



**ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E  
HIDROGEOLOGICA RELATÓRIO TÉCNICO CONSTRUTIVO DE  
POÇO TUBULAR**

**POVOADO FORMIGA**

**JANEIRO  
2022**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

1. APRESENTAÇÃO .....	3
2. INTRODUÇÃO .....	3
3. LOCALIZAÇÃO DA OBRA .....	4
4. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA LOCAL .....	8
5. CLIMA .....	9
6. HIDROGRAFIA .....	10
7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DO POÇO TUBULAR .....	11
7.1 Disposições Gerais .....	11
7.2 Proteção Ambiental .....	12
7.3 Prevenção de Acidentes e Segurança .....	12
7.4 Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) .....	12
7.5 Equipamento .....	13
7.6 Material .....	14
7.7 Execução - Mobilização e Desmobilização .....	14
7.8 Serviços Preliminares .....	15
7.9 Profundidade .....	16
7.10 Perfuração .....	16
7.11 Fluido de Perfuração .....	17
7.12 Registro Diário .....	17
7.13 Amostragem .....	17
7.14 Ordem de Descida (Perfil Litológico e Construtivo) .....	18
7.16 Revestimento .....	18
7.17 Instalação de Revestimento .....	18
7.18 Instalação de Pré-filtro .....	19
7.19 Vedação de Aquífero .....	19
7.20 Proteção Sanitária .....	19
7.21 Limpeza e Desenvolvimento .....	20
7.22 Teste de Produção .....	20
7.23 Desinfecção .....	21
7.24 Análise Laboratorial da Água .....	22
7.25 Teste de Alinhamento .....	22
7.26 Tampa do Poço .....	22
7.27 Acesso ao Nível da Água .....	23
8. CONTROLE .....	23
9. CONCLUSÃO .....	25
10. BIBLIOGRAFICAS: .....	26



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

## **1. APRESENTAÇÃO**

A Prefeitura de Penalva, o Projeto Construtivo de Poço Tubular para o Povoado Formiga, possibilitando a implantação de Sistemas de Abastecimento de Água para atendimento a diversas localidades rurais no município de Penalva, no Estado do Maranhão.

Esta documentação técnica se reportará ao estudo hidrogeológico inerente ao projeto de perfuração de um poço tubular profundo em terreno da prefeitura e que enseja cumprir com os trâmites legais. Os dados técnicos, ora apresentados, estão em acordo com as Normas que regulam esta atividade, mormente a Portaria Nº 069, de 15/06/2020 – SEMA – MA.

## **2. INTRODUÇÃO**

Em atendimento a necessidade de melhoramento do abastecimento hídrico da sede municipal de Penalva – Ma. A Prefeitura de Penalva contratará empresa especializada na prestação dos serviços de perfuração de poços tubulares e adutoras. Trata-se de serviço comum de engenharia, sem dedicação exclusiva de mão de obra.

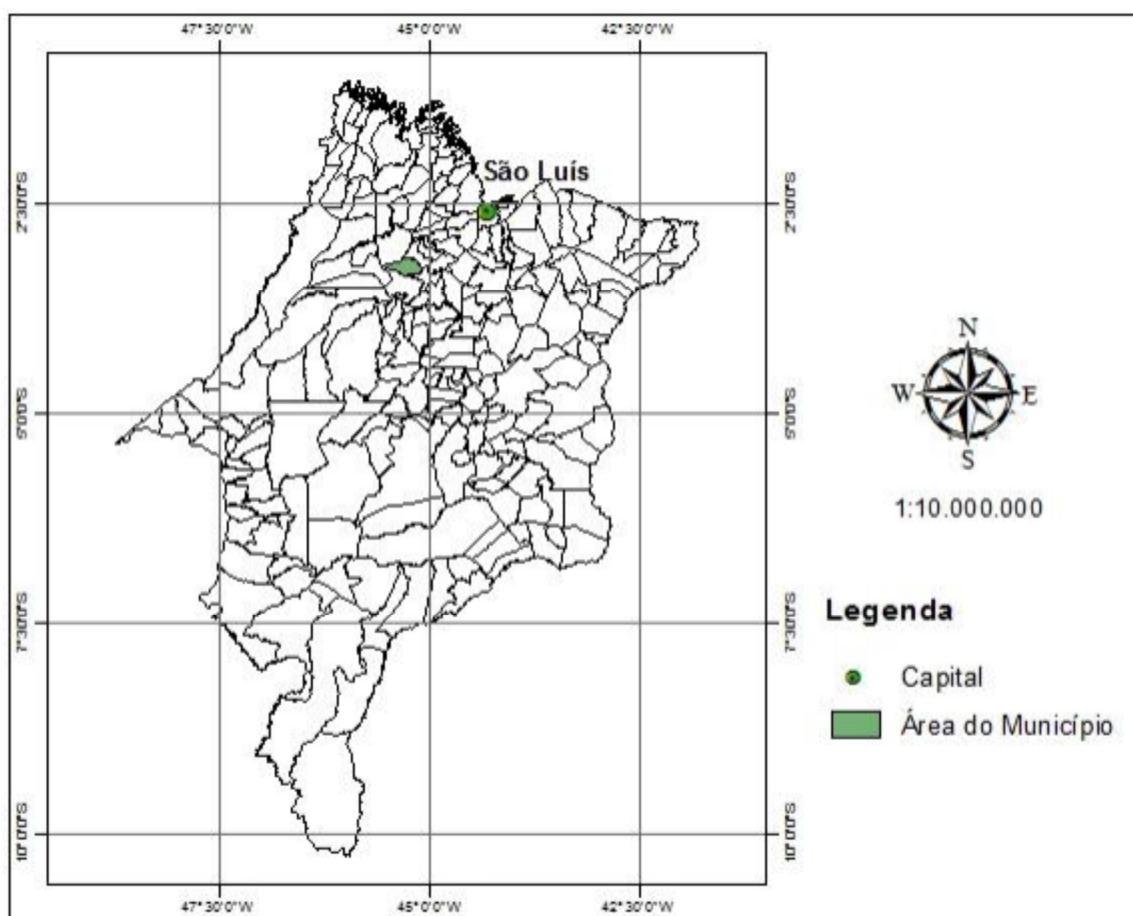
Pelas suas características intrínsecas, os aquíferos subterrâneos se constituem em excelentes fontes de águas potáveis uma vez que são formados, dentre outros fatores, pela ação da percolação de águas meteóricas, freáticas, etc., que age nos pacotes sedimentares subjacentes, até a formação destes aquíferos.

