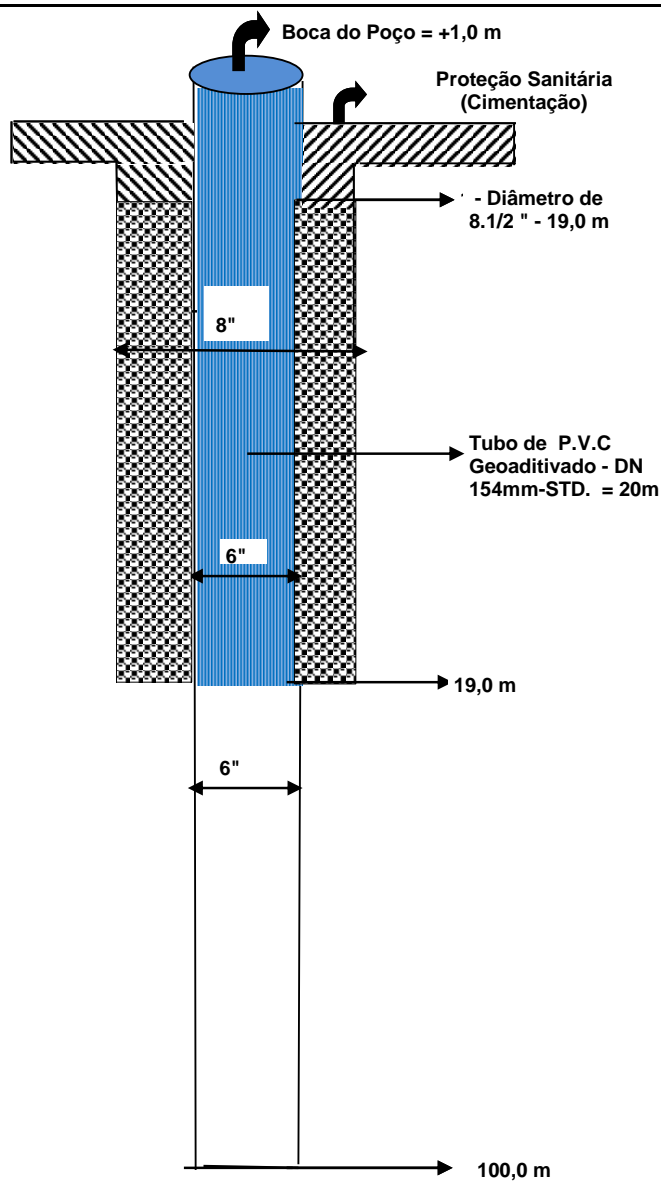
Obs: Desenho sem escala (vertical e horizontal) definida.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUÍ - IDEPI

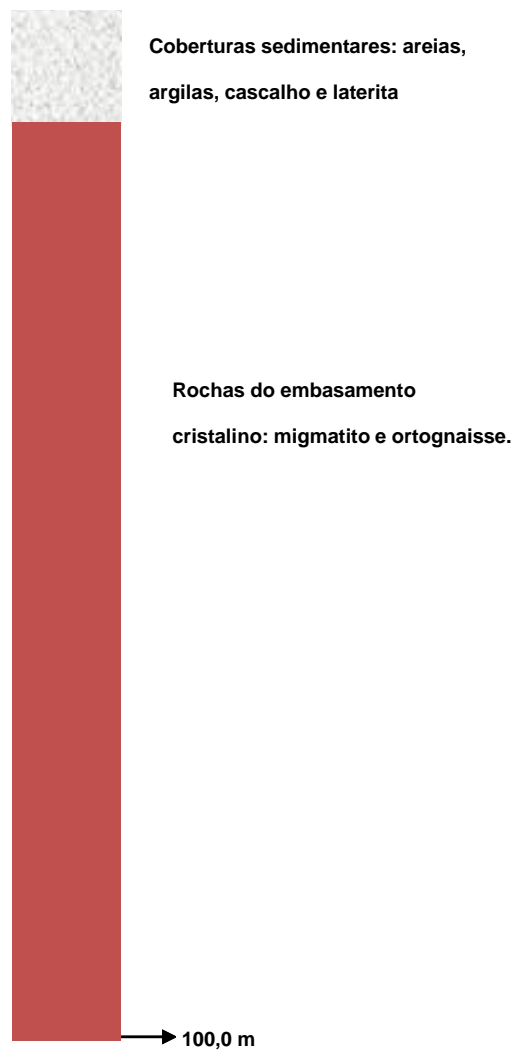
PROJETO CONSTRUTIVO E LITOLÓGICO PREVISTO

MUNICÍPIO: São Lourenço do Piauí - PI

LOCALIDADE: Gameleira - (zona rural)



Obs: Desenho sem escala vertical e horizontal definida



TÉCNICO RESPONSÁVEL

CONFEA/CREA-PI-RN - Nº

FONE - Nº

Ossian Otávio Nunes
Ossian Otávio Nunes
Geólogo
CONFEA/CREA-PI - RN: 190352065-7

190352065-7

(86) 9993-3212



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Piauí

CREA-PI**ART de Obra ou Serviço**
1920250095634

1. Responsável Técnico

OSSIAN OTÁVIO NUNESTítulo profissional: **Geólogo**RNP: **1903520657**Registro: **2797**

2. Dados do Contrato

Contratante: **INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUI - IDEPI**CPF/CNPJ: **09034960000147**Logradouro: **RUA ALTOS,**Nº: **3541**

Complemento:

Bairro: **AGUA MINERAL**Cidade: **TERESINA**UF: **PI**CEP: **64006-160**Contrato: **Sem número**celebrado em **01/12/2025**

Vinculado à ART:

Valor: R\$ **500,00**Tipo de Contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PÚBLICO**

Ação Institucional:

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **ZONA RURAL**Nº: **SN**Complemento: **gameleira**

Bairro:

Cidade: **São Lourenço do Piauí**UF: **PI**CEP: **64778-000**Data de Início: **01/12/2025**Previsão de Término: **01/01/2026**Coordenadas Geográficas: **-9.16965000, -42.5462600**Finalidade: **SANEAMENTO BÁSICO**

Código:

Proprietário: **INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUI - IDEPI**CPF/CNPJ: **09034960000147**

4. Atividade Técnica

ELABORAÇÃO**Quantidade****Unidade**

ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO DE POÇOS TUBULARES PERFURAÇÃO

1,0000

unidade

PROJETO DE POÇOS TUBULARES PERFURAÇÃO

1,0000

unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇÃO DE LAUDO GEOLÓGICO E ORÇAMENTO PARA PERFURAÇÃO DE 1 (UM) POÇO TUBULAR PARCIALMENTE REVESTIDO NA ZONA RURAL DE SÃO LOURENÇO DO PIAUÍ - PI, NA LOCALIDADE GAMELEIRA ((09°15'57.10" S), (42°39'50.84" W))

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

ASSOC. PROFISSIONAL DOS GEOLOGOS-AGEPI

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima**1 de Dezembro de 2025**

Local

Data

**Documento assinado eletronicamente com
credenciais de login e senha por:**
OSSIAN OTÁVIO NUNES
RNP: 1903520657
Data: 02/12/25 13:19**OSSIAN OTÁVIO NUNES - CPF: 09626239387****INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUI - IDEPI - CPF/CNPJ: 09034960000147**

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea-PI.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pi.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

**www.crea-pi.org.br art@crea-pi.org.br**
tel: (86)2107-9292**CREA-PI**
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Piauí