



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA - DGEOL**

**ANDRÉ LUIZ TOLEDO**

**Acompanhamento da Perfuração Rotoperçussiva e Completação  
de Poço Tubular no Povoado Estancinha/SE**

**Orientador: Prof. Dr. José Batista Siqueira**

**Coorientador: Geól. Mike Henderson Santana Batista**

**São Cristóvão - SE  
2018**

# **Acompanhamento da Perfuração Rotoperçussiva e Completação de Poço Tubular no Povoado Estancinha/SE**

**ANDRÉ LUIZ TOLEDO**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Sergipe em cumprimento às exigências para obtenção do título de bacharel em geologia.**

**São Cristóvão - SE  
2018**

**ANDRÉ LUIZ TOLEDO**

**Acompanhamento da Perfuração Rotopercussiva e Completação de Poço Tubular no Povoado Estancinha/SE**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Sergipe em cumprimento às exigências para obtenção do título de bacharel em geologia.**

---

Prof. Dr José Batista Siqueira  
Orientador - UFS

---

Profa. Msc. Adjanine Carvalho Santos Pimenta  
Membro Interno – UFS

---

Mário Ricardo Rodrigues Santos - Geólogo  
Membro Externo

Data da Apresentação Pública: 06 de Fevereiro de 2018.

## DEDICATÓRIA

“A Deus e aos meus pais Luiz e Vilma e minha irmã Fernanda, pela força e apoio em todos os momentos”

## **AGRADECIMENTOS**

Em especial ao meu orientador Professor José Siqueira sempre solícito nos momentos que precisei.

Ao Geólogo Mike meu supervisor de estágio que me forneceu os dados e boas dicas, necessárias a confecção do trabalho.

Ao Sr. Henrique Sobral que me ajudou na coleta dos dados durante as saídas a campo.

Aos amigos que fiz durante essa longa e árdua jornada: Fábio César, Mara, Felipe (Nogueira), Breno, Mário, Xerxes, Rafael e a todos que me ajudaram de alguma forma, e os que torcem pela minha vitória e sucesso.

## RESUMO

A água é vital para toda espécie de vida no planeta Terra. Nos últimos anos, o assunto água tem merecido a atenção mundial em fóruns específicos de discussões sobre os riscos que a envolvem. No Brasil, e mais especificamente na região nordeste, não é diferente, ações desenvolvidas, em termos de hidrologia de águas subterrâneas, ficaram praticamente restritas à perfuração de poços. Por isso, encontrar água de boa qualidade para o consumo humano está cada vez mais difícil. Em Sergipe, que está incluído parcialmente no polígono das secas a falta de água constitui um ponto negativo ao desenvolvimento sócio econômico. A perfuração de poços hoje é o responsável por amenizar este problema. No povoado Estancinha, município de Lagarto, foi acompanhado a perfuração do poço através dos métodos rotopercussivo e rotopneumático, além da completação com tubos de PVC geomecânico. A sondagem iniciou-se no dia 26/07/2017, através da sondagem rotopercussiva onde perfurou-se praticamente toda a Formação Barreiras com posterior completação e cimentação até a profundidade de 78 metros. Após esta profundidade deu-se início a perfuração da formação Lagarto por meio do método rotopneumático, a qual é composta por metarenito. A perfuração atingiu um total de 130 metros de profundidade, sendo obtida uma vazão de 12184 m<sup>3</sup>/h.

**Palavras-chave:** Água, Perfuração e Poço Tubular.

## ABSTRACT

Water is vital for all species of life on planet Earth. In recent years, the water issue has earned worldwide attention in specific forums for discussions about the risks involved. In Brazil, and more specifically in the Northeast, is no different, actions developed, in terms of hydrology of groundwater, were practically restricted to drilling. So, find good quality water for human consumption is increasingly difficult. In Sergipe, which is included partially in the polygon of droughts water scarcity poses a downside to social economic development. Drilling today is responsible for mitigating this problem. In the village Estancinha, municipality of Lagarto, was accompanied by the drilling of well through the rotopercussivo and rotopneumático methods, in addition to completion with PVC pipes geomechanical. The poll started on 26/07/2017, through the rotopercussiva poll where pierced almost all Training Barriers with later completion and cementing to the depth of 78 meters. After this deep drilling has begun training Lagarto through the rotopneumático method, which consists of metarenito. The drilling has reached a total of 130 meters of depth, being obtained a 12184 flow m<sup>3</sup>/h.

**Keywords:** Water, Drilling and Tubular Well.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 Objetivo Geral .....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>16</b>
<b>4. METODOLOGIA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
4.1 Funções dos Aquíferos.....	18
4.2 Tipos de Aquíferos .....	20
4.2.1. Quanto à Superfície Superior dos Aquíferos .....	21
4.2.2. Quanto à Porosidade .....	22
<b>5. SONDAGEM</b> .....	<b>24</b>
5.1. Sondagem de Solo.....	24
5.2. Métodos de Sondagem.....	25
5.2.1 Sondagem a Trado.....	25
5.2.2 Sondagem a Percussão.....	27
5.2.3 Sondagem Rotativa.....	28
5.2.4 Sondagem a Rotopercussão.....	30
5.2.5 Sondagem Rotopneumática.....	31
5.3 Poços Tubulares .....	32
<b>6. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO</b> .....	<b>34</b>
6.1 Geologia Regional e Local .....	35
6.2 Formação Barreiras.....	37
6.3 Formação Lagarto.....	38
6.4. Domínios Hidrogeológicos .....	39
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>50</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>51</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização e vias de acesso ao povoado Estancinha	15
Figura 2: Limite entre zona não saturada e saturada	17
Figura 3: Funções principais de aquíferos	18
Figura 4: Tipos de aquíferos	19
Figura 5: Tipos de aquíferos quanto á porosidade	23
Figura 6: Sondagem a trado cavadeira	25
Figura 7: Sondagem a trado espiral	25
Figura 8: Sondagem a trado helicoidal	26
Figura 9: Sonda a percussão	27
Figura 10: Método rotativo. detalhe da haste giratória onde é acoplada a broca	28
Figura 11 : Modelo de máquina perfuratriz	30
Figura 12 : Sondagem rotopneumática	32
Figura 13: Esquema de poços tubulares em diferentes tipos de rochas	34
Figura 14: Gráfico de distribuição das chuvas em Lagarto	35
Figura 15: Contexto geológico do município	36
Figura 16: Formação Lagarto	39

Figura 17: Domínios Hidrogeológicos do Estado de Sergipe	40
Figura 18: Poço próximo com 60m de profundidade e baixa vazão	41
Figura 19: Tanque de lama para circulação da água	42
Figura 20: Calibrador de perfuração de 10 polegadas	43
Figura 21: Sonda rotopercussiva	43
Figura 22 : Caçamba de limpeza	44
Figura 23: Amostras de calha do Poço P2A – Estancinha	45
Figura 24: Argila plástica	45
Figura 25: Cascalho para o pré filtro do poço P2A	47
Figura 26: PVC geomecânico	47
Figura 27: Sonda rotopneumática	48
Figura 28: Compressor que alimenta a sonda	48
Figura 29: Amostras de calha a cada 3 metros	48
Figura 30 : Desenho esquemático do poço P2A	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Intervalos perfurados do poço P2A	45
Tabela 2: Revestimento utilizando-se PVC geomecânico	46
Tabela 3: Revestimento por filtros	46

## **LISTAS DE SIGLAS**

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SPT - Standard Penetration Test

SRH - Superintendência de Recursos Hídricos

## 1. INTRODUÇÃO

A água é vital para toda espécie de vida no planeta Terra. Nos últimos anos, o assunto água tem merecido a atenção mundial em fóruns específicos de discussões sobre os riscos que a envolvem. Alguns exemplos são: a escassez, a contaminação, a renovação das fontes, a cultura do desperdício, a má distribuição, o uso indevido dos mananciais subterrâneos e a poluição das águas superficiais, que são alarmantes, além dos conflitos armados envolvendo disputas por água entre nações (SILVA, 2011).

No Brasil, durante a primeira metade do século, as ações desenvolvidas, em termos de hidrologia de águas subterrâneas, concentram-se na região Nordeste e ficaram praticamente restritas à perfuração de poços. Essa atividade esteve geralmente associada a programas esporádicos (ditos emergenciais) de combate às secas e, sempre, sem muita preocupação com a execução de estudos básicos para avaliação de recursos disponíveis e planejamento de uma política permanente de administração e uso da água, capaz de garantir uma convivência produtiva do nordestino com a sua terra sem o estigma da seca (FEITOSA et. al, 2008).

Por isso, encontrar água de boa qualidade para o consumo humano está cada vez mais difícil. Apesar de haver grande quantidade de água doce superficial, a escassez no Brasil torna-se cada dia mais grave. A redução da disponibilidade de água de qualidade tem avançado devido, dentre outros motivos, ao aumento da população e à falta de gestão adequada, e na busca por fontes alternativas, as comunidades voltam-se para a extração de água de aquíferos subterrâneos (KEMERICH, 2008).

A água subterrânea é uma fonte imprescindível de abastecimento de água. Mesmo em locais de clima e geologia favoráveis ao acúmulo de água superficial, como na região sul e sudeste do país, a importância da água subterrânea emerge em períodos críticos de secas, quando esses recursos superficiais não conseguem atender, parcial ou totalmente a demanda.

Além disso, o desenvolvimento econômico e o aumento populacional resultam, em maior demanda no abastecimento de água, sendo necessário recorrer cada vez mais às águas subterrâneas.

A utilização crescente da água subterrânea é, sem dúvida, produto das vantagens que ela apresenta sobre os recursos de superfície e do avanço alcançado nos últimos anos, tanto no conhecimento de suas condições de ocorrência quanto na tecnologia de captação.

Observa-se uma importância cada vez mais relevante da água subterrânea como fonte de abastecimento. Devido a uma série de fatores que restringem a utilização das águas superficiais, bem como ao crescente aumento dos custos da sua captação, adução e tratamento, a água subterrânea está sendo reconhecida como alternativa viável aos usuários e tem apresentado uso crescente nos últimos anos, obtidas através de poços bem localizados e construídos.

Além dos problemas, a facilidade de contaminações inerentes às águas superficiais, o maior interesse pelo uso da água subterrânea vem sendo despertado, pela maior oferta deste recurso e em decorrência do desenvolvimento tecnológico, o que promoveu uma melhoria na produtividade dos poços e um aumento de sua vida útil (CAPUCCI, 2001).

A água é fundamental para a vida, um recurso renovável, porém limitado e de valor econômico. Sua escassez pode ocorrer tanto por condições climáticas, hidrológicas e hidrogeológicas, como por demanda excessiva no consumo descontrolado.

Sua importância não se restringe apenas à sobrevivência humana, mas também para o desenvolvimento de todas as atividades produtivas, devendo para tanto, serem assegurados seus usos múltiplos.