Aquíferos estes potencialmente favoráveis à sua exploração comercial. Para tanto, técnicas adequadas e regulamentadas - normatizadas, se fazem necessárias quando dos estudos e execução de projetos que objetivem este aproveitamento comercial. De grande importância e contribuição na elaboração deste documento, nos itens seguintes, foi o uso de elementos técnicos contidos nos inéditos estudos da ANA – Agência Nacional de Águas (2011). PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA. Subsídios para o Uso Sustentável dos Recursos Hídricos. RELATÓRIO FINAL. VOLUME I.

### 3. LOCALIZAÇÃO DA OBRA

O município de Penalva teve sua autonomia política em 29/03/1938, está inserido na Mesorregião Norte Maranhense, dentro da Microrregião Baixada Maranhense, abrange uma área de 738 km<sup>2</sup>, com uma população de aproximadamente 34.246 habitantes e densidade demográfica de 46,4 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Viana e Pedro do Rosário; ao Sul com o município de Monção; a Leste com o município de Cajari e a Oeste com os municípios de Pedro do Rosário e Zé Doca (Google Maps, 2011).

Figura 1: Mapa de localização do município de Penalva/MA.

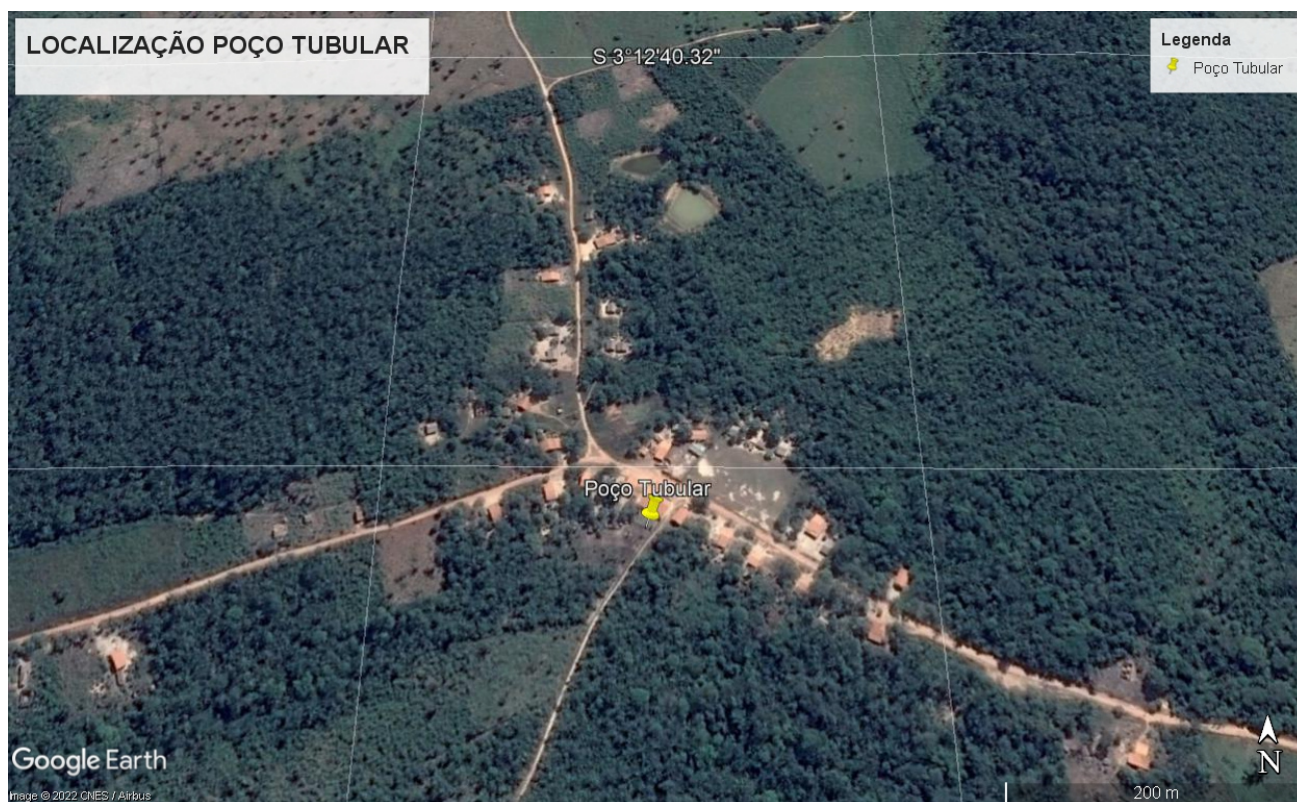


A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: -03°17'24" de Latitude Sul

e  $-45^{\circ}10'12''$  de Longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010). O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso total de 393 km, se faz da seguinte maneira: 137 km pela BR-135 até a cidade Miranda do Norte, 113 km pela BR-222 até a cidade de Santa Inês, 65 km pela BR-316 até a cidade de Zé Doca e 78 km pela rodovia estadual MA-006 e por uma estrada vicinal até a cidade de Penalva (Google Maps, 2011).

Os dados relacionados à localização da região a ser atendida pelo abastecimento hídrico, bem como o imóvel disponível para a construção do poço tubular e demais itens necessários à sua exploração, foram fornecidos pela Prefeitura de Penalva. O imóvel indicado está localizado sob as coordenadas geográficas  $03^{\circ}12'54,83''S$   $45^{\circ}13'56.11''W$ , em área utilizada para domicílio na sede municipal.

Figura 2: Mapa de Localização do imóvel onde será construído o poço tubular e área a ser atendida pelo abastecimento hídrico.



## 5. DEFINIÇÕES



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

Serão adotadas neste projeto as seguintes definições:

**Aquífero:** é uma unidade geológica capaz de armazenar e fornecer água a poço e nascente em proporção suficiente, de modo que possam servir como proveitosas fontes de abastecimento.

