



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS -
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JÉSSICA FERREIRA RODRIGUES

**LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS SUBTERRÂNEOS NA ZONA
URBANA DO MUNICÍPIO DE RAFAEL FERNANDES – RN**

PAU DOS FERROS

2019

JÉSSICA FERREIRA RODRIGUES

**LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS SUBTERRÂNEOS NA
ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE RAFAEL FERNANDES – RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido — UFERSA, Campus Pau dos Ferros para obtenção do título de Bacharel Ciência e Tecnologia.

Orientador (a): Profª. Francisca Joyce dos Santos Bandeira — UFERSA

PAU DOS FERROS
2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R6961 Rodrigues, Jéssica Ferreira.
Levantamento e caracterização de poços
subterrâneos na zona urbana do município de Rafael
Fernandes - RN / Jéssica Ferreira Rodrigues. -
2019.
94 f. : il.

Orientadora: Francisca Joyce dos Santos
Bandeira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Recursos hídricos. 2. Potabilidade. 3. Água
subterrânea. 4. NBR 12212. I. Bandeira, Francisca
Joyce dos Santos, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JÉSSICA FERREIRA RODRIGUES

**LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS SUBTERRÂNEOS NA ZONA
URBANA DO MUNICÍPIO DE RAFAEL FERNANDES – RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal
Rural do Semiárido – UFERSA, Campus Pau
dos Ferros para obtenção do título de Bacharel
Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM: 11 / 03 / 2019

BANCA EXAMINADORA

Francisca Joyce dos Santos Bandeira
Prof.^a Esp. Francisca Joyce Dos Santos Bandeira – UFERSA
Presidente

Bruna Monalíze Duarte Moura
Prof.^a Esp. Bruna Monalíze Duarte Moura – UFERSA
Primeiro Membro

Wesley De Oliveira Santos
Prof. Dr. Wesley De Oliveira Santos - UFERSA
Segundo Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me proporcionado alcançar tal objetivo.

Agradeço a toda a minha família, principalmente aos meus pais Cicera Ferreira Rodrigues e Geovanildo Rodrigues Torres, e meus irmãos Joice Ferreira Rodrigues e José Thiago Ferreira Rodrigues, que sempre me apoiaram nos momentos difíceis e me incentivaram a persistir.

Agradeço ao meu namorado Paulo Wendrill, pela paciência durante este período além da ajuda durante os momentos que necessitei.

As minhas amigas Gizele Gonçalves e Ketley Nohara, pelos momentos de companheirismo e paciência.

Agradeço a minha orientadora Prof^a. Francisca Joyce dos Santos Bandeira, pelo interesse demonstrado, correções, críticas e ensinamentos repassados.

Por fim, agradeço a todos que me apoiaram e tornaram este momento possível.

RESUMO

Desde 2012 a região nordeste do país vem passando por um considerável período de estiagem, durante esse período a região na qual se localiza o município em estudo vem sofrendo com as consequências proporcionadas pela escassez de água. Assim, uma das alternativas que podem ter sido utilizadas pela população com o intuito de amenizar as consequências da estiagem é a escavação de poços subterrâneos destinados a captação de águas subterrâneas. O presente trabalho buscou realizar um levantamento e caracterização dos poços destinados a captação de águas subterrâneas, sendo estes localizados na zona urbana da cidade de Rafael Fernandes – RN. Para coletas de dados foi realizado uma pesquisa exploratória e descritiva, visando assim realizar um levantamento e caracterização dos poços encontrados na zona urbana do município, sendo que tal caracterização buscou o levantamento de informações quanto a características físicas (profundidade de escavação dos poços, valores de vazão, entre outros), de consumo e ambientais apresentada por cada poço, além do mais buscou-se adquirir certo conhecimento sobre como é realizada a gestão dos recursos hídricos da cidade por parte da prefeitura municipal. Observou-se a partir da aplicação dos métodos de pesquisa que 93,75% dos poços localizados na zona urbana do município são poços tubulares profundos, enquanto que somente 6,25% são poços denominados rasos, nos casos analisados poços Amazonas, além do mais verificou-se que alguns dos poços apresentam uma deficiência quando relacionados a presença de determinados elementos que se tornam essenciais ao poço, tais como tampas de proteção, laje de proteção, filtro, entre outros. Com relação a gestão dos recursos hídricos subterrâneos na cidade, observa-se um déficit relacionado principalmente a vigilância sobre a qualidade da potabilidade da água consumida pela população. Desta forma, percebe-se uma deficiência relacionada aos requisitos expressos pela legislação vigente quando estes relacionados ao projeto e execução dos poços analisados, principalmente quando se analisa questões voltadas a garantia da qualidade destas águas.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Potabilidade. Água subterrânea. NBR 12212.