Diante do exposto, o estado de Sergipe localizado no Nordeste do Brasil está parcialmente incluído no chamado Polígono das Secas. Nesse cenário, a falta de água constitui um ponto negativo ao desenvolvimento sócio econômico e a subsistência da população, tornando-se perceptível a necessidade de uma gestão que promova a integração dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, modificando assim o cenário de escassez na região (OLIVEIRA, 2014).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

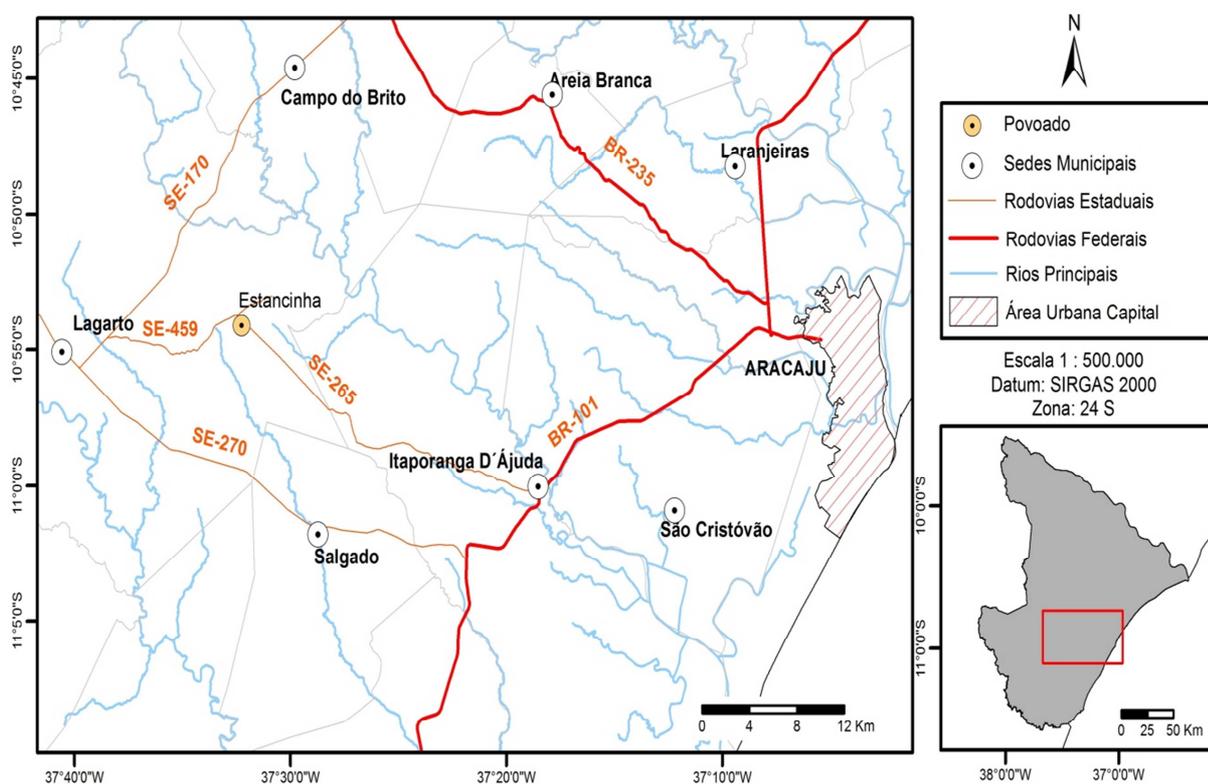
Demonstrar as etapas necessárias para a perfuração e completação de poços artesianos, bem como a importância da água para a população do Povoado Estancinha/SE.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Acompanhar as etapas referentes a perfuração e completação do poço;
- Levantar os dados preexistentes da área em estudo;
- Interpretar os dados gerados nos trabalhos de campo.

### 3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo localiza-se no povoado Estancinha, pertencente ao município de Lagarto-SE, o acesso à área se dá partindo-se de Aracaju pela BR-101 até o município de Itaporanga D'Ajuda onde se segue pela SE-265, até o povoado Estancinha onde está localizado o poço P2A, objeto deste trabalho (Figura 1).



#### **4. METODOLOGIA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A aplicação dos procedimentos metodológicos na execução deste trabalho foi subdividido em duas etapas: a primeira refere-se ao levantamento e revisão do material bibliográfico objetivando a apropriação do conhecimento sobre o tema, e a segunda etapa contempla as atividades de campo, bem como tratamento e interpretação dos dados coletados.

A água subterrânea no ciclo hidrogeológico representa aproximadamente 22% (8,4 milhões de km<sup>3</sup>) do suprimento mundial de água doce. Como todas as outras águas no ciclo hidrológico, a fonte inicial da água subterrânea são os oceanos.

Mas sua fonte mais imediata é a precipitação que se infiltra no solo e penetra nos vazios dos sedimentos e rochas. A água subterrânea pode vir também da água infiltrada de correntes, lagos, pântanos, lagos artificiais de recarga e sistemas de tratamento de água.

No nordeste brasileiro as águas subterrâneas originaram-se exatamente com as águas da superfície, isto é, águas que provêm das chuvas. A utilização das águas subterrâneas no Nordeste vem sendo feita desde os povos primitivos, que utilizavam este recurso para atender suas necessidades hídricas. Os povos primitivos nordestinos captavam as águas subterrâneas através de nascentes aflorantes e de lençóis freáticos rasos (AB` SABER, 2003).

São muitas as vantagens que as águas subterrâneas apresentam em relação às águas superficiais, dentre elas: 1- estão mais protegidas da poluição; 2- seu custo de captação é mais barato porque pode ser captada próxima da área consumidora e com isso, o processo de distribuição também torna-se mais acessível; 3- em geral, as águas subterrâneas não precisam de nenhum tratamento, a não ser os cuidados necessários para evitar sua contaminação, o que, além de ser uma grande vantagem econômica, também contribui significativamente para a saúde humana; 4- a medida em que a população vai crescendo e a necessidade de água aumenta na mesma proporção, mais poços podem ser perfurados, dispensando grandes investimentos de capital de uma única vez (PIMENTEL, 2013).

Independente de sua fonte, a água subterrânea, movendo-se através de pequenas aberturas entre o solo e partículas de sedimento e espaços nas rochas, remove muitas impurezas, como microorganismos que causam doenças e muitos poluentes. No entanto, nem todos os solos e rochas são bons filtros, algumas vezes, pode estar presente tanto no material indesejável quando contamina a água subterrânea.

O movimento da água subterrânea e sua recuperação em poços dependem de dois aspectos críticos dos materiais em que se move: porosidade e permeabilidade (WICANDER & MONROE, 2009). O limite entre as zonas não saturada e saturada é comumente chamado de lençol freático.

Em hidrogeologia a denominação água subterrânea é atribuída apenas à água que circula na zona saturada, isto é, na zona situada abaixo da superfície freática (Figura 2).

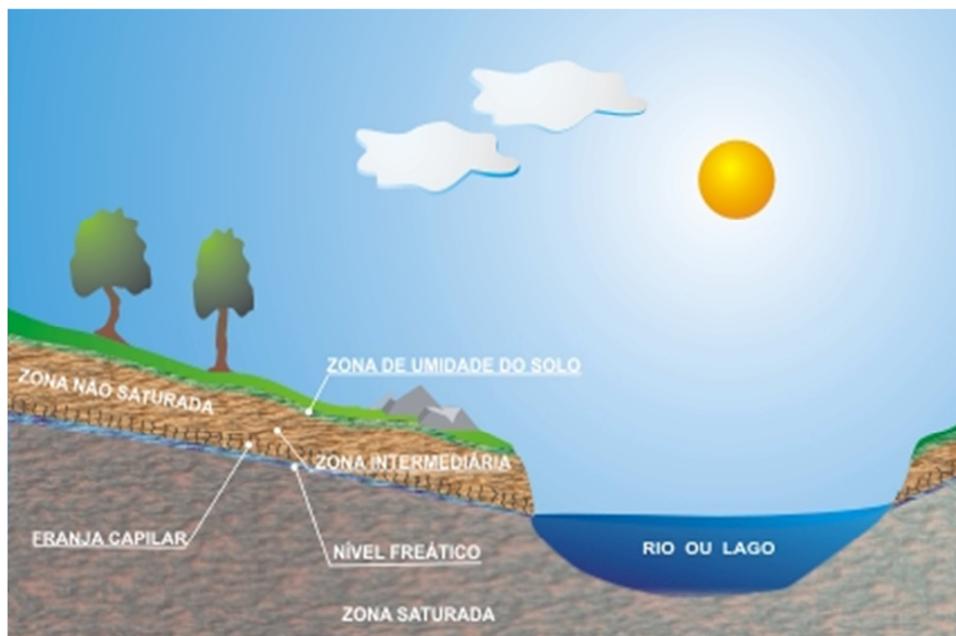


Figura 2: Limites entre zona não saturada e saturada. Fonte: BORGHETTI et al. 2004.

## 4.1 Funções dos Aquíferos

Denomina-se aquífero uma formação geológica que armazena e transmite significativas quantidades de água em seu interior. Já um aquíclode (Figura 3) é uma formação que pode conter água (até mesmo em quantidades significativas, mas não há transmissão dessa água). As formações impermeáveis, como as camadas de argila, são exemplos de aquíclode.

Um aquítarde (Figura 3) é uma camada ou formação semipermeável, delimitada no topo e/ou na base por camadas de permeabilidade muito maior. O aquítarde tem o comportamento de uma membrana semipermeável através da qual pode ocorrer uma filtração vertical ou drenança (FEITOSA et. al, 2008).

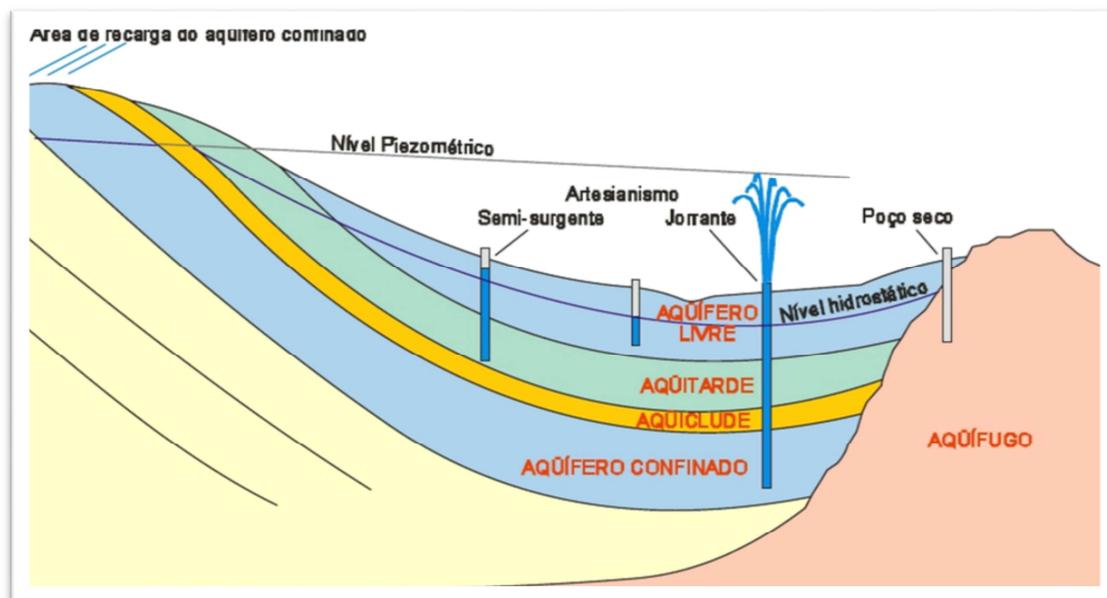


Figura 3: Funções principais de aquíferos. Fonte: ABAS,2017.

A função mais tradicional e ainda de maior alcance de um aquífero é como fornecedor de água naturalmente potável. Os processos de filtração e as reações bio-geoquímicas que ocorrem no subsolo fazem com que as águas subterrâneas apresentem, geralmente, boa potabilidade e ocorram mais bem protegidas dos agentes de poluição.

Os aquíferos ainda, desempenham o papel de estocagem ao receberem água por recarga natural durante os períodos de chuvas e enchentes dos rios. E têm função de filtro natural ao proporcionar a filtragem física da água de superfície mediante técnicas de captação induzida reduzindo custos de tratamentos convencionais (PEDROSA & CAETANO, 2002).