**Poço tubular:** é uma perfuração vertical, cilíndrica, revestida com material em PVC aditivado ou em aço, em forma de tubos e filtros, para captar água subterrânea de aquífero existente na crosta terrestre.

**Poço freático:** é aquele que capta água do aquífero livre ou freático, em que a água está sob pressão atmosférica, como se estivesse em um reservatório ao ar livre.

**Poço artesiano:** é aquele que capta água do aquífero confinado, em que a água se encontra entre duas camadas impermeáveis, não estando sob pressão atmosférica, mas em condição artesianas, onde a água se eleva até atingir o mesmo nível do topo do aquífero.

**Revestimento:** é constituído de material em PVC aditivado ou em aço galvanizado, em forma cilíndrica, com função principal de dar sustentabilidade à parede do furo obtido pela perfuração.

**Câmara de bombeamento:** é a componente do revestimento reservada para instalação do equipamento de bombeamento.

**Filtro:** é o componente do revestimento destinado a dar passagem da água do aquífero para dentro do poço.

**Profundidade:** é a distância vertical entre a superfície do terreno e o fundo do poço.

**Diâmetro:** traduz a dimensão cilíndrica da broca, quando se trata da perfuração, e do revestimento, referindo-se ao poço tubular.

**Nível estático:** é a superfície livre da água dentro do poço tubular, medida a partir da superfície do terreno, quando o poço não está sendo bombeado.

**Nível dinâmico:** é o nível do lençol d'água dentro do poço, medido a partir da superfície do terreno, quando o poço está sob regime de bombeamento.

**Rebaixamento:** corresponde à distância vertical, dentro do poço, entre o nível estático e o nível dinâmico.





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

**Vazão:** é a quantidade de água extraída do poço, com ou sem bombeamento, numa determinada unidade de tempo.

**Vazão específica:** é o quociente da vazão pelo rebaixamento do poço.

**Vazão máxima:** é a quantidade de água extraída do poço, por unidade de tempo, correspondente ao rebaixamento no ponto crítico.

**Vazão de exploração:** é a quantidade de água que se deseja extrair do poço, por unidade de tempo, não podendo ser superior à vazão máxima.

**Ponto crítico:** é o ponto da curva característica do poço, a partir do qual o aumento dos rebaixamentos é bastante desproporcional a pequenos aumentos de vazão, demonstrando que o regime de fluxo da água para dentro do poço, passa de laminar para turbulento.

**Eficiência:** é definida como a relação entre a vazão específica teórica e a vazão específica real, ambas referidas a um tempo igual de bombeamento. Para o cálculo do rebaixamento teórico é necessário conhecer os coeficientes de armazenamento e transmissibilidade do aquífero e o raio efetivo do poço, mediante ensaio de bombeamento.

**Coeficiente de armazenamento:** é o volume de água que efetivamente entra ou sai do aquífero, por unidade de área horizontal e por variação unitária do nível piezométrico.

**Coeficiente de transmissibilidade:** é a quantidade de água que o aquífero é capaz de liberar através de uma seção vertical unitária de altura igual à espessura do aquífero, quando o gradiente é 1 (um).

**Raio de influência:** é a distância que vai desde o centro do poço até o ponto em que a superfície inferior do cone de depressão tangência o prolongamento da superfície horizontal do nível estático.

**Desenvolvimento:** é o processo de tratamento do poço por meios mecânicos, hidráulico e químico, com a finalidade de obter melhor eficiência hidráulica possível do mesmo.

**Superbombeamento simples:** consiste em bombear o poço, através de conjunto motobomba, a uma vazão maior que a de projeto.

**Superbombeamento por reversão:** o sistema é similar ao usado anteriormente, utilizando, entretanto, bomba de eixo prolongado sem válvula de retenção.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

**Pistoneamento:** é considerado como um dos processos mais efetivos, principalmente, quando se usa perfuratriz percussora na execução do fluxo e refluxo da água, provocados pela subida e descida do pistão dentro do poço.

**Ar comprimido:** é um método eficiente, mas que exige compressor com volume de ar elevado, acoplado a um reservatório com grande capacidade para armazenamento do ar. Existem dois métodos: Poço fechado, onde a água é alternativamente bombeada e forçada através do filtro e pré-filtro para o aquífero, por meio do ar que se introduz no poço através de um selo na parte superior do tubo de revestimento e o poço aberto (surgimento), semelhante ao pistoneamento.

**Substâncias químicas:** são compostos que atuam como floculadores e dispersantes de argilas e outros materiais de grão fino, facilitando a remoção do reboco de lama da parede do poço e das frações argilosas do aquífero.

**Pré-filtro:** constituído de material quartzoso, é empregado no espaço anelar compreendido entre a parede do poço e o revestimento.

#### **4. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA LOCAL**

O município de Penalva está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que, segundo Brito Neves (1998), foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato. Compreende as supersequências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994). Na área do município o Cretáceo está representado pela formação Itapecuru (K12it) e o Quaternário pelos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl).

Formação Itapecuru (K12it). Campbell (1948) foi quem primeiro descreveu essa unidade, denominando-a de formação Serra Negra. Posteriormente, passou a usar o termo Itapecuru, atribuindo-lhe idade cretácea, posicionando-a, com discordância local, sobre a formação Codó. Litologicamente, essa unidade consiste, no flanco oeste e noroeste da bacia, de arenitos avermelhados, médios a grosseiros, com faixas conglomeráticas muito argilosas e intercalações de argilitos e siltitos, de coloração variegada. Seguem-se arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulínicos, com estratificação cruzada de





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

grande porte. Nas demais regiões, os arenitos são em geral finos com faixas de arenitos médios.

O contato inferior da unidade com as formações Codó e Grajaú é concordante, apresentando discordâncias locais. Revela extensas e contínuas áreas de exposição, notadamente na região centro-oeste, norte e centro-leste da bacia, bem como, em faixas isoladas e restritas no flanco oeste, a W do município de Araguaiana e Colinas de Goiás. Sua espessura aflorante é superior a 200 metros. Os perfis de furos estratigráficos indicam espessuras variáveis de 270m (poço VGst-1MA), 400m (poço PMst-1-MA) e 600m (poço PAF-3-MA), segundo (Lima & Leite, 1978).