ABSTRACT

Since 2012, the northeastern region of the country has been experiencing a considerable period of drought. During this period, the region in which the municipality is located has been affected by the scarcity of water. Thus, one of the alternatives that may have been used by the population in order to mitigate the consequences of drought is the excavation of underground wells destined for the abstraction of groundwater. The present work aimed to perform a survey and characterization of the wells destined to the abstraction of groundwater, being these located in the urban zone of the city of Rafael Fernandes - RN. For collection of data, an exploratory and descriptive research was carried out, aiming to carry out a survey and characterization of the wells found in the urban area of the municipality, and this characterization sought to collect information on physical characteristics (depth of well digging, flow, among others), of consumption and environmental presented by each well, and also sought to acquire some knowledge about how the municipality's city water resources management is carried out. It was observed from the application of the research methods that 93.75% of the wells located in the urban area of the municipality are deep tubular wells, while only 6.25% are wells called shallows, in the cases analyzed amazon wells, besides it has been found that some of the wells have a deficiency when related to the presence of certain elements that become essential to the well, such as protection covers, protective slab, filter, among others. With regard to the management of groundwater resources in the city, a deficit related mainly to the monitoring of the potability of the water consumed by the population is observed. This way, a deficiency related to the requirements expressed by the legislation in force when related to the project and execution of the analyzed wells is verified, especially when analyzing questions aimed at guaranteeing the quality of these waters.

Key words: Water resources. Potability. Underground water. NBR 12212.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição de água no planeta.....	17
Figura 2 – Fases do ciclo hidrológico.....	19
Figura 3 – Representação dos tipos de aquíferos.	22
Figura 4 – Possíveis posicionamentos de uma estação elevatória.....	24
Figura 5 – Representação dos componentes de um SAA.	25
Figura 6 – Representação do volume de água na barragem de Pau dos Ferros desde 2012. ..	26
Figura 7 – Classificação da seca na região nordeste do país em Dezembro de 2018.....	27
Figura 8 – Elementos que compõem um poço.	29
Figura 9 – Representação do rebaixamento do nível de água de um poço.	31
Figura 10 – Distribuição de poços perfurados no Brasil.	37
Figura 11 – Distribuição de poços no estado do Rio Grande do Norte.	37
Figura 12 – Padrões organolépticos de potabilidade da água.	40
Figura 13 – Localização da cidade de Rafael Fernandes.....	44
Figura 14 – Representação da Bacia hidrográfica Apodi- Mossoró.....	45
Figura 15 – Representação dos tipos de aquíferos localizados no estado do Rio Grande do Norte.....	46
Figura 16 – Poços cadastrados da cidade de Rafael Fernandes pelo SIAGAS WEB.	47
Figura 17 – Uso de água dos poços cadastrados através do Atlas digital dos recursos hídricos do Rio Grande do Norte.	48
Figura 18 – Representação da distribuição de águas subterrâneas quanto a sua utilização. ...	61
Figura 19 - Poço nº 9 localizado próximo a uma possível fonte de contaminação.	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Situação dos poços analisados.	51
Gráfico 2 – Classificação quanto ao domínio dos poços analisados.	52
Gráfico 3 – Representação da classificação dos poços analisados quanto ao seu método de escavação.....	53
Gráfico 4 – Tipo de revestimentos dos poços analisados.....	54
Gráfico 5 – Relação de poços que possuem tampas de proteção.....	54
Gráfico 6 – Determinação do sistema de bombeamento relacionado a cada poço.....	58
Gráfico 7 – Representação dos poços que possuem laje de proteção.	58
Gráfico 8 – Representação dos poços que possuem cimentação.	59
Gráfico 9 – Distribuição do uso de água dos poços analisados.	62
Gráfico 10 – Relação de tratamentos prévios junto a água dos poços analisados.	63
Gráfico 11 – Fontes de abastecimento utilizadas pelas residências analisadas.	65
Gráfico 12 – Principais fonte de abastecimento utilizadas pelas residências analisadas.....	66
Gráfico 13 – Representação da intensidade de sabor salobro apresentado pela água dos poços.	67
Gráfico 14 – Representação da intensidade da cor apresentado pela água dos poços.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização Geográfica dos poços analisados.	49
Tabela 2 – Diâmetro dos poços analisados juntamente com seu tempo de utilização.....	55
Tabela 3 – Relação dos valores de profundidade dos poços analisados juntamente com o sistema de bombeamento adotado.	56
Tabela 4 – Número de pessoas que utilizam a água dos poços analisados.	64
Tabela 5 – Possíveis fontes de contaminação juntamente com suas distancias dos poços analisados.	70