## 4.2 Tipos de Aquíferos

Um aquífero é uma formação geológica com suficiente permeabilidade e porosidade interconectada para armazenar e transmitir quantidades significativas de água, sob gradientes hidráulicos naturais (FONTENELLE & DOS SANTOS, 2008).

O termo “quantidades significativas” é obviamente relativo e depende do uso final do poço. No âmbito da perfuração de poços significa quantidades que são economicamente viáveis.

A maioria dos aquíferos desenvolvidos em todo o mundo, com altas vazões, consistem de areias e cascalhos inconsolidados encontrados em planícies costeiras, vales aluviais e depósitos glaciais.

No Brasil, além destes tipos, também são encontrados aquíferos adequados em arenitos e os basaltos fraturados e os calcários com canais formados por dissolução e com fraturas.

Em algumas áreas, rocha cristalina fraturada, tal como granito, tem sido perfurada para o suprimento de água, mas as vazões são em geral bem baixas, se comparadas as dos aquíferos de areia e de cascalho (CLEARY, 1989). Os tipos de aquíferos estão ilustrados na Figura 4.

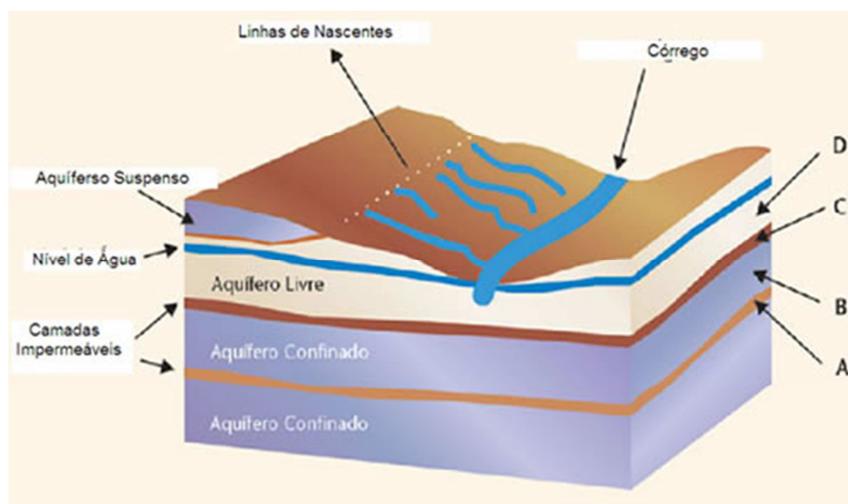


Figura 4: Tipos de aquíferos. Fonte: [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br).

### 4.2.1. Quanto à Superfície Superior dos Aquíferos

Aquífero Livre – Também chamados de freáticos ou não confinados, são aqueles cujo limite superior é a superfície de saturação ou freática na qual todos os pontos se encontram a pressão atmosférica (FEITOSA et. al, 2008). A superfície superior da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica, com a qual se comunica livremente.

Os aquíferos livres têm a chamada recarga direta, o nível da água varia segundo a quantidade de chuva. São os aquíferos mais comuns e mais explorados pela população (Figura 4). São também os que apresentam maiores problemas de contaminação (ABAS, 2017).

Aquífero Confinado ou Artesiano - é aquele constituído por uma formação geológica permeável, confinada entre duas camadas impermeáveis ou semipermeáveis (Figura 4), a pressão da água no topo da zona saturada é maior do que a pressão atmosférica naquele ponto, o que faz com que a água ascenda no poço para além da zona aquífera. O seu reabastecimento, através das chuvas, dá-se preferencialmente nos locais onde a formação aflora à superfície.

Nestes, o nível da água encontra-se sob pressão, podendo causar artesianismo nos poços que captam suas águas. Os aquíferos confinados têm a chamada recarga indireta e quase sempre estão em locais onde ocorrem rochas sedimentares profundas. De acordo com as camadas limítrofes que confina o aquífero, estes podem ser classificados como:

Aquífero Confinado Drenante – São aqueles onde pelo menos uma das camadas limítrofes é semipermeável, permitindo a entrada ou saída de fluxos pelo topo e/ou base, através da drenança ascendente ou descendente.

Aquífero Confinado não Drenante – São aquíferos cujas camadas limítrofes, superior e inferior, são impermeáveis. Em um poço que penetra num aquífero desse tipo, o nível de água subterrânea fica acima da base da camada superior (FEITOSA et. al, 2008).

A captação por sondagem nesse tipo de aquífero, a água jorra naturalmente sem a necessidade de bombeamento e os poços são denominados “jorrantes” ou ‘artesianos’.

Aquífero SemiConfinado - é aquele que se encontra limitado na base, no topo, ou em ambos, por camadas cuja permeabilidade é menor do que a do aquífero em si.

O fluxo preferencial da água se dá ao longo da camada aquífera. Secundariamente, esse fluxo se dá através das camadas semiconfinantes, à medida que haja uma diferença de pressão hidrostática entre a camada aquífera e as camadas subjacentes ou sobrejacentes (ABAS, 2017).

Em certas circunstâncias, um aquífero livre poderá ser abastecido por água oriunda de camadas semiconfinadas subjacentes, ou vice-versa. Zonas de fraturas ou falhas geológicas poderão, também, constituir-se em pontos de fuga ou recarga da água da camada confinada.

Perfurando-se um aquífero confinado, a água subirá acima do teto do aquífero, devido à pressão exercida pelo peso das camadas confinantes sobrejacentes. A altura a que a água sobe chama-se nível potenciométrico.

Em uma perfuração de um aquífero livre, o nível da água não varia porque corresponde ao nível da água no aquífero, isto é, a água está à mesma pressão que a pressão atmosférica (BORGHETTI, 2004).

Aquífero Suspenso: É um caso especial de aquífero livre, quando é formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável de extensão limitada e situada entre a superfície freática regional e o nível do terreno (FEITOSA et. al, 2008).

#### **4.2.2. Quanto à Porosidade**

De acordo com a porosidade, os aquíferos podem ser classificados como granulares, fissurais ou cársticos.

Aquífero granular ou sedimentar - é aquele formado por rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados ou solos arenosos, onde a circulação da água se faz nos poros formados entre os sedimentos de granulação variada (Figura 5), constituem-se nos mais importantes aquíferos, pelo grande volume de água que armazenam, e por sua ocorrência em grandes áreas.

Esses aquíferos ocorrem nas bacias sedimentares e em todas as várzeas onde se acumularam sedimentos arenosos. Uma particularidade desse tipo de aquífero é sua porosidade quase sempre homoganeamente distribuída, permitindo que a água flua para qualquer direção, em função tão somente dos diferenciais de pressão hidrostática ali existente, essa propriedade é conhecida como isotropia.

Nos Aquíferos fraturados ou fissurais - a circulação da água ocorre nas fraturas, fendas e falhas, abertas devido ao movimento tectônico. São formados por rochas ígneas, metamórficas e tem como exemplo de rochas: basaltos, granitos, gabros, quartzitos (Figura 5).

A capacidade dessas rochas de acumularem água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação, permitindo a infiltração e fluxo da água. Poços perfurados nessas rochas fornecem poucos metros cúbicos de água por hora, sendo que a possibilidade de se ter um poço produtivo dependerá, desse poço interceptar fraturas capazes de armazenar e conduzir a água.

Nesses aquíferos, a água só pode fluir onde houver fraturas, que, quase sempre, tendem a ter orientações preferenciais. São ditos, portanto, aquíferos anisotrópicos. Um caso particular de aquífero fraturado é representado pelos derrames de rochas vulcânicas basálticas, das grandes bacias sedimentares brasileiras.

Os aquíferos cársticos – são formados por rochas calcáreas ou carbonáticas, onde a circulação da água se faz nas fraturas e outras descontinuidades (diáclases) que resultaram da dissolução do carbonato pela água (Figura 5). Essas aberturas podem atingir grandes dimensões, criando, nesse caso, verdadeiros rios subterrâneos. São aquíferos heterogêneos, descontínuos, com águas duras devido à quantidade de sais dissolvidos.

O conhecimento das peculiaridades hidrológicas dos carstes recentemente vem tendo uma crescente importância, não só pelo interesse na compreensão do seu funcionamento como reservatório de água subterrânea, mas também pela sua influência em uma série de problemas geotécnicos e ambientais. Em muitas circunstâncias o entendimento do sistema hidráulico desse tipo de aquífero torna-se muito difícil em vista de suas características genéticas.

A caracterização do sistema hidráulico de um carste, na maioria das vezes, é difícil pelos métodos convencionais, tendo em vista que a infiltração, armazenamento e a circulação das águas subterrâneas estão condicionados a dissolução aleatória e/ou ao fraturamento das rochas carbonáticas (SILVA, 1984).

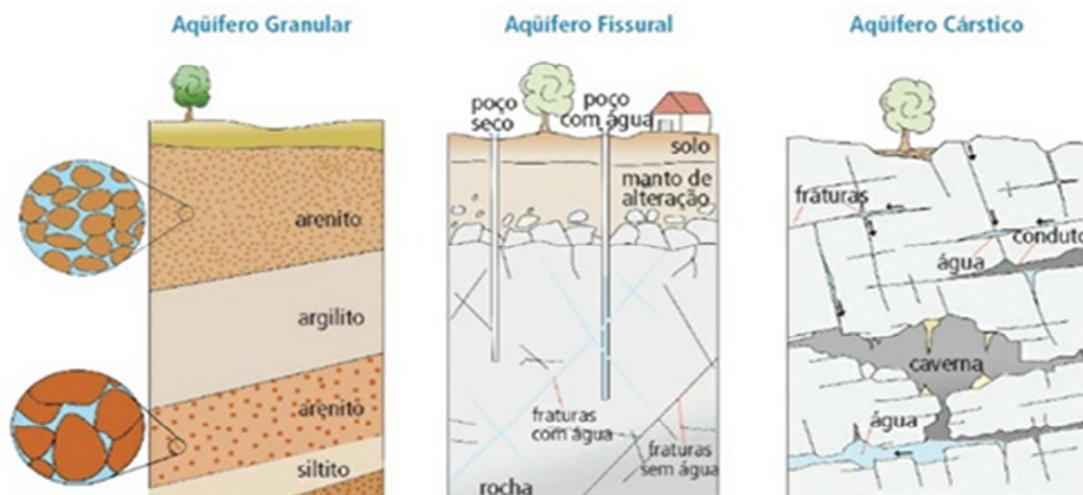


Figura 5: Tipos de aquíferos quanto a porosidade. Fonte: IRITANI & EZAKI, 2008.

## 5. SONDAGEM

### 5.1. Sondagem de Solo

Sondagem é um tipo de investigação feita para saber que tipo de solo existe em um terreno, a sua resistência, a espessura das camadas, a profundidade do nível de água e até mesmo a profundidade onde está a rocha.

A finalidade desta é a investigação do subsolo a partir da coleta da amostra do intervalo perfurado. Essa amostra é denominada testemunho de sondagem, se for obtida em sondagem diamantada ou amostra de calha se forem coletados os fragmentos provenientes da perfuração (DELATIN, 2017).

Atualmente os equipamentos de sondagem podem ser estruturas não móveis, sobre rodas, sobre esteiras rolantes e desmontáveis, estas utilizadas em locais de difícil acesso.

As sondagens de simples reconhecimento do subsolo são amplamente empregadas no Brasil. Este processo é considerado um dos meios mais econômicos de se fazer o reconhecimento da subsuperfície e muito difundido entre as ciências da terra tais como a Geologia, Geotecnia, e mais recentemente, no campo dos estudos ambientais.