É a que tem maior expressão geográfica e aflora, em todos os quadrantes do município de Penalva, expondo-se na sede municipal. Os Depósitos Sedimentares Flúvio-Lagunares são constituídos de areias e siltes argilosos, inconsolidados e semiconsolidados que ocorrem nas margens dos rios, com nível topográfico mais elevado do que os das planícies aluvionares atuais, sendo geralmente recobertos por vegetação e sua evolução está relacionada à dinâmica fluvial. Ocupa uma vasta área na porção noroeste estendendo-se para oeste e sul do município de Penalva.

## **5. CLIMA**

O estado do Maranhão, por se encontrar em uma zona de transição dos climas semiárido, do interior do Nordeste, para o úmido equatorial, da Amazônia, e por ter maior extensão no sentido norte-sul, apresenta diferenças climáticas e pluviométricas. Na região oeste, predomina o clima tropical quente e úmido (As), típico da região amazônica.

Nas demais regiões, o estado é marcado por clima tropical quente e semiúmido (Aw). As temperaturas em todo o Maranhão são elevadas, com médias anuais superiores a 24°C, sendo que ao norte chega a atingir 26°C. Esse estado é caracterizado pela ocorrência de um regime pluviométrico com duas estações bem definidas. O período chuvoso, que se concentra durante o semestre de dezembro a maio, apresenta registros estaduais da ordem de 290,4 mm e alcança os maiores picos de chuva no mês de março.

O período seco, que ocorre no semestre de junho a novembro, com menor incidência de chuva por volta do mês de agosto, registra médias estaduais da ordem de 17,1mm. Na



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

região oeste do estado, onde predomina o clima tropical quente e úmido (As), as chuvas ocorrem em níveis elevados durante praticamente todo o ano, superando os 2.000 mm. Nas outras regiões, prevalece o clima tropical quente e semiúmido (Aw), com sucessão de chuvas durante o verão e o inverno seco, cujas precipitações reduzidas alcançam 1.250 mm. Há registros ainda menores na região sudeste, podendo chegar a 1.000 mm.

O município de Penalva está localizado na Mesorregião Norte Maranhense, na Microrregião Baixada Maranhense, pertencente à Área de Proteção Ambiental Ilha dos Caranguejos. A altitude da sede do município é de 17 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena, com a temperatura oscilando entre 22,2°C e 32°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') úmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a junho, com médias mensais superiores a 222 mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a novembro. Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica variou de 18,7 a 71 mm e no período chuvoso, de 100,1 a 325,5 mm, com média anual em torno de 1.730 mm. Esses dados são referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

## **6. HIDROGRAFIA**

A área do município de Penalva é drenada pela bacia hidrográfica do rio Turiaçu. Predominantemente de padrão dendrítico, essa bacia ocupa uma área de 17.592 km<sup>2</sup> e está localizada no litoral ocidental do Maranhão, entre o estado do Pará e a baía de São Marcos. O rio Turiaçu nasce nas vertentes da serra do Tirambu e percorre 720 km, de forma regularmente sinuosa, em direção à baía de Turiaçu. Recebe como afluentes, pela margem esquerda, os rios Paraná e Caxias, além de inúmeros igarapés, pela margem direita.

O rio Turiaçu, em seu curso médio, forma uma região lacustre composta por diversos tipos de lagos. Próximo ao município de Santa Helena, esse rio constitui um grande número de lagos marginal, alguns permanentemente ligados ao rio, como o lago Quebra-Pote e outros isolados, como o Arradiador. No período seco, as planícies laterais secam e apenas o leito do rio permanece com água. Além do rio Turiaçu, drenam a área do



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

município os rios: Paraná, da Polonha, Suja-Pé, de Pedra, do Barro, Laranja, do Boi, do Bem-Posta, Grande, das Lontras e vários igarapés.

## **7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DO POÇO TUBULAR**

De acordo com a bibliografia consagrada, a região de Penalva/MA está inserida no domínio hidrogeológico de aquíferos porosos, representados pelo Aquífero Itapecuru.

Diante da constatação da presença das litologias constituintes do Aquífero Itapecuru e de sua competência hidrogeológica conhecida, haverá, possivelmente, a necessidade de isolamento de camadas, principalmente àquelas relacionadas a camadas calcíferas próprias da formação Itapecuru, devido a suas características hidroquímicas que tornam água não potável diante dos critérios do Ministério da Saúde.

### **7.1 Disposições Gerais**

O poço tubular deverá ser construído por empresa habilitada, sob responsabilidade técnica de geólogo ou engenheiro de minas, devidamente credenciado no CREA, em conformidade com o que dispõe a Decisão Normativa Nº 059, de 09 de maio de 1997, do CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

A empresa deverá fornecer proposta técnica – financeira acompanhada de cronograma físico e financeiro, para todas as fases da obra, tais como:

- ✓ Transporte, preparo do canteiro de obra e instalação de equipamentos e materiais.
- ✓ Perfuração do furo piloto e definitivo.
- ✓ Colocação do revestimento (tubos e filtros) e pré-filtro, isolamento de camadas.
- ✓ Limpeza e desenvolvimento
- ✓ Teste de produção

Observação: Nenhuma dessas fases poderá ser efetivada sem a presença ou o



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

conhecimento prévio da fiscalização.

## **7.2 Proteção Ambiental**

É imperativo que a empresa habilitada para construção de poço tubular adote todas as providências cabíveis a fim de evitar contaminação ou danos ao ambiente em função de líquidos contaminantes ou com características indesejáveis, tanto na superfície do terreno como nas camadas sub-superficiais atravessadas pela perfuração.

## **7.3 Prevenção de Acidentes e Segurança**

A empresa habilitada deverá cumprir a Legislação Nacional que rege a Segurança e Higiene do Trabalho, além de obedecer às normas específicas de segurança de cada serviço, objetivando a plena proteção contra riscos de acidentes com os funcionários e com terceiros.

## **7.4 Equipamentos de Proteção Individual (EPI's)**

A Contratada deve fornecer o fardamento adequado ao seu pessoal, conforme padrão, como também os equipamentos de proteção individual de acidente (botas, capacetes, óculos, luvas de segurança, protetores auriculares etc.), os quais deverão ser novos. O custo do fardamento e dos EPI's deverão estar incluídos no BDI do contrato. Todos os funcionários da Contratada deverão se apresentar ao trabalho devidamente uniformizado e portando crachá de identificação.