LISTA DE SIGLAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente

IGARN – Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte

IQA – Índice de Qualidade das Águas

NBR – Norma Brasileira

PPA – Plano Plurianual

RIMAS – Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SAR – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios

SEMARH – Secretaria do Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

STD – Sólidos Totais Dissolvidos

UNESCO – Organização das Nações Unidas Para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA	17
3.1.1 Distribuição da água	17
3.1.2 Ciclo hidrológico	18
3.1.3 Ocorrência da água subterrânea	20
3.1.3.1 Aquíferos	20
3.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA O ABASTECIMENTO	22
3.2.1 O sistema de abastecimento de água	22
3.2.1.1 Partes do sistema de abastecimento de água	23
3.2.1.2 O sistema de abastecimento de água de Rafael Fernandes/RN	25
3.2.2 Captação de água subterrânea	27
3.2.3 Poços	28
3.2.4 Rebaixamento do lençol freático	30
3.3 LEGISLAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	31
3.3.1 NBR 12212 – Projeto de Poços para captação de água subterrânea	31
3.3.2 NBR 12244 – Construção de poço para captação de água subterrânea	32
3.3.3 Outorga de poços	33
3.4 SIAGAS	35
3.5 CONTAMINAÇÃO DE POÇOS	38
4 METODOLOGIA	42
4.1 CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA	42
4.2 ETAPAS DA PESQUISA	42
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	43
4.4 ATLAS DIGITAL DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE	46
4.5 COLETA DE DADOS	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1 CARACTERÍSTICAS DO POÇO	49
5.2 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO	60
5.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS	66
5.4 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA CIDADE DE RAFAEL FERNANDES	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERENCIAS	75

APÊNDICE A	81
APÊNDICE B.....	86
APÊNDICE C - Imagens da situação atual dos poços analisados no Município de Rafael Fernandes – RN	89

1 INTRODUÇÃO

Segundo Siqueira (2011), a água é um dos elementos de fundamental importância para a garantia de vida de todos os seres vivos do planeta, sendo que a mesma encontra-se presente em todas as partes, desde a atmosfera até mesmo nos próprios seres vivos.

Segundo a Organização das Nações Unidas Para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO):

A gestão sustentável dos recursos hídricos, a infraestrutura hídrica, e o acesso ao abastecimento seguro, confiável e regular de água, bem como serviços adequados de saneamento, melhoram os padrões de vida, expandem as economias locais e levam a criação de empregos mais dignos e à maior inclusão social (UNESCO, 2016, p. 2).

Segundo o projeto Brasil das Águas [20--?], o Brasil é um dos países que apresenta a maior reserva de água doce da terra, contudo atualmente muitas das regiões do país passam por um momento de escassez hídrica. Jacobi e Grandisoli (2017) afirmam que a escassez de água no Brasil está associada a baixa disponibilidade do recurso na região nordeste, e ainda devido à alta densidade demográfica nas regiões sudeste e sul do país. Este afirma ainda que devido à escassez, o custo para captação de águas é elevado, já que os mananciais encontram-se cada vez mais afastados das zonas urbanas, o que em alguns casos leva a necessidade de implantações de fontes alternativas de abastecimento.

Souto *et al.* (2017) relata que o semiárido nordestino é uma das regiões que possuem clima semiárido com maior capacidade de armazenamento de água do mundo, contudo os reservatórios presentes nesta região são encontrados a céu aberto, assim associado a falta de manutenção os reservatórios perdem uma quantidade considerável de água através da evaporação. Os autores ainda afirmam que cerca de 70 % do solo do semiárido é cristalino, assim a infiltração das águas das chuvas é dificultada.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), desde o ano de 2012 a seca atinge o semiárido brasileiro, onde desde então vem a ocorrer uma dinâmica de redução no volume de água armazenado no reservatório equivalente do nordeste.