Além de fornecer características importantes sobre o lençol freático e do solo, quando associado ao ensaio de penetração dinâmica (SPT), mede também a resistência ao longo da profundidade perfurada (QUARESMA et al., 1996).

## **5.2. Métodos de Sondagem**

As sondagens são conhecidas como diretas porque fazem a intervenção direta no terreno, podendo expor informações dos solos ou rochas interceptados, através de testemunhos ou amostras de calha. Essas sondagens são comuns em obras lineares (estradas, ferrovias, barragens). Elas são também indicadas para pequenas obras, principalmente em terrenos pedregosos e perfuração de poços (CONCIANI, 2013).

De acordo com a CPRM (1998), existem vários métodos de perfuração de poços tubulares. Aqui serão enfatizadas as principais formas de perfuração a depender do tipo de rocha.

O método de sondagem depende do tipo, dimensão da obra e natureza da rocha.

### **5.2.1 Sondagem a Trado**

A sondagem a trado é um método de investigação geológico – geotécnico de solos que utilizam como instrumento o trado: um tipo de amostrador de solo constituído por lâminas cortantes que podem ser espiraladas (trado helicoidal ou espiral) ou convexas (concha ou cavadeira). Tem por finalidade coleta de amostras deformadas e identificação dos horizontes do terreno (IN-04/94).

Os trados são ferramentas colocadas na ponta de uma haste para cavar e coletar solos ou passar uma camada de pedras ou raízes. Existem diversos tipos de trados. Os principais tipos são descritos a seguir:

O trado cavadeira é o mais empregado nas sondagens. Ele serve para cavar ou avançar o furo de sondagem, é comumente confundido com a cavadeira de dois cabos.

Os trados cavadeira (Figura 6) variam de 5, 10, 15 cm de diâmetro e são usados para estudos de ocorrências de materiais para terraplanagem e pavimentação, barragens, nos estudos de subleito rodoviários e ainda para avanço da perfuração nas sondagens até que se encontre o nível de água ou até o seu limite de utilização (CONCIANI, 2013).



Figura 6: Sondagem a trado cavadeira Fonte: CONCIANI, 2013.

Os trados helicoidais, torcidos ou em espiral são empregados no interior do revestimento de sondagens a percussão, podendo ser utilizados nos solos argilosos, mesmo abaixo do nível de água.

O trado espiral (Figura 7) serve para aprofundar o furo de sondagem e não coletar amostras, uma vez que o solo se mistura e não tem como saber de que profundidade ele foi retirado.



Figura 7: Sondagem a trado espiral. Fonte: CONCIANI, 2013.

O trado helicoidal (Figura 8) é empregado para passar por profundidades onde haja obstáculo do tipo pedra, raiz, lixo e solo muito duro. Nesses casos o trado helicoidal corta ou desloca o obstáculo e permite a continuação do furo de sondagem.



Figura 8: Sondagem a trado helicoidal. Fonte: CONCIANI, 2013.

### 5.2.2 Sondagem a Percussão

A sondagem de simples reconhecimento teve início nos Estados Unidos em 1902 com uma proposta para um processo de amostragem utilizando um aparelho com cravação dinâmica e um amostrador com diâmetro de 25.4 mm e comprimento variando entre 300 e 450 mm, onde o amostrador era cravado no solo utilizando-se um martelo de 50 kg.

Segundo SILVA, 2007, no Brasil a sondagem do tipo (SPT) foi introduzida em 1939 pela seção de Solos e Fundações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT). No início encontrou dificuldades para conseguir tubos com as dimensões do amostrador do tipo Raymond. Então, desenvolveu-se um amostrador próprio que deixou de ser usado na década de 70 devido à tendência internacional de normalização do equipamento.

Atualmente este método de investigação de solo cujo avanço da perfuração é feito por meio de trado ou de lavagem, utiliza-se a cravação de um amostrador para a medida de índices de resistência à penetração (Figura 9), obtenção de amostras, determinação do nível d'água e execução de vários ensaios in situ.

É possível, ainda, no final do ensaio a penetração, medir o torque para a ruptura da amostra e instalar a instrumentação (DELATIN, 2013).

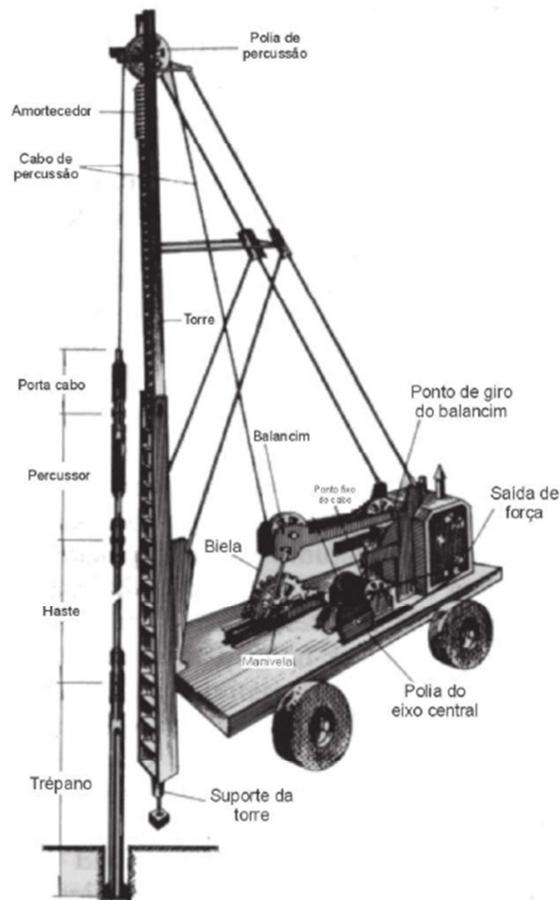


Figura 9: Sondagem a percussão adaptado (CUSTODIO & LIAMAS, 1983).

### 5.2.3 Sondagem Rotativa

É o método mais rápido e o mais indicado para perfuração em rochas sedimentares não consolidadas (Figura 10). O sistema opera geralmente por circulação direta do fluido de perfuração (lama bentonítica), injetado por bomba através das hastes, dotadas em sua extremidade de uma broca oca em rotação.

A lama bentonítica ascende pelo espaço anular do furo até chegar à superfície, onde passa por uma peneira vibratória, sendo depois canalizada para um tanque de sedimentação, a partir daí passa para um segundo tanque de armazenamento, onde é captada por uma nova bomba, recondicionada se necessário, e retornando à perfuração. A perfuratriz é girada por uma mesa rotativa permitindo que a haste de perfuração avance para baixo, na medida em que o furo de sondagem evolui.

As sondagens rotativas destinam-se a perfuração e amostragem de maciços rochosos porém, em geral, é necessário atravessar camadas de solo, com espessura e características muito variáveis, para alcançar o maciço rochoso (DELATIN, 2013).

À medida que a sondagem avança, a depender das condições de estabilidade do material escavado, se faz necessário o revestimento do poço.

Nos casos em que o desmoronamento ocorre em profundidades maiores, é comum usar lama bentonítica ou um polímero.

A escolha por uma ou outra forma deve levar em conta a maior ou menor facilidade de firmar o conjunto de lavagem no furo e de retirá-lo após a sondagem. Os poços construídos em sedimentos são revestidos com PVC geomecânico, em diâmetros entre 8" a 10", sendo utilizada cimentação para isolamento de águas indesejáveis, comumente encontradas em todos os aquíferos sedimentares (CAPUCCI, 2001).



Figura 10: Sondagem rotativa detalhe da haste giratória onde é acoplada a broca. Fonte: M. Ricardo.

## 5.2.4 Sondagem a Rotopercussão

Sondagem a rotopercussão é um método de perfuração de poços com o uso de equipamentos rotopercussivos (Figura 11), geralmente com propulsão pneumática ou a óleo diesel. Pode ser adaptado nos equipamentos um sistema de circulação de água para auxiliar na remoção dos detritos de perfuração e limpeza de furo de sondagem (DELATIN, 2013).

O sistema à percussão é bastante eficaz em materiais rochosos cristalinos, correspondentes aos granitos e gnaisses. Consiste na elevação e queda de uma série de pesadas ferramentas sustentadas por um cabo de aço dentro do furo de sondagem, acionadas por meio de um motor diesel que move um excêntrico conectado a um balancim.

A ferramenta cortante, denominada trépano, rompe e esmaga a rocha dura em pequenos fragmentos, ou quando opera em rochas moles não consolidadas, amolece o material. Em ambos os casos, a ação de vai e vem das ferramentas mistura essas porções trituradas com água e/ou outro fluido de perfuração para formar um cascalho.

Este cascalho junto com um fluido de perfuração é retirado a intervalos, do fundo do poço, por meio de uma caçamba de limpeza. O conjunto de ferramentas é assim constituído: trépano, haste de perfuração, percussor, porta cabo, cabo de percussão e balancim.

Durante o início da perfuração pelo método de percussão em formações inconsolidadas, é necessário revestir preliminarmente as paredes do poço para evitar desmoronamentos. Esta proteção é efetuada com a aplicação tubos de revestimento, durante a perfuração nos horizontes inconsolidados (CAPUCCI, 2001).

Em casos particulares, a perfuração a rotopercussão (Figura 11) é realizada como sondagem, embora não forneça amostras dos materiais perfurados, a não ser os detritos da perfuração (amostra de calha) e a velocidade de avanço. É o caso da investigação de horizontes existentes no interior de maciços rochosos, como passagens friáveis, mudanças litológicas, feições geológicas de alta permeabilidade, quando não for necessária a obtenção de testemunhos.



Figura 11 : Modelo de maquina perfuratriz. Fonte: André Toledo.

### 5.2.5 Sondagem Rotopneumática

Sua principal vantagem consiste na velocidade de perfuração. Inicialmente, são utilizadas brocas tricônicas nas formações superficiais não consolidadas, de forma análoga ao sistema rotativo, com emprego de circulação de lama para refrigeração e arraste do material perfurado (Figura 12).

Encontrada a rocha sã, o encaixe é realizado com brocas de vídia e a perfuração é aprofundada por martetele acionado a ar comprimido por compressor de grande capacidade, percutindo um martelo pneumático com bit terminal geralmente com 6" ou 6,5". Para refrigerar o bit é necessário a utilização de água, geralmente armazenada em um carro-pipa, para evitar a formação de poeira, necessitando-se assim de grande espaço para o canteiro de obras (CAPUCCI, 2001).

Tem a vantagem de detectar imediatamente a profundidade aproximada das fraturas produtoras eventualmente ultrapassadas, no momento que a água jorra expelida junto com o ar comprimido na boca do furo de sondagem. Ao mesmo tempo, permite fornecer um valor aproximado da vazão do poço e conhecer a qualidade expedita da água produzida.

Este método utiliza a percussão em alta frequência e pequeno curso, dado por um martelo em uma broca que concomitantemente é rotacionado, triturando e desgastando a rocha. O fluido de perfuração é o próprio ar, procedente de compressores de alta potência.



Figura 12 : Sondagem rotopneumática. Fonte: André Toledo.

### 5.3 Poços Tubulares

A construção de um poço tubular, em rochas duras ou moles, pode ser desdobrada nas seguintes operações distintas: (a) Perfuração; (b) Aplicação do revestimento; (c) Encascalhamento - quando for o caso de aplicar seções filtrantes no revestimento; (d) Desenvolvimento - destinado a assegurar a produção de água limpa sem carreamento de areia; (e) Cimentação - necessária para confecção de uma proteção sanitária ou isolamento de águas de má qualidade; e (f) Teste de produção.