- ✓ Especificação do Fardamento:
- ✓ Camisa em brim, sem gola, com bolsos.
- ✓ Camisa de malha, cor branca.
- ✓ Bermuda em tecido sol a sol, com bolsos.
- ✓ Calça em tecido sol a sol, com bolsos.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

Deverão ser fornecidas 2 (duas) unidades de cada peça especificada a cada funcionário, sendo repostas quando as mesmas não estiverem em condições de uso e boa apresentação.

b) Especificações dos EPI's:

- ✓ Botina de couro sem biqueira, confeccionada em couro de qualidade, na cor preta, com cadarço, solado de borracha com ranhuras antiderrapantes.
- ✓ Bota de PVC, cano médio, cor preta, forrada internamente com malha de nylon, com solado antiderrapante.
- ✓ Capacete de segurança em polietileno rígido de alta densidade tipo aba frontal com charneira em plástico flexível reguláveis a qualquer tamanho;
- ✓ Luva de raspa em couro.
- ✓ Avental de couro para operador de equipamento.
- ✓ Abafador de ruído.
- ✓ Capa de chuva.
- ✓ Bota calça sanitária.
- ✓ Luva PVC 36 cm e/ forro.

Deverá ser fornecido 1 (um) conjunto de EPI compatível com a função a exercer para cada funcionário de campo, sendo aquele repostado, quando o mesmo não estiver em condições de uso e boa apresentação.

## **7.5 Equipamento**

A empresa habilitada deverá dispor de:

- ✓ Sonda rotativa, para circulação direta, com capacidade de perfuração superior, no mínimo, a 1,5 vezes a profundidade prevista no projeto do poço.
- ✓ Bomba de lama tipo pistão ou centrífuga capaz de permitir o bom desempenho da perfuração até a profundidade final prevista.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

- ✓ Compressor de ar acoplado a motor elétrico ou diesel com capacidade mínima de 424,8 m<sup>3</sup>/h de ar efetivo e pressão de trabalho de 12,3 kg/cm<sup>2</sup>, com tanque de armazenamento de ar com volume de, no mínimo, 150 l.
- ✓ Conjunto moto-bomba submersível acionada por energia fornecida pela CEMAR ou de grupo gerador, com vazão e altura manométrica iguais ou superiores as de projeto.
- ✓ Medidor de nível com fio numerado em intervalo de 1,00 a 1,00 m.
- ✓ Kit de controle de fluido de perfuração composto de balança de lama, funil viscosímetro de Marsh, medidor de pH e medidor de teor de areia.
- ✓ Carro pipa com capacidade de 6.000 l.
- ✓ Equipamentos outros e acessórios em quantidade suficiente para assegurar a execução dos serviços, sem paralisação ou atraso decorrente de sua falta.

## **7.6 Material**

O material de revestimento (tubos e filtros) deverá ser em PVC aditivado, de acordo com o especificado neste projeto.

Quando tratar-se de revestimento em PVC aditivado, deverão ser cumpridas as recomendações a seguir:

- ✓ Tipo Leve: para poço com profundidade até 50 m.
- ✓ Tipo Standard: para poço com profundidade entre 50 a 150 m.
- ✓ Tipo Reforçado: para poço com profundidade entre 150 e 350 m.

**Observação:** Estes critérios serão normatizados pelo NBR 13604 - Filtros e tubos de revestimento para poços tubulares profundos.

A abertura das ranhuras dos filtros será definida através das curvas granulométricas das amostras selecionadas durante a perfuração, estando inicialmente previsto em 0,50 mm.

## **7.7 Execução - Mobilização e Desmobilização**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

A mobilização consiste no transporte dos equipamentos (perfuratriz, compressor, carro-pipa, conjunto moto-bomba, etc), acessórios (hastes, comandos, brocas, tubulações e utensílios) e materiais (tubos, filtros, cimento, bentonita ou polysafe, etc) para o canteiro do poço tubular.

A desmobilização consiste no retorno dos equipamentos, ferramental e acessórios à sede da empresa.

### **7.8 Serviços Preliminares**

Os serviços preliminares referem-se a limpeza do terreno, instalação do barraco, escavação dos tanques de sucção, sedimentação, canaletas e fossa negra.

O canteiro de serviço deve ser projetado e executado levando-se em conta a proporção e característica do poço tubular a ser construído, cuja locação será feita pelo fiscal, em área livre e desimpedida.

O local da perfuração deverá ser preparado para a instalação da perfuratriz, ferramentas, acessórios, materiais, unidades de apoio, bem como para construção dos tanques de sucção, sedimentação e canaletas de escoamento do fluido de perfuração, fossa negra e manobras operacionais.

A disposição dos equipamentos, ferramentas, acessórios e materiais deverão obedecer a critérios de organização e praticidade, de modo a não prejudicar nenhuma das fases da construção do poço tubular.

As escavações dos tanques, canaletas e fossa negra deverão ser executadas, de acordo com as recomendações a seguir:

- ✓ Tanque de sedimentação: volume correspondente a 50% do volume de material a ser retirado na perfuração do poço tubular.
- ✓ Tanque de sucção: volume correspondente a 50% do volume do tanque de sedimentação.
- ✓ Canaleta: volume correspondente as dimensões 10,00 x 0,20 x 0,15m (comprimento, largura e altura).



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

Após a conclusão da obra a empresa deverá retirar do local, às suas expensas, toda e qualquer sucata e detritos proveniente da construção do poço tubular, deixando a área completamente limpa, recompondo-a a sua condição original, de forma a restabelecer o bom aspecto local, e obedecendo a legislação pertinente vigente.

### **7.9 Profundidade**

A profundidade prevista é de até 120 m, conforme justificado anteriormente. Esta profundidade só poderá ser alterada com prévia autorização da fiscalização, e de comum acordo com o responsável técnico pela construção do poço tubular.