Segundo o Instituto Trata Brasil (2019) a substância mais extraída do subsolo são águas subterrâneas, onde sua extração, desde 2010, supera o valor de 1.000.000 Mm³ por ano. Quando se trata do Brasil, o autor afirma que estima-se que sejam extraídos cerca de 17.580 Mm³ de águas subterrâneas anualmente, o que o classifica como o nono país a mais extrair água subterrânea no mundo, sendo tal classificação baseada em dados de 2010.

De acordo com a ANA [20--?a] é necessário que os poços sejam legalizados para que a mesma possa elaborar estudos e estimular a gestão adequada dos recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos do país, onde desta forma, a ANA pode prevenir conflitos pelo uso das águas, além de facilitar a gestão compartilhada dos recursos hídricos de cada estado estimulando ainda o uso racional da água. Desta forma, para um melhor controle sobre os recursos hídricos do país a obtenção de uma licença para uso de águas subterrâneas é de fundamental importância.

Segundo Shammas e Wang (2016), o projeto e a construção de um poço destinado ao fornecimento de água potável, deve possuir recursos que o proteja contra contaminação proveniente de fontes superficiais e subsuperficiais. Assim sendo, as medidas de proteção podem variar dependendo das formações geológicas penetradas e ainda com as condições do local de instalação. Estes afirmam ainda que os poços devem estar localizados a uma distância predeterminada das possíveis fontes de poluição, onde estas podem ser poços destinados ao descarte de resíduos líquidos ou recarga artificial, poços de infiltração, fossas sépticas, etc. Realizar então um prévio estudo na área onde pretende-se perfurar um poço é de fundamental importância para verificação da viabilidade de perfuração do poço no local desejado.

No ano de 2005 foi realizado um levantamento e cadastramento dos poços encontrados em várias regiões do nordeste, dentre estas encontra-se incluso o levantamento realizado no município de Rafael Fernandes, onde no ano descrito apresentava em sua extensão um total de vinte e nove poços tubulares perfurados, sendo estes distribuídos entre a zona rural e urbana da cidade (CPRM, 2005). Após esse período a região na qual se localiza o município em estudo vem sofrendo com as consequências proporcionadas pela estiagem, assim sendo uma das alternativas que podem ter sido utilizadas pela população com o intuito de amenizar as consequências da estiagem, foram a escavação de poços subterrâneos.

Desta forma a pesquisa proposta tem como intuito realizar um levantamento e caracterização dos novos poços perfurados após o ano de 2005 na zona urbana da cidade, além de uma análise sobre as características ambientais do poço, e do destino final da água proveniente destes, ou seja, para qual uso a mesma está sendo destinada.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o levantamento e caracterização de poços subterrâneos localizados na zona urbana do município de Rafael Fernandes – RN, com o intuito de identificar poços não cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar o levantamento dos poços subterrâneos encontrados na zona urbana de Rafael Fernandes.
- Fazer a caracterização dos poços subterrâneos estudados, quanto a dados gerais (tipo de poço, profundidade de escavação, revestimento, entre outros), de consumo e ambientais (qualidade das águas, fontes de contaminação, entre outros).
- Verificar se os poços analisados possuem outorga para uso das águas subterrâneas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

3.1.1 Distribuição da água

Segundo Passos (2007), a água é importante para todas as formas de vida na terra, sem este recurso natural a vida terrestre não seria possível. Siqueira (2011) afirma que 71% da superfície da terra é coberta por água, contudo desse total cerca de 97,4% é composta por água salgada, sendo esta inadequada para consumo, e os aproximadamente 3 % restante de água doce. Contudo, somente cerca de 1% da água doce encontra-se em estado líquido acessível para uso, os 2% restantes encontram-se em estado sólido.

A Figura 1 mostra a distribuição em porcentagem de água doce e salgada no planeta de acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA, 2009).

Figura 1– Distribuição de água no planeta.



Fonte: SNSA (2009).

De acordo com Guimarães (2007), do volume total de água doce encontrada somente cerca de 0,3% é encontrada em lagos e rios, já cerca de 29,9% são águas subterrâneas e o restante são encontrados em locais de difícil acesso a população. O mesmo autor afirma que da quantidade de água acessível à população, cerca de 98,7% é composta por águas subterrâneas, enquanto que 0,9% é proveniente de águas superficiais.