A atividade de perfuração e construção de poços tubulares tem crescido vertiginosamente. Na última década houve um notável incremento na exploração de água subterrânea no país. Atualmente, avalia-se em 50.000 o número de poços tubulares ativos, fornecendo água para os diversos usos, principalmente para abastecimento público.

É sabido que as obras de captação de água por poços via de regra oferecem condições mais vantajosas que a utilização de mananciais de superfície, especialmente para cidades de pequeno a médio porte, visto que:

- Na maior parte dos casos, a demanda de água pode ser facilmente atendida por poços;
- Os investimentos iniciais são sensivelmente inferiores aos de captação superficial, com possibilidades de escalonamento dos recursos financeiros por etapas;
- Os sistemas de captação tem prazos de execução relativamente curtos;
- Os mananciais são naturalmente mais bem protegidos dos agentes poluidores;
- A qualidade natural da água extraída quase sempre dispensa tratamento, requerendo somente simples cloração.

Todavia, não obstante a importância assumida, a prática de exploração da água subterrânea no país é, ainda, essencialmente predatória, ditada por uma visão imediatista de uso do recurso, sem o correspondente zelo pela conservação dos mananciais e das obras de captação.

Dentre os diversos fatores que concorrem para esta situação, podem ser mencionados: a falta de cumprimento da legislação básica que disciplina a pesquisa e exploração dos aquíferos, o estágio ainda incipiente de produção de normas e diretrizes técnicas de projeto e de construção de poços, a insuficiência de pessoal técnico habilitado, em todos os níveis, a falta de aplicação do conhecimento hidrogeológico já existente.

Quando um poço é perfurado em uma formação de rocha consolidada, a seção aberta é geralmente mantida em equilíbrio, sem necessidade de revestimento, enquanto que em uma formação de areias, argilas expansivas, pedregulho e outras formações não consolidadas, se devem implantar um revestimento ou filtro para poço (CPRM, 1998) Figura 13.

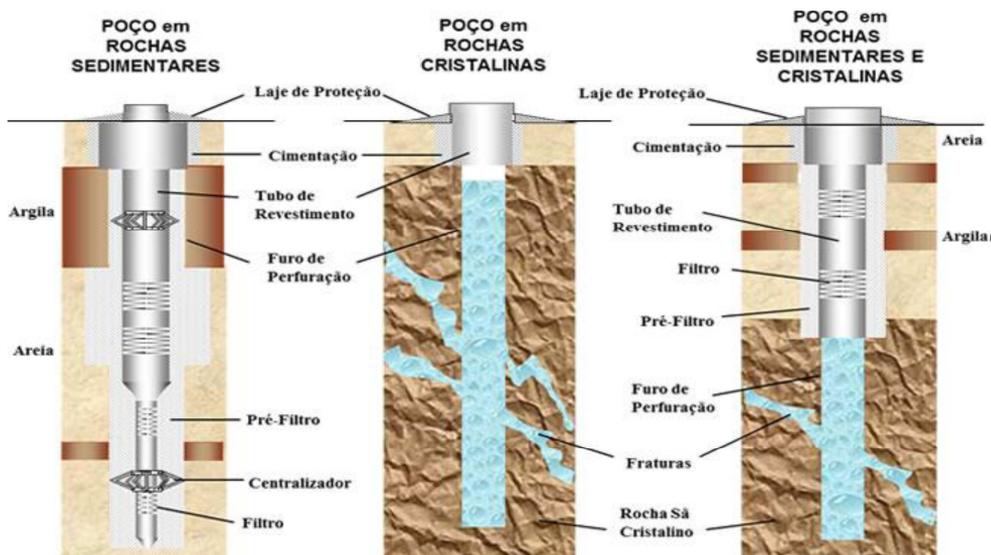


Figura 13: Esquema de poços tubulares em diferentes tipos de rochas.

## 6. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Lagarto encontra-se na região sudoeste do estado de Sergipe e é a maior cidade do interior do estado limitando-se a norte com os municípios de Simão Dias e Macambira, a leste com Itaporanga da D'Ajuda e Campo do Brito, a sul com Riachão do Dantas e Boquim e a oeste com Simão Dias (BOMFIM, 2002).

Ocupa uma área de 962,5km, com uma população estimada em 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 104 000 habitantes, Terceiro município mais populoso de Sergipe, a cidade fica localizada a 75 km da capital, Aracaju. Hoje há mais de 100 povoados que compõem o município. Os principais são Colônia Treze, Açuzinho, Açú, Caraíbas, Brasília, Brejo, Jenipapo, Gameleiro, Urubutinga, Araçás, Estancinha (IBGE, 2017).

O clima do município de Lagarto apresenta-se como tropical, as chuvas ocorrem com mais intensidade nos meses de Março a Julho, seco a sub-úmido, temperatura média anual de 24,5°C, precipitação pluviométrica média no ano de 1.030 mm (BOMFIM, 2002).

As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série histórica de dados observados em 30 anos. A figura 14 mostra a série histórica da região, com as épocas mais chuvosas entre Março e Agosto.

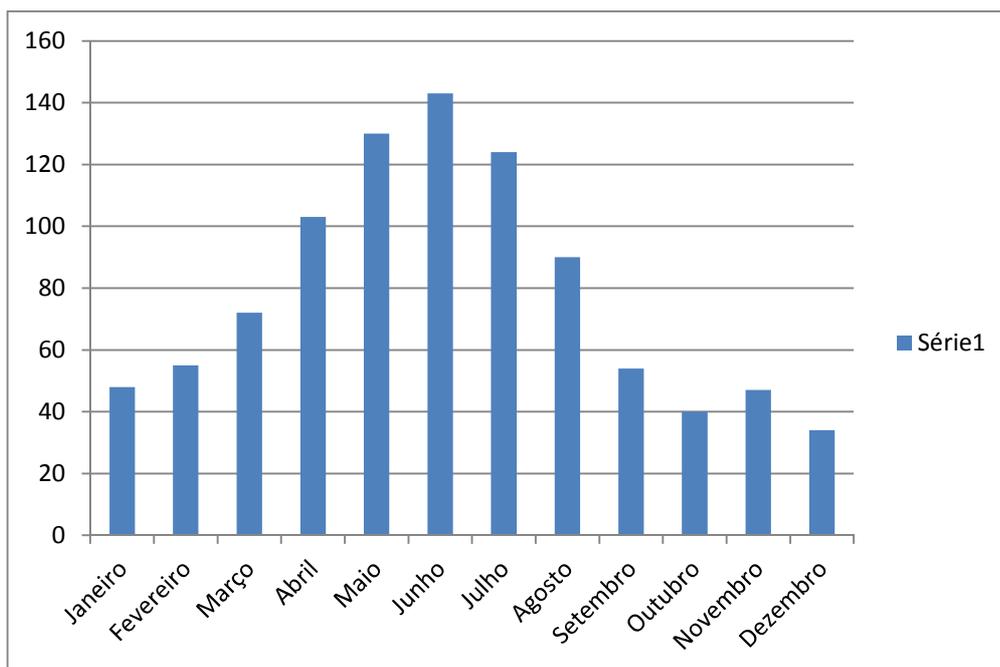


Figura 14: Gráfico de distribuição das chuvas em Lagarto. Fonte: [www.climate-data.org](http://www.climate-data.org).

A sede do município e as principais vilas e povoados dispõem de abastecimento de água, captada de rio e poços artesianos, e distribuída pela Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO.

## 6.1 Geologia Regional e Local

A geologia do município abrange predominantemente rochas do Arqueano e Paleoproterozóico representando o Embasamento Gnáissico (Figura 15), o domínio Neo a Mesoproterozóico da Faixa de Dobramentos Sergipana, hoje denominada Sistema Orogênico Sergipano (PEREIRA et al., 2017), além dos sedimentos Cenozóicos das Formações Superficiais Continentais.

De acordo com (BOMFIM, 2002), no extremo sul do município, afloram litologias do Complexo Granulítico e Gnáissico – Migmatítico, representados por ortognaisses, kinzigitos, rochas calcossilicáticas e migmatitos.

Na porção centro – norte do município predominam metassiltitos, metarenitos, metargilitos, metarrimitos, filitos, metarenitos, conglomerados, calcários, dolomitos, metapelitos e metacherts das Formações Jacaré e Frei Paulo, as quais compõem o Grupo Vaza-Barris, e Formação Acauã do Grupo Estância.

Na região centro-sul, ocorrem extensas zonas de grauvacas, arenitos feldspáticos e conglomerados da Formação Palmares e argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados da Formação Lagarto (Figura 15).

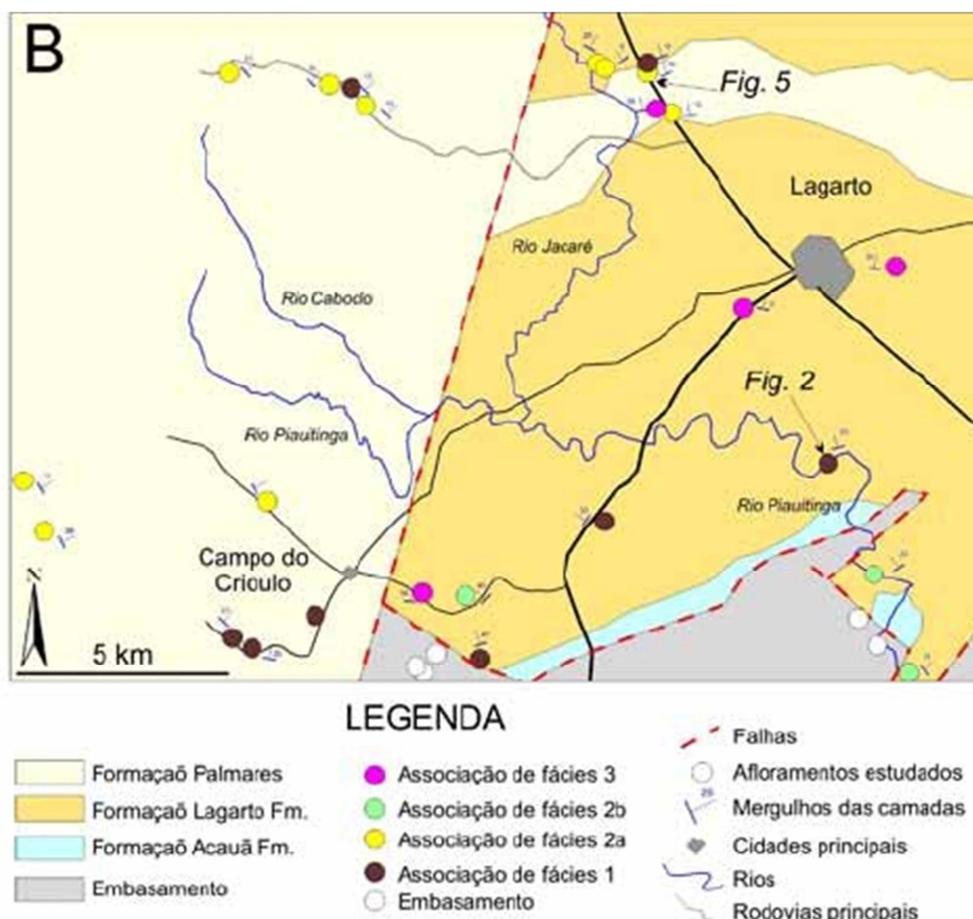


Figura 15: Contexto geológico do município de Lagarto. Fonte: Luca. et.al, 2010.