### **7.10 Perfuração**

Em terrenos sedimentares, o poço será perfurado em toda sua extensão com perfuratriz rotativa, com circulação direta do fluido de perfuração, utilizando-se brocas tricones com dentes de aço ou tungstênio. O diâmetro da perfuração será em 14", em toda a extensão do furo definitivo.

A perfuração deverá ser efetuada no (s) diâmetro (s) e profundidade (s) estabelecida (s) neste projeto. Qualquer alteração no diâmetro e/ou na correspondente profundidade só poderá ser efetivada mediante autorização da fiscalização.

Caso seja constatado pelo responsável técnico da obra, e de comum acordo com a equipe de geólogos da necessidade de evitar a formação de "pontes de cascalho" (embuchamento) na descida do pré-filtro e aumentar a eficiência deste na retenção de material fino, o diâmetro de perfuração deverá ser calculado pela fórmula:

$$\text{Diâmetro de perfuração (mm)} = 2 \times \text{Diâmetro do revestimento (mm)} + 50\text{mm}.$$

A perfuração poderá ser inicialmente executada através de um furo piloto com posterior alargamento para o diâmetro estabelecido neste projeto.

A limpeza dos tanques e canaletas deverá ser constante, para evitar o retorno do material perfurado para dentro do furo, através da bomba de lama, a fim de não mascarar as amostras de calha.

### **7.11 Fluido de Perfuração**

O fluido deverá visar à performance na perfuração, limpeza, estabilidade e produtividade do poço. Salvo em condições especiais a lama deverá ser mantida dentro dos seguintes parâmetros:

- ✓ Densidade: entre 1,04 e 1,14 g/cm<sup>3</sup>;
- ✓ Viscosidade aparente: entre 35 e 45 segundos;
- ✓ Conteúdo de areia: inferior a 3% de volume;
- ✓ Filtrado: abaixo de 15 cm<sup>3</sup>;
- ✓ PH: entre 7 e 9,5.

**Observação:** A manutenção da lama de perfuração no interior do furo pode influenciar na permeabilidade dos aquíferos. Portanto, se faz imperativo que o tempo de execução da obra seja obedecido.

### **7.12 Registro Diário**

As seguintes informações deverão estar registradas diariamente no livro de obra, o qual deve permanecer no canteiro permanentemente para consulta:

- ✓ Diâmetro da perfuração.
- ✓ Tempo de perfuração.
- ✓ Metragem perfurada e profundidade do poço no fim da jornada de trabalho.
- ✓ Litologia atravessada e avanço de perfuração.
- ✓ Brocas utilizadas.
- ✓ Material do fluido utilizado e registro de densidade, viscosidade, filtrado, pH e teor de areia.

### **7.13 Amostragem**

Deverá ser coletada amostra do material perfurado na canaleta de escoamento da lama, próximo ao furo, em intervalo de 1,00 em 1,00 m, uma amostra bruta e outra lavada.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

As amostras deverão ser secadas, desagregadas e dispostas em ordem crescente de perfuração em caixas numeradas com os respectivos intervalos de profundidade.

#### **7.14 Ordem de Descida (Perfil Litológico e Construtivo)**

Após a constatação da profundidade final da perfuração, com base nas informações registradas, será elaborado pelo responsável técnico da obra (geólogo ou engenheiro de minas da Contratada) a proposta do perfil construtivo e litológico do poço. Neste perfil será descrito todas as litologias cortadas pela broca, zonas aquíferas, e proposições quanto às posições dos filtros e isolamentos.

Esta ordem de descida será submetida à aprovação do corpo de geólogos, responsáveis pela fiscalização da obra.

#### **7.16 Revestimento**

O material de revestimento (tubos e filtros) em PVC aditivado que constituirá a coluna de revestimento do poço tubular deve ter as seguintes características e dimensões:

<b>DN</b>	<b>CLASSE</b>
150	Reforçada

**Observação:** A NBR 13.604, disciplina esta relação da coluna de revestimento.

A abertura das ranhuras dos filtros será definida através das curvas granulométricas das amostras selecionadas durante a perfuração.

#### **7.17 Instalação de Revestimento**

Ao longo do revestimento deverão ser acoplados guias centralizadores espaçados de 8 em 8 m, com diâmetro externo inferior em 2" do diâmetro de perfuração. A instalação deverá obedecer a cuidados especiais, de modo a evitar deformações ou rupturas do revestimento, que possa comprometer ou dificultar a instalação do conjunto moto-bomba



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

submersível. Obturar a extremidade inferior do revestimento com peça apropriada.

#### **7.18 Instalação de Pré-filtro**

A colocação do pré-filtro deverá ser feita paulatinamente, de modo a formar um anel cilíndrico contínuo entre a parede do furo e o revestimento. O pré-filtro será instalado por gravidade, com o fluído preparado adequadamente e circulando em velocidade baixa, até que o pré-filtro atinja a profundidade de 12 m. O adicionamento de pré-filtro deverá ser assegurado durante o desenvolvimento do poço.

#### **7.19 Vedação de Aquífero**

O processo de cimentação de qualquer espaço anelar deverá ser feito numa única operação contínua. O material utilizado na cimentação em situações normais deverá ser constituído de calda de cimento, podendo ser avaliado a necessidade da utilização de outro produto mais adequado diante da necessidade de impermeabilização de zonas indesejáveis, as quais podem comprometer a qualidade da água a ser explorada.

Nenhum serviço poderá ser efetuado no poço durante as 48 h que se seguirem à cimentação.

#### **7.20 Proteção Sanitária**

Deverá ser introduzido no espaço anelar, duas colunas de tubo PVC DN 50, diametralmente opostos, cada coluna com 12 m de comprimento, completando o pré-filtro até 10 m de profundidade (podendo ser maior de acordo com a necessidade) e preencher o espaço restante com argamassa de cimento-areia, traço 1:3.

Deverá ser construída laje de proteção na boca do poço, envolvendo o revestimento. Essa laje deverá ter declividade do centro para a periferia, com espessura mínima de 0,15 m e área não inferior a 1 m<sup>2</sup>. O revestimento deverá ficar saliente 0,50 m acima da laje.

Externamente ao revestimento (boca do poço), deverá ser instalado um suporte tubular em aço, com altura igual e diâmetro maior em 2" ao revestimento, devidamente engastado na laje de proteção, para que o conjunto moto-bomba (edutor) fique apoiado

nele.