Segundo a ANA (2010), o Brasil é um dos países que apresenta maior percentual quando se fala em águas superficiais, contando com uma vazão média de aproximadamente 180 mil m³/s, já com relação as água subterrâneas, o autor afirma que o país apresenta uma considerável variedade de reservatórios, onde estes são principalmente constituídos por aquíferos porosos, fraturados-cárstico, fraturado e fraturado-vulcânico. Com relação a distribuição destes percentuais de água pelas regiões do país, a ANA (2010) afirma ainda que o semiárido, que é composto pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio grande do Norte e Sergipe, é uma das regiões que apresenta maior déficit relacionado a águas de mananciais, já que esta é uma das regiões que passa por longos períodos de estiagem e apresenta temperaturas elevadas durante todo o ano, elevando as taxas de evapotranspiração, o que proporciona reservas insuficientes de água em seus mananciais.

Segundo Brasil (2006) através da água um elevado número de doenças podem ser transmitidas, na maioria das vezes através da ingestão do recurso contaminado, contudo a quantidade insuficiente deste recurso também pode agir como meio de transmissão de doenças, já que a falta de água pode gerar hábitos higiênicos insatisfatórios, onde então doenças relacionadas a uma higiene inadequada podem surgir, em síntese tanto a qualidade quanto a quantidade e a regularidade de fornecimento da água podem agir como fatores determinantes para o surgimento de doenças no homem.

De acordo com a ANA [20--?b], no Brasil a qualidade da água para consumo humano é determinada através do Índice de Qualidade das Águas (IQA) sendo que este analisa a água destinada para o abastecimento público após passar por um prévio tratamento, contudo esta avaliação leva em consideração o destino final da água que está sendo analisada, ou seja, para que a mesma será utilizada.

Ainda de acordo com a ANA [20--?b], os parâmetros que devem ser analisados para cálculo do IQA, são: turbidez, temperatura apresentada pela água, pH, oxigênio dissolvido, resíduos totais, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total e por fim fosforo total. O valor de todos os parâmetros descritos acima são determinados pela Portaria nº 2914 de 2011.

3.1.2 Ciclo hidrológico

Segundo Carvalho e Silva (2006), o ciclo hidrológico, também chamado de ciclo da água, é a denominação dada ao processo de circulação da água, sendo esta circulação fechada ocorrendo entre a superfície terrestre e a atmosfera, tal processo é proporcionado pela energia solar, quando está associada a gravidade e a rotação constante do planeta terra.

Naghettini (2016) declara que o ciclo hidrológico é composto por seis processos básicos, estes são: evaporação, precipitação, infiltração, transpiração, escoamentos superficiais e subterrâneos. Tais processos são apresentados pela Figura 2.

Figura 2–Fases do ciclo hidrológico.



Fonte: Collischonn e Dornelles (2013).

Temos que, de acordo com Miranda, Oliveira e Silva (2010), a evaporação pode ser compreendida como o conjunto de fenômenos físicos responsáveis pela transformação no estado da água, no qual esta passa de sua forma líquida ou sólida para o seu estado de vapor. Os autores afirmam ainda que outros tipos de fenômenos também podem gerar transformações no estado da água, como a temperatura do ar, o vento e a pressão de vapor.

A precipitação, segundo Collischonn e Dornelles (2013), pode ser definida como sendo a água presente na atmosfera que chega a superfície terrestre com uma forma definida, esta forma pode ser como chuva, neve, granizo ou neblina. Os mesmos definem ainda que a precipitação é o processo de maior importância para o abastecimento de bacias hidrográficas.

Para Naghettini (2016), o processo de infiltração é aquele onde a água que chegou sobre a superfície terrestre através do processo de precipitação acaba por se movimentar da superfície para o interior do solo. Existe ainda um outro processo semelhante ao de infiltração, este é o processo de percolação, contudo este se difere da infiltração pelo fato da percolação ser a denominação dada ao movimento da água que já se encontra no subsolo, além do mais, ambos os processos ocorrem nas camadas mais superiores que compõem a crosta terrestre.