## 6.2 Formação Barreiras

A denominação Formação Barreiras como já é bastante difundida na literatura, será adotada neste trabalho. O termo “Grupo Barreiras” é uma proposta de (MABESSONE et. al. 1972), que na década de 1980 já havia sido abandonada pelo autor principal. Essa formação chamou a atenção dos navegadores portugueses que chegaram a costa brasileira em 1500, por apresentar uma geomorfologia muito peculiar. Esta feição “Barreiras” ocorre de modo consistente ao longo do litoral brasileiro, desde o estado do Amapá até o Rio de Janeiro (ARAI, 2006).

Esta se constitui de uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha (ARAI, 2006), de idade Miocênica a Pleistocênica Inferior (SUGUIO & NOGUEIRA, 1999; VILAS BOAS; SAMPAIO; PEREIRA, 2001).

Os sedimentos da formação Barreiras constituem-se na última sequência de rocha sedimentar terciária do Nordeste do Brasil, formada na história da abertura do Atlântico, representada pela sequência sedimentar ao longo de mais de 4.000 km do litoral (BEZERRA, 2001).

A Formação Barreiras é composta por uma sequência de sedimentos detríticos, siliciclásticos, de origem fluvial e marinha (ARAI, 2006), pouco ou não consolidados, mal selecionados, de cores variegadas, variando de areias finas a grossas, com predominância de grãos angulosos, argilas cinza-avermelhadas, com matriz caulínica e ocorrência escassa de estruturas sedimentares (VILAS BOAS; SAMPAIO; PEREIRA, 2001).

No Estado de Sergipe a Formação Barreiras abrange as coberturas Tércio - Quaternárias e as coberturas, quaternárias (Pleistocênicas e Holocênicas).

Os sedimentos estão distribuídos amplamente no leste do Estado de Sergipe, separados da linha de costa pelas coberturas continentais Pleistocênicas e Holocênicas (ANDRADE, 1955; BIGARELLA & ANDRADE, 1964).

Os sedimentos da Formação Barreiras provêm basicamente dos produtos resultantes da ação do intemperismo sobre o embasamento cristalino, localizado mais para o interior do continente.

Estes são constituídos por sedimentos terrígenos (cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argila), pouco ou não consolidados, de cores variegadas e estratificação irregular, normalmente indistinta (SCHALLER, 1969; VILAS BOAS et. al., 1996).

A formação ocorre através de planaltos, ligeiramente inclinados em direção à costa, onde são comuns falésias, enquanto que na borda ocidental (interior do estado), o seu relevo é cuestiforme com drenagem superposta, formando vales de encostas abruptas.

Segundo ALHEIROS et al. (1988), a deposição dos sedimentos da Formação Barreiras se deu através de sistemas fluviais entrelaçados desenvolvidos sobre leques aluviais.

A fácies de sistemas fluviais entrelaçados apresenta depósitos de granulometria variada com cascalhos e areias grossas a finas, de coloração creme amarelado, com intercalações de microclastos de argila síltica, indicativo de ambientes de sedimentação calmo como, por exemplo, de planície aluvial.

A deposição dos sedimentos da Formação Barreiras representa a evolução de um sistema fluvial desenvolvido em fortes gradientes e sobre o clima predominantemente árido e sujeito a oscilações.

### **6.3 Formação Lagarto**

Segundo SILVA FILHO, 1978 a Formação Lagarto faz parte da Faixa Sergipana, hoje denominada Sistema Orogênico Sergipano (PEREIRA et al., 2017) com idade Neo a Mesoproterozóica situada na porção sul da Província Borborema, que constitui uma faixa orogênica que foi desenvolvida durante o ciclo Brasileiro, em decorrência da colisão entre o Cráton São Francisco e o Maciço Pernambuco - Alagoas.

Esta faixa é formada por seis domínios tectono-estratigráficos denominados: Domínio Vaza Barris, Domínio Macururé, Domínio Marancó, Domínio Poço Redondo, Domínio Canindé e Domínio Estância (D'EL-REY SILVA, 1995).

O Domínio Estância é formado por rochas sedimentares siliciclásticas e carbonáticas. Reconhecem-se quatro unidades litoestratigráficas pertencentes ao Domínio Estância, sendo elas, da base para o topo: Formação Juetê, Formação Acauã, Formação Lagarto e Formação Palmares.

A Formação Lagarto (Figura 16) é composta por alternâncias de arenitos finos e muito finos e pelitos e recobre os sedimentos carbonáticos da Formação Acauã com contato brusco e erosivo (SAES & VILAS BOAS, 1989). Esta formação é interpretada como uma sucessão terrígena formada em ambiente deposicional de planície de maré, ante-praia e plataforma (SAES & VILAS BOAS, 1983).

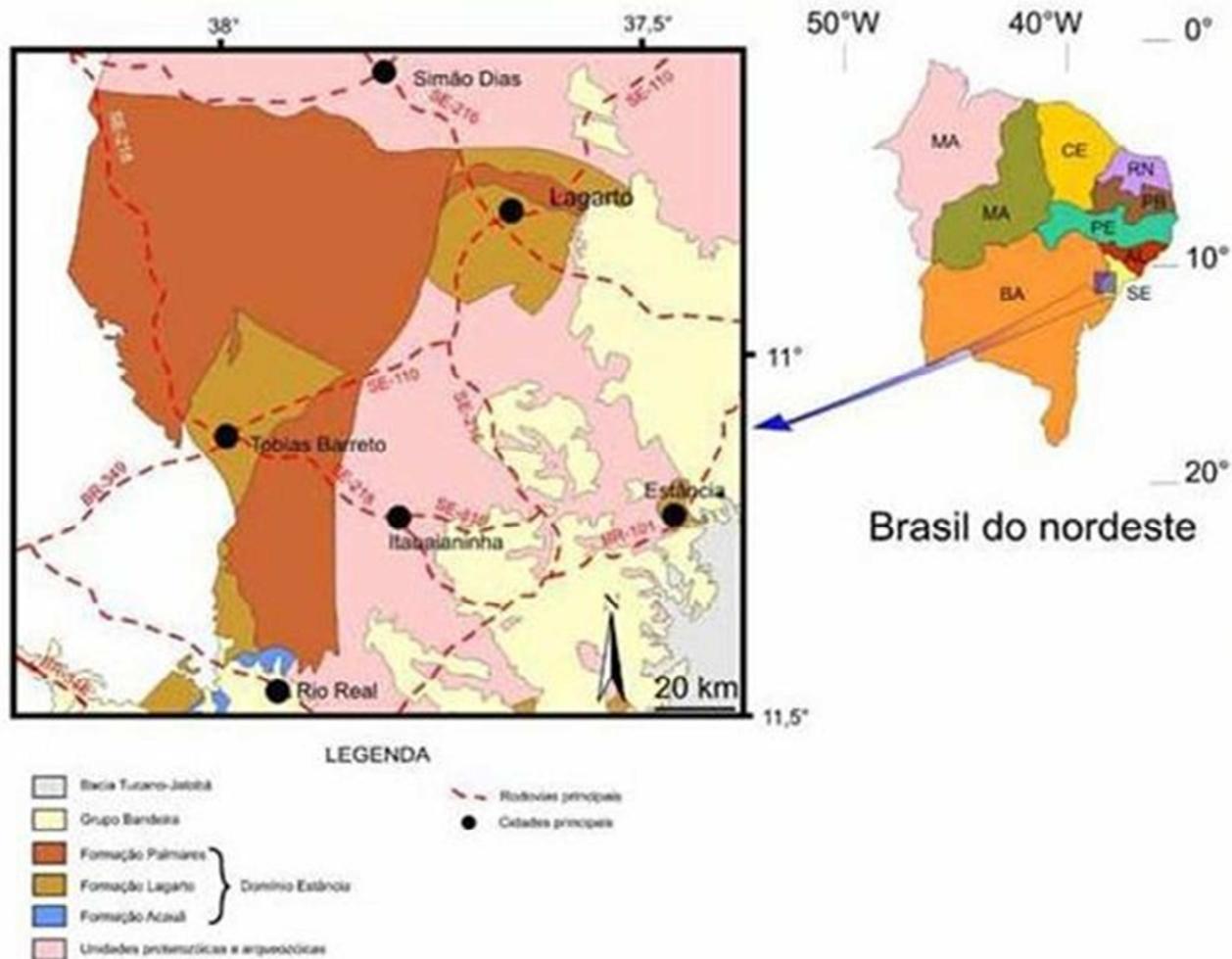


Figura 16: Formação Lagarto. Fonte: Luca. et.al. 2010.

#### 6.4. Domínios Hidrogeológicos

No município de Lagarto pode-se distinguir quatro domínios hidrogeológicos: Grupo Estância, Metasedimentos/Metavulcanitos, Formações Superficiais Cenozóicas, Cristalino e Metacarbonatos, o primeiro ocupando aproximadamente 40% do território municipal.

O domínio hidrogeológico denominado Grupo Estância (Figura 16), envolve os sedimentos essencialmente arenosos da unidade geológica homônima, e que tem como características fundamentais um intenso fraturamento, litificação acentuada e forte compactação.

Essas características lhe conferem além do comportamento de aquífero granular com porosidade primária baixa, um comportamento fissural acentuado (porosidade secundária de fendas e fraturas), motivo pelo qual prefere-se enquadrá-lo com mais propriedade como aquífero do tipo granular e “misto”, com baixo a médio potencial hidrogeológico ( BOMFIM, 2002).

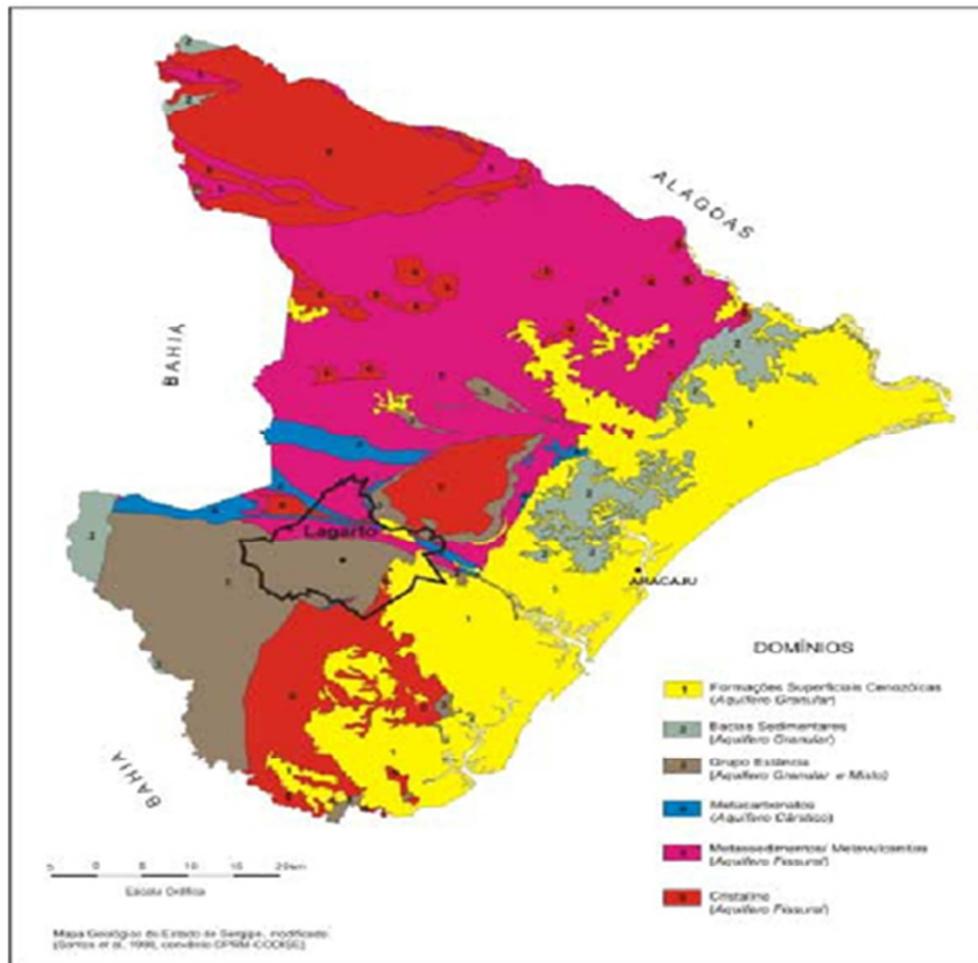


Figura 17: Domínios Hidrogeológicos do Estado de Sergipe e localização do município (Bomfim, 2002).