### **7.21 Limpeza e Desenvolvimento**

No desenvolvimento do poço deverá ser aplicado o processo de pistoneamento ou ar comprimido. No processo de pistoneamento, o embolo deverá ter diâmetro inferior em 1" do diâmetro do poço. No processo de ar comprimido o método a ser empregado é o de poço aberto.

Os produtos químicos e suas quantidades, que serão utilizados neste processo, devem estar de acordo com a necessidade imposta pelo quimismo dos aquíferos às condições de limpeza da lama de perfuração, detritos etc.

### **7.22 Teste de Produção**

Na instalação do equipamento de bombeamento no poço, deverá ser colocada uma tubulação auxiliar, destinada a medir os níveis d'água, com sua extremidade inferior acima 1 m do crivo da bomba. Na medição de vazão devem ser empregados dispositivos que assegurem uma determinação com relativa facilidade e precisão: para vazões de até 40 m<sup>3</sup>/h, deverão ser empregados recipientes de volume aferido de 200 a 220 l, indeformados e em bom estado de conservação; vazões acima de 40 m<sup>3</sup>/h deverão ser determinadas por meio de sistemas contínuos de medida, tais como: vertedor, orifício calibrado, tubo venturi ou outros.

A tubulação de descarga da água deverá ser dotada de válvula de regulação sensível e de fácil manejo, permitindo controlar e manter constante a vazão em diversos regimes de bombeamento. O lançamento da água extraída deverá ser feito a uma distância de 25,00 metros à jusante do poço.

Antes de dar início ao bombeamento, o operador deverá certificar-se da posição do nível da água original, efetuando, pelo menos, três medidas de nível, a cada meia hora.

As medidas de nível d'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)
--------------------------	-----------------------------



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

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

O teste de vazão deverá ser iniciado com bombeamento à vazão máxima definida, num período mínimo de vinte e quatro horas. Uma vez terminado o teste à vazão máxima, deve-se proceder ao teste de produção.

O teste de produção deverá ser efetuado em quatro etapas de mesma duração, com vazões progressivas, em regime contínuo de bombeamento, mantendo-se a vazão constante em cada etapa. A passagem de uma etapa para outra deverá ser feita de forma instantânea, sem interrupção do bombeamento.

O plano de teste deverá prever um escalonamento de vazões de aproximadamente 40%, 60%, 80% e 100% da vazão máxima.

As medidas de vazão deverão ser efetuadas em correspondência com as de nível d'água. Não poderá haver variação de vazão superior a 10% durante o bombeamento.

### **7.23 Desinfecção**

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.

Deve-se introduzir parte da solução no poço através de tubos auxiliares. O restante da solução deverá ser colocado pela boca do poço de modo à desinfetar o revestimento acima do nível d'água. A solução deverá permanecer no poço por um período não inferior a duas horas

#### **7.24 Análise Laboratorial da Água**

As análises Físico-Químicas e Bacteriológicas deverão atender o que prevê o Art. 19, Art. 22 e ANEXO XV da Portaria 0069/2020, de 15 de junho de 2020, SEMA.

O boletim de análise laboratorial deve conter os seguintes parâmetros: pH, cor, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, Nitrato, Sódio, Ferro, Cloretos, sulfetos, fosfatos, Nitrogênio Amoniacal (Amônia), *Escherichia coli* ou Coliformes termotolerantes, Dureza total, Fluoretos, Potássio, Bicarbonato, Carbonato, STD, Cálcio, Nitritos, Magnésio e Manganês.

Os resultados das análises devem ser entregues em papel timbrado do Laboratório, assinado pelo responsável técnico, com identificação do respectivo Conselho de classe.

As coletas deverão ser realizadas de acordo com critérios e procedimentos normatizados, com laudos assinados por profissionais habilitados e as análises realizadas por Laboratórios que tenham, no mínimo, chave de identificação e sejam credenciados no INMETRO ou alguma instituição por este autorizada.

**Observação:** Estas exigências são pertinentes e justificáveis, tendo em vista a regularização do poço tubular em Outorga de Recurso Hídrico Subterrâneo junto a SEMA-MA.

#### **7.25 Teste de Alinhamento**

A verificação do alinhamento do poço deverá ser feita mediante a introdução de um gabarito de 12 m de comprimento e diâmetro de 25,4 mm menor que o diâmetro de revestimento do poço. O gabarito deverá deslizar livremente em toda a extensão da câmara de bombeamento. O custo desta operação será de inteira responsabilidade da empresa Contratada.

Concluídos todos os serviços, o poço deverá ser lacrado com chapa soldada, tampa rosqueável ou outro dispositivo de modo a evitar possíveis obstruções ou contaminação.

#### **7.26 Tampa do Poço**

Quando da instalação do conjunto moto-bomba, deverá ser instalada a tampa do poço em aço, contendo 2 (dois) orifícios com diâmetros compatíveis com a tubulação do

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

edutor e da tubulação destinada para medição de nível de água no interior do poço. O orifício para passagem do edutor deverá ser centralizado e o orifício destinado para medição de nível de água deverá ficar ao lado deste, de forma a permitir a instalação de tubulação em PVC diâmetro de ½" de comprimento igual ao do edutor.

### **7.27 Acesso ao Nível da Água**

Um tubo pvc de ½", com o mesmo comprimento do tubo edutor, será instalado junto com o conjunto moto bomba submersível. E será preso à tampa do poço com luva em aço. E vedado com tapete em pvc.