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa constitui na determinação do ponto mais adequado para a locação do poço. Essa escolha teve como base um conjunto de estudos, a partir de levantamentos bibliográficos, verificação de poços pré-existentes com dados referentes à qualidade da água e vazão, análise local em campo e verificação de estrutura disponível (vias de acesso e passagem de rede elétrica).

Neste caso o que facilitou foi a existência de um poço próximo, que havia sido perfurado, porém com 60 metros de profundidade e uma vazão média de 500 litros/h, fazendo-se necessária uma nova perfuração próxima ao poço anterior, e com uma profundidade maior visto que os outros poços da região possuem uma profundidade maior, em torno de 100 metros associados a uma vazão maior.

Definida a localização do poço cujas coordenadas UTM são: 24L – 660413/8794394, acompanhou-se 5 saídas de campo ao povoado Estancinha, município de Lagarto, com o intuito de coletar os dados gerados através dos métodos de sondagens rotopercussiva e rotopneumática e a completação do poço que tem 130 metros de profundidade.



Figura 18: Poço próximo com 60m de profundidade e baixa vazão. Fonte: André Toledo.

Após a baixa vazão do poço P2A antigo, que fazia parte do abastecimento do município (Figura 18), uma ação emergencial foi tomada, com a perfuração de um novo poço na mesma área, a cerca de 2 metros de distância do antigo poço e os dados de perfuração do poço existente ajudaram como referência.

Providenciou-se o acesso para chegada de todos os equipamentos necessários, e depois a instalação da sonda rotopercussiva e seu nivelamento.

Foram realizadas outras obras necessárias, como a instalação do tanque de lama (Figura 19) no qual é preparado o fluido de perfuração.

O processo de perfuração foi executado de acordo com os seguintes pontos prévios:

- Perfuração inicial para a colocação de tubo-de-boca;
- Execução de furo-piloto ou furo guia;
- Coleta de amostras;
- Perfuração nos diâmetros e profundidades do projeto.
- Verificação dos parâmetros da perfuração.



Figura 19: Tanque de lama para circulação de água. Fonte: André Toledo.

Depois de executado todo o processo prévio, a sondagem pelo método rotopercussivo iniciou-se no dia 26/07/2017. A broca de perfuração de 10 polegadas e calibrador foram utilizados para a abertura inicial do poço (Figuras 20 e 21), logo após uma broca de 8" foi utilizada e avançou até uma profundidade de 78 metros.

Ao se chegar nesta profundidade à broca interceptou o metarenito da Formação Lagarto, onde não mais avançou através deste método de sondagem.



Figura 20: Sonda rotopercussiva. Fonte: André Toledo.



Figura 21 : Calibrador de perfuração 10 polegadas.

Utilizou-se um equipamento chamado caçamba (Figura 22) para se fazer a limpeza do poço, a cada intervalo de 2 metros perfurado.



Figura 22 : Caçamba de limpeza Fonte: André Toledo.

Durante a perfuração foram coletadas amostras de calha a cada 2 metros (Figura 23), essas amostras foram descritas para servir de base para o dimensionamento do poço, o qual envolve colocação de filtros, pré-filtro, tubos lisos, tubos ranhurados e a bomba de produção. A tabela 01 mostra os intervalos da Formação Barreiras e Lagarto que foram interceptados na perfuração da sondagem rotopercussiva e rotoneumática respectivamente, tipos litológicos e aquíferos.

As amostras coletadas são secas, desagregadas e dispostas em ordem crescente de profundidade, em caixas numeradas com os respectivos intervalos de escavação.

Uma vez examinadas, as amostras deverão ser acondicionadas em sacos plásticos etiquetados ou em vidros rotulados com informações sobre os intervalos de profundidade e sigla do poço, pois essas informações são utilizadas na elaboração do perfil do poço, e auxiliam no dimensionamento de poço e na sua completação.



Figura 23: Amostras de calha do poço P2A – Estancinha Fonte: André Toledo.

Tabela 1: Intervalos perfurados do poço P2A

De(m)	A(m)	Formação	Litologia	Tipo de Aquifero
0,00	60,00	Barreiras	Areia, Argila	Livre
60,00	130,00	Lagarto	Metarenito	Fissural

Observa-se uma característica argilosa em boa parte das amostras, referente a Formação Barreiras, granulometria fina a média e cor vermelha com grande plasticidade (Figura 24).



Figura 24: Argila plástica. Fonte: André Toledo.

Logo após atingir o metarenito da Formação Lagarto, onde foram perfurados cerca de 70 metros de profundidade iniciou-se o revestimento do poço P2A para evitar a obstrução, causando grandes transtornos à população local e prejuízos a empresa de abastecimento do Estado – Deso.

Com base no perfil litológico descrito abaixo (Tabelas 02 e 03) definiu-se o dimensionamento do poço da seguinte forma:

Tabela 2: Revestimento utilizando-se PVC geomecânico.

De (m)	A (m)	Ø (pol)	Tipo
0,80	62,00	6	PVC geomecânico
66,00	70,00	6	PVC geomecânico
74,00	78,00	6	PVC geomecânico
78,00	130,00	6	Rocha

Tabela 3: Revestimento por filtros.

De (m)	A (m)	Ø (pol)	Tipo
62,00	66,00	6	PVC geomecânico
70,00	74,00	6	PVC geomecânico

Baseado no perfil geológico do poço analisado pelo corpo técnico da Deso e da empresa contratada para executar a sondagem, iniciou-se a etapa de completção e cimentação.

Etapa esta é de fundamental importância porque consiste no preenchimento do espaço existente entre o poço e a parede da formação rochosa, a principal finalidade é unir a tubulação com o revestimento da parede do poço, além de evitar a contaminação do poço, principalmente por dejetos de animais e lixo que são lançados próximo ao poço.

A abertura das ranhuras dos filtros e a definição da granulometria do material de pré-filtro são feitas a partir das curvas granulométricas das amostras selecionadas na perfuração ou em formações conhecidas, de acordo com a morfologia dos sedimentos da região.

A coluna de tubos lisos, filtros e pré-filtros, possuem dimensionamento definitivo estabelecido mediante o ajustamento das especificações dos materiais às características reais encontradas na perfuração.

Após a colocação do revestimento do poço, filtros, tubo liso, colocou-se o pré-filtro no espaço anular (Figura 25) entre o revestimento e as paredes do poço, que consiste em um cascalho bem selecionado que tem como finalidade estabilizar a areia fina e bem selecionada, além de permitir maior percentagem de área aberta das ranhuras do filtro (Figura 26). A cimentação é feita através de uma calda com 50 mm de espessura na parede de perfuração do poço.



Figura 25: Cascalho para o pré filtro do poço P2A. Figura 26: PVC geomecânico Fonte: André Toledo.

Logo após o processo de completção e cimentação, iniciou-se a segunda fase da perfuração do poço com o método de sondagem rotopneumática (Figuras 27 e 28), o método de sondagem anterior utilizado ao se chegar ao metarenito parou por questões técnicas e de segurança. Para evitar prejuízos, achou-se melhor utilizar o método de perfuração rotopneumática, um método mais adequado e mais rápido do que o método de sondagem anterior, visto que o método rotopneumático é o mais indicado para rochas ígneas e metamórficas, tornando o processo mais rápido.

As amostras foram coletadas a cada 3 metros de profundidade neste método (Figura 29), nesta etapa do método de perfuração com sondagem rotopneumática o que tornou mais rápido o processo. Em um dia de serviço a perfuração do poço avançou de 80 metros de profundidade para 130 metros, a profundidade definida em projeto.



Figura 27: Sonda rotopneumática Fonte; André Toledo. Figura 28: Compressor que alimenta a sonda.



Figura 29: Amostras de calha a cada 3 metros.

Finalizado a etapa de perfuração, foi descido e instalado a bomba no poço, visto que este intervalo foi perfurado na rocha estável, e ficou aberto sem revestimento.

Acompanhou-se até a esta etapa de sondagem, entretanto existem outras etapas importantes como: análise de água visando-se atender aos padrões de potabilidade de acordo com a resolução CONAMA 357 e a evolução do poço como testes de bombeamento.

O poço foi entregue no dia 18/08/2017 como esperado em projeto, só faltando à instalação elétrica etapa de responsabilidade da companhia de energia elétrica do estado.

O seu pleno funcionamento deverá melhorar a qualidade de vida dos moradores do povoado e diminuir os problemas agravados com a falta de água, principalmente nos períodos de seca. A figura 30 mostra a descrição litológica do poço o esquema de instalação dos componentes do poço (filtros, tubo liso, tubo ranhurado, pré-filtro bomba).

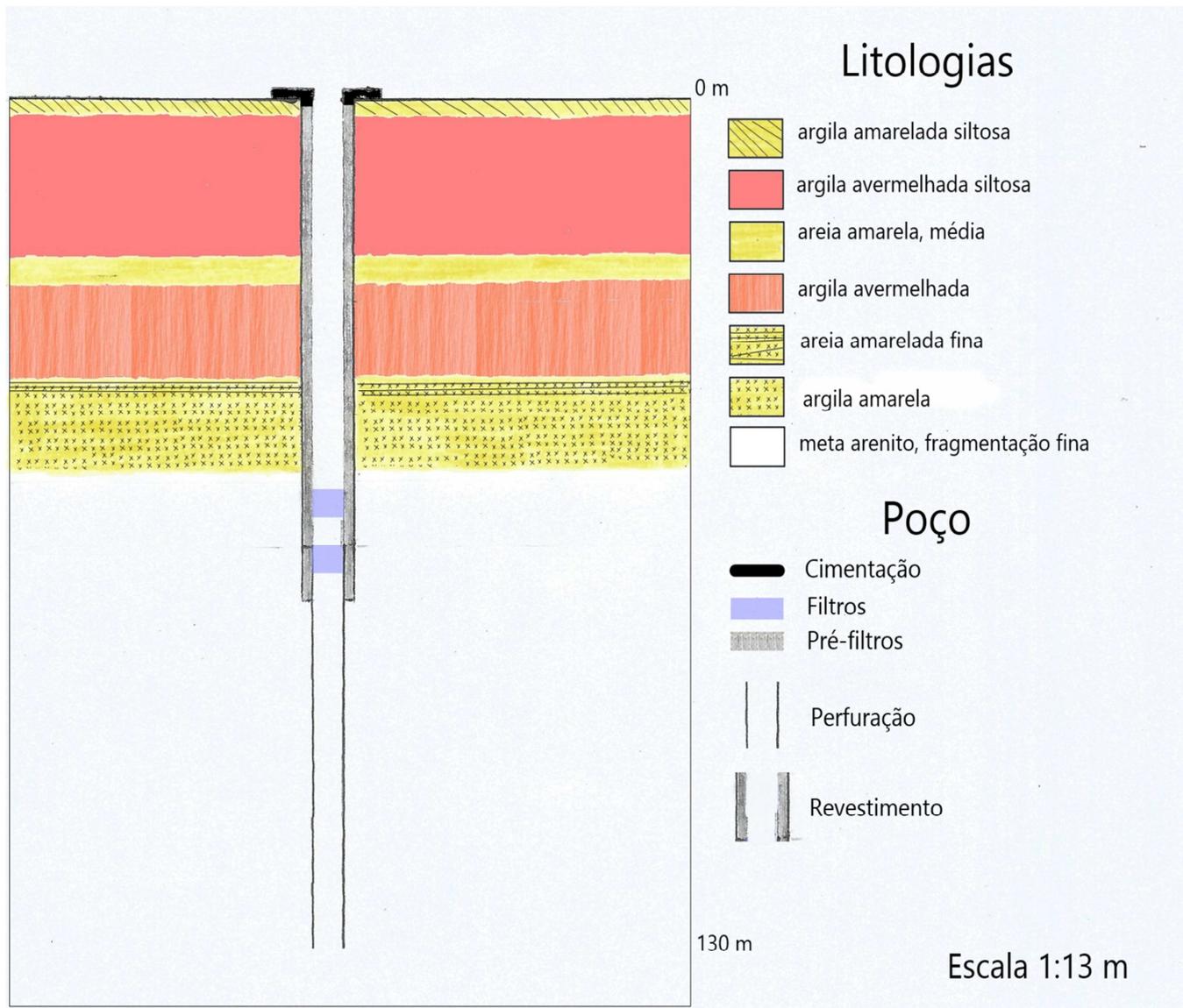


Figura 30: Desenho esquemático do poço P2A Fonte: F. Xerxes.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O povoado Estancinha enfrentava problemas com a falta de água e uma ação emergencial foi tomada para tentar suprir esta necessidade o mais rápido possível, visto que a primeira tentativa não obteve êxito com a perfuração do poço P2A com 60 metros de profundidade e uma vazão de 500 litros/h aproximadamente, o que não iria satisfazer as necessidades do povoado. Um novo poço foi solicitado e com a premissa de que a profundidade seria acima de 100 metros e com uma vazão maior.

Definida a área de perfuração e utilizando-se os métodos de sondagem rotoperussivo e rotopneumático, a construção do novo poço P2A iniciou-se no dia 26/07/2017, através do método rotoperussivo mais indicado para a perfuração inicial na Formação Barreiras, composta por areia e argila. A perfuração até a profundidade de 78 metros foi feita com broca de 8 polegadas, logo após deu-se a etapa de completação, utilizando-se pvc geomecânico com ranhuras para dar sustentação ao poço e garantir que a água chegue ao poço, sem contaminação com o solo, e em seguida elevada até a superfície.

Logo após esta etapa de completação e cimentação dos 78m iniciais na Formação Barreiras, uma nova etapa desenvolveu-se, com a sondagem rotopneumática no meta-renito da Formação Lagarto até 130 metros de profundidade. Uma vez completado o poço nas duas formações foi obtido uma vazão de 12184 m<sup>3</sup>/h, satisfatória para compor o sistema de abastecimento do povoado.

O término da perfuração do poço ocorreu no dia 18/08/2017 como esperado em projeto, faltando apenas à instalação elétrica para o pleno funcionamento. E o mais importante tornar melhor a qualidade de vida dos habitantes do povoado, visto que a água é um bem essencial e necessário ao dia a dia de todos.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB` SABER, A. N.; Os Domínios de Natureza no Brasil Potencialidade Paisagística. São Paulo: Ed. Ateliê, 2003.
- ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas), Água subterrâneas, o que são?- revista v.31- 2017. Fábrica de comunicação, disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php>, acesso em: 09/11/2017.
- ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, F. A. J.; OLIVEIRA FILHO, J. S. Sistemas Depositionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. Anais Belém: SBG, 1988. v. 2, p. 753-760.
- ANDRADE, G. O. Itamaracá: contribuição para o estudo geomorfológico da costa pernambucana. Recife: Imprensa Oficial, 1955. 90 p.
- ARAI, M. A. Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras, Revista do Instituto de Geociências – USP, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, Outubro 2006.
- BEZERRA, F. H. R., AMARO, V. E., VITAFINZI, C., SAADI. A., Pliocene-quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology *In*: NE Brazil. Journal of South American Earth Sciences. Amsterdam, v. 14, p. 61-75, 2001.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Arq. Inst. Ciênc. Terra, Recife, nº 2, p. 2-14, 1964.
- BOMFIM, L.F.C. Projeto Cadastro da Infra Estrutura Hídrica do Nordeste, Estado de Sergipe, Diagnóstico do Município de Lagarto – Aracaju, CPRM, 2002.
- BORGHETTI, N.; BORGHETTI, J. R; ROSA, E.F.F. Aquífero Guarani - A verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba, 2004.
- CAPUCCI, E., MARTINS, A.M., MANSUR, K.L, MONSORES, A.L.M., Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários - Rio de Janeiro: SEMADS 2001. 70p.
- CLEARY, R. W. Águas subterrâneas, Princeton groundwater, inc., Flórida, 1989. 117p.
- CONCIANI, W. Manual do sondador. Brasília: Editora do IFB, 2013. 118p.

- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Ações Emergenciais De Combate Aos Efeitos Das Secas. Execução de Testes de Bombeamento em Poços Tubulares. Manual Prático de Orientação, 1998.
- CPRM, Tipos de aquíferos, [www.cprm.gov.br/publique/redes\\_institucionais/rede\\_de\\_bibliotecas/canal\\_escola/aquiferos.html](http://www.cprm.gov.br/publique/redes_institucionais/rede_de_bibliotecas/canal_escola/aquiferos.html). 2010, acesso em: 22/01/2018.
- CUSTÓDIO, E., LLAMAS, M.R., Hidrologia Subterrânea, Ediciones Omega, S.A Barcelona- 1983. 1194p.
- D'EL-REY SILVA, L.J.H., Tectonic Evolution of the Sergipano Belt, NE Brazil. Revista Brasileira de Geociências, 1995. 25:315-332.
- DELATIN, I.J. Classificação de sondagens (trado, percussão, rotativa e mista) para a apresentação em perfis individuais de sondagens: curso examinado sob a perspectiva de ensino e de pensamento geológico – Campinas, 2017.
- DELATIN, I.J. Manual de Sondagens/ 5. Ed. São Paulo: ABGE- Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2013.
- FEITOSA, FERNANDO A.C. Hidrogeologia; conceitos e aplicações/ organização e coordenação científica/ Fernando A.C. Feitosa. et al.- 3. Ed. e ampl.- Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812p.
- FONTENELLE, L.G, DOS SANTOS, J.S. Aplicação de modelos de hidráulica de poços em aquíferos fissurais do município de Baturité- Universidade Federal do Ceará, 2008.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de saneamento e recursos hídricos/ Orientações para a utilização de águas subterrâneas no Estado de São Paulo, 2015. 52p.
- GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE. Projeto cadastro da Infra-estrutura hídrica do Nordeste / Diagnóstico dos Municípios, CPRM / SEPLANTEC / SRH, Aracaju, 2002.
- IN-04/94-Instrução Normativa para execução de sondagens a trado- Deinfrac - Departamento de Estradas de Rodagem - Santa Catarina-1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativa populacional 2017 IBGE. Estimativa Populacional 2017. 1 de julho de 2017. Acesso em 04 de Dezembro de 2017.

- IRITANI, M. A., EZAKI, S. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, Caderno de Educação Ambiental, Instituto Geológico, 2008.104 p.
- KEMERICH, P.D. C. Água Subterrânea e a Saúde da Comunidade em bairro de Santa Maria- RS. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Rio Grande do Sul-2008.
- LUCA, P. H. V, BASILICI, G. OLIVEIRA, E.P., Um sistema deposicional de planície de maré aberta, dominado por ondas: a Formação Lagarto, Ordoviciano(?), Domínio Estância, Sergipe. Revista Brasileira de Geociências 40(4); 484-505, Dezembro, 2010.
- MABESSOONE, J. M.; CAMPOS E SILVA, A.; BEURLEN, K. Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Geociências, v. 2, n. 3, p. 173-178, 1972.
- OLIVEIRA, F.R. Gestão Integrada de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos- Agência Nacional de Águas – Brasília, 2014.
- PEDROSA, C.A, CAETANO, F.A, ANA - Agência Nacional de Águas - Águas Subterrâneas, Brasília, Agosto, 2002.
- PEREIRA, F. S.; CONCEIÇÃO, J. A.; M. L. S. ROSA; H. CONCEIÇÃO. 2017. Stock Lagoa de Dentro, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano: Geologia, Petrografia e Geoquímica. Scientia Plena, 13 (02).
- PIMENTEL, C. Águas Subterrâneas. Disponível em: <http://ciencias-geologia.blogspot.com.br/2013/07/aguas-subterraneas.html>. Acesso em 22 de Dezembro, 2013.
- QUARESMA, A. R., DÉCOURT. L., QUARESMA FILHO, A.R., ALMEIDA, M.S.S., DANZIGER, F., Investigações Geotécnicas. *In*: HACHICH, W. et al. (Ed.). Fundações: Teoria e Prática. São Paulo: Pini, 1996. p. 119-162.
- RAPOSO, D.B., PEREIRA, S.Y., Caracterização litológica e hidrodinâmica do aquífero associado ao complexo alcalino carbonatítico do Barreiro, oeste e Minas Gerais, revista de geociências- UNESP- São Paulo, V.32, p.33-50, 2013.
- SAES, G.S. & VILA BOAS, G.S. Depósitos de leque costeiros (Fan Deltas) e de plataforma marinha rasa do Grupo Estância, Proterozóico Superior (Bahia, Sergipe). Revista Brasileira de Geociências, 1989. v. 19: p: 343-349.

- SAES, G.S. & VILAS BOAS, G.S. Fácies sedimentares da Formação Lagarto, Pré-Cambriano superior no extremo nordeste da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*; 1983. p. 263-270.
- SCHALLER, H. – Região estratigráfica da Bacia de Sergipe/Alagoas. *Boletim Técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 12, nº 1, p. 21-86, 1969
- SILVA FILHO, M.A., BOMFIM, L.F.C., SANTOS, R.A. 1978a. A geossinclinal Sergipana: estratigrafia, estrutura e evolução. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 30, Recife, Anais, p. 2464-2477.
- SILVA FILHO, M.A., BOMFIM, L.F.C., SANTOS, R.A. 1978b. Evolução tectono-sedimentar do grupo Estância: suas correlações. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 30, Recife, Anais, p. 685-699.
- SILVA, A.B, Tese de Doutorado - Análise morfoestrutural, hidrogeológica e hidroquímica no estudo do aquífero cárstico do Jaíba, norte de Minas Gerais: São Paulo, 1984, 180p.
- SILVA, C., P.L. da. Cartografia geotécnica de grande escala estudo de caso Brasília – Área tombada pela Unesco. 2007. 121f Dissertação de (Mestrado em Geotecnia) Departamento de engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2007. Disponível em <http://repositorio.bce.unb.br/handle/10482/2534>. Acesso em 23 nov./2017.
- SILVA, P. C. Reserva hídrica: Aquífero Guarani e seu uso sustentável / Brasília – 2011. 80 p.
- SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Revista Geociências*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-479, 1999.
- VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. M. S. The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 73, n. 3, 2001.
- WICANDER, R. M. J. Fundamentos de geologia- São Paulo: Cengage Learning, 2009, 508p.