## **8. CONTROLE**

A construção do poço tubular será conduzida sob duplo aspecto:

- ✓ Um dos aspectos do controle de qualidade refere-se ao controle dos materiais, em que a fiscalização, na inspeção de campo, deve dar atenção especial para o revestimento (tubo, filtro e acessórios), constatando o bom estado de conservação e a existência de rachadura e deformidade longitudinal e/ou axial além do limite tolerável, que possam comprometer uma maior vida útil do poço tubular, eliminando sua aplicação.
- ✓ O outro aspecto do controle é o que será exercido no canteiro de obra antes, durante e depois da execução do poço tubular. O responsável técnico pela obra (Geólogo ou Engenheiro de Minas), antes de iniciar a construção deverá verificar os equipamentos e acessórios (brocas, hastes, comandos, kit de controle de lama, tubulações, etc.), materiais (bentonita, CMC, cimento, pré-filtro, etc.) e unidade de apoio (carro-pipa, ferramentas, etc.) em disponibilidade no canteiro de obra, com condição e quantidade suficientes para a completa e satisfatória execução do poço tubular. O uso de fluido de perfuração (bentonita, polímeros etc.) deve ser controlada de forma a não prejudicar os aquíferos. Durante a execução do poço tubular, cuja administração técnica local caberá ao Geólogo ou Engenheiro de Minas,



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

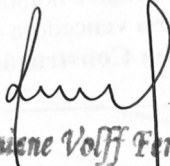
profissionais habilitados para tal atividade, deve-se dar atenção especial ao fluido de perfuração, medindo constantemente as suas características para que não prejudiquem os aquíferos. Depois da construção do poço tubular, deverá ser efetuado o teste de alinhamento (se exigido) e a limpeza da área. O fiscal do projeto deve ser informado sobre todo o andamento da obra, principalmente, na fase de: Revestimento do furo definitivo. A proposição da ordem de descida deve ser avaliada pelo fiscal da obra e pelo responsável técnico da obra, impreterivelmente. O processo de revestimento do poço tubular deve ser acompanhado (in loco) pelo fiscal da obra e pelo responsável técnico da obra, impreterivelmente. Este controle visa à eficiência, garantindo a exploração máxima de água extraída do poço tubular.

- ✓ Os serviços executados que não atenderem as exigências especificadas, tais quais, perdas de construções de poços devido à perda de equipamentos ou ferramentas no interior do furo piloto ou definitivo, poços desalinhados, rompimentos da coluna de revestimento, construção em local discordante daquele indicado, poços com produção de água inapropriada para consumo humano de acordo com a portaria 069/2020 da SEMA-MA, poços com produtividade inferior a 70% do definido neste projeto; a queima, não funcionamento ou instalação inadequada de equipamentos elétricos ou componentes mecânicos deverão ser removidos, substituídos ou reparados, segundo instruções da fiscalização, e as despesas decorrentes destas substituições correrão por conta da Contratada.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

**9. CONCLUSÃO**

O poço tubular terá a profundidade estimada de 120m, de o diâmetro de revestimento de 14" e deverá ser concluído com diâmetro final de 6", e vazão esperada de até 15m<sup>3</sup>/h. Vale ressaltar, que o Projeto final do poço tubular deverá ser definido, por profissional habilitado, após a realização do furo piloto (guia) e descrição das amostras de calhas. Por fim, vale ressaltar que os camadas de rocha indesejáveis deverão ser isolados, corretamente, para assegurar que a água captada fique dentro dos padrões de potabilidade permitido na legislação.

  
Daiane Volff Ferreira  
Geóloga

---

CREA/MA 110659  
Daiane Volff Ferreira  
Geóloga  
CREA - RN 110659MA

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

**10. BIBLIOGRAFICAS:**

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12.212 de abril de 1992. Projeto de poço para captação de água subterrânea.
- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12.244 de abril de 1992. Fixa condições exigíveis na construção de poço para captação de água subterrânea destinada ao abastecimento público.
- SEMA- Secretaria de Estado do Meio Ambiente- Governo do Estado do Maranhão. Portaria Nº 069, de 15 de junho de 2020.1-Requerimento e documentação (Anexo I), Características do Empreendimento-Consumo Humano (Anexo II.2), Características do Manancial Subterrâneo (Anexo V-B) e, Estudo Hidrogeológico (Anexo IV).
- DNPM/MME. Geologia do Brasil. Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente, Incluindo Depósitos Minerais. Brasília, 1984.
- NIMER, E. e BRANDÃO, A.M.P.M. 1989. Balanço Hídrico e Clima da Região do Cerrado. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - DERNA, IBGE, Rio de Janeiro, 166 p.
- RODRIGUES, T.L. de N; ARAÚJO, C.C. de; CAMOZZATO; RAMGRAB, G.E. 1994. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, São Luís, Folha SA.23 -Z-A Cururupu. Folha SA.23-X-C. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM 114p. il.
- VEIGA JÚNIOR, J.P. e OLIVEIRA, R.G. de, 2000. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil. São Luís NE/SE, Folhas SA.23-X e SA.23-Z. Estados do Maranhão e Piauí. Escala 1:500.000. Brasília. CPRM.
- SILVA, F.A.C da.- Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba- subprojeto hidrogeologia, relatório final- folha 3- São Luís SO. Recife, DNPM- CPRM, 1979, 2v.
- CORREIA Filho, Francisco Lages. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Imperatriz e do município de Carolina. Francisco Lages Correia Filho, Érico Rodrigues Gomes, Ossian Otávio Nunes, José Barbosa Lopes Filho. - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p.: il. 1. Hidrogeologia – Maranhão - Cadastro. 2. Água subterrânea – Maranhão - Cadastro. I. GOMES, Érico Rodrigues. II. Nunes, Ossian Otávio. III. Lopes Filho, José Barbosa. IV. Título. RELATÓRIOS DIAGNÓSTICOS DOS MUNICÍPIOS DE BACABEIRA E ROSÁRIO.
- SEMA, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Renováveis – SEMA – MA. Portaria Nº 0069 de 15 de junho de 2020.
- ANA, Agência Nacional de Águas (2019/2020). ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO LUÍS – MA. Subsídios para o Uso Sustentável dos Recursos Hídricos. RELATÓRIO FINAL. VOLUME I – Apresentação, Caracterização Hidroclimática, Avaliação da Urbanização, Balanço Hídrico e Recargas Naturais e Urbanas. VOLUME II - Solos e Testes de Infiltração, Geomorfologia, Uso e Ocupação





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PENALVA**  
CNPJ.: 06.179.402/0001-81

do Solo, Caracterização Geológica e Geofísica. VOLUME III - Avaliação Hidroquímica, Análise Isotópica, Cadastro de Poços e Fontes de Poluição, Caracterização Hidrogeológica e Testes de Aquíferos. Brasília, DF. Novembro de 2019 - Apresentação em Simpósio em São Luís em dezembro de 2019.