Miranda, Oliveira e Silva (2010), definem a transpiração como um processo semelhante ao processo de evaporação, neste a água volta para a atmosfera terrestre na forma de vapor,

contudo este vapor é provindo da perda de água para atmosfera decorrida dos estômatos e das cutículas das plantas, assim sendo, através de processos físicos e fisiológicos das plantas, a água é liberada em sua forma de vapor para a atmosfera.

O processo de escoamento das águas no ciclo hidrológico pode ocorrer de forma superficial e subterrânea. O escoamento superficial é aquele onde a água proveniente da precipitação acaba por se movimentar em linhas de água que se encontram na superfície terrestre, estas linhas de água por sua vez são conduzidas para rios, estes rios direcionam e distribuem a água ao oceano. O escoamento subterrâneo é semelhante ao superficial, contudo neste a água dirige-se ao interior da terra, através da infiltração, desta forma a água escoas nas rochas e nos solos, através dos poros, fissuras e fraturas existentes nos mesmos. (CARVALHO E SILVA, 2006)

3.1.3 Ocorrência da água subterrânea

De acordo com a ABAS [20--?a], as águas subterrâneas podem ser compreendidas como sendo toda e qualquer água que ocorre abaixo da superfície terrestre, estas águas se agrupam em determinados locais preenchendo assim os poros, fraturas, fissuras e os vazios existentes nas rochas que compõem a crosta terrestre.

Segundo ANA (2017), aproximadamente 90% dos rios brasileiros perenes, ou seja, aqueles que mantem um fluxo de água durante todo o ano, são alimentados por águas subterrâneas. Contudo na região nordeste do país, formada basicamente por rochas cristalinas, este processo de alimentação dos rios não ocorre da mesma maneira que em outras regiões do país, assim sendo os rios tornam-se intermitentes, pela ausência de fluxo de água nos rios.

De acordo com Palmier (2016), os mananciais subterrâneos são formados a partir da infiltração da água da chuva no subsolo, esta se concentra em locais específicos o que acaba por formar os aquíferos. O autor afirma ainda que estes mananciais são reabastecidos pela água das chuvas, podendo ainda serem recarregados pela presença de lagos e cursos d'água que se encontram próximos aos aquíferos, contudo estes devem apresentar níveis superiores a superfície dos lençóis freáticos.

3.1.3.1 Aquíferos

Para Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 12212 (1992), os aquíferos podem ser compreendidos como uma formação ou até mesmo um grupo de formações geológicas que são capazes de armazenar e proporcionar o movimento de águas subterrâneas.

Pinto-Coelho, Motta e Havens (2016), afirmam que a extensão e a espessura das camadas de rocha que compõem o aquífero interferem diretamente na sua capacidade de armazenamento, podendo ser classificados, de forma geral, em dois tipos distintos, sendo estes os aquíferos confinados e os aquíferos livres.

Já para Tsutiya (2006), os aquíferos podem ser formados em qualquer tipo de rocha, independente se esta é ou não consolidada, a única característica que pode interferir na formação de um aquífero está relacionada a porosidade e permeabilidade apresentada pela rocha que o compõe. Assim sendo, os aquíferos podem se apresentar com características distintas entre si, estando estas relacionadas aos seus extratos limitantes e as suas características físicas, e podem se apresentar de vários tipos: aquíferos livres ou não confinados, aquífero confinado ou artesianos, aquífero semiconfinado, aquífero suspenso, e aquíferos fissurados ou fraturados.

Com relação aos vários tipos de aquíferos, Silva Júnior e Caetano [201-?], definem um aquífero livre como sendo aquele que apresenta todos os seus pontos submetidos a pressão atmosférica, e seu limite superior é a superfície de saturação. Já com relação aos aquíferos confinados os autores afirmam que estes se encontram submetidos a uma pressão diferente da pressão atmosférica, e suas superfícies tanto inferior quanto superior são delimitadas por uma camada de solo ou rocha impermeável.

Os aquíferos semiconfinados como sendo aqueles que se apresentam com seu limite superior delimitado por uma camada semipermeável e limite inferior pode se apresentar tanto como sendo impermeável como sendo semipermeável. Os aquíferos suspensos são aqueles que apresentam camadas limitantes de baixa permeabilidade, o que diminui a entrada de água em seus limites. Por fim, os aquíferos fissurados ou fraturados são os que se formam em rochas cristalinas, normalmente não compactadas. (TSUTIYA, 2006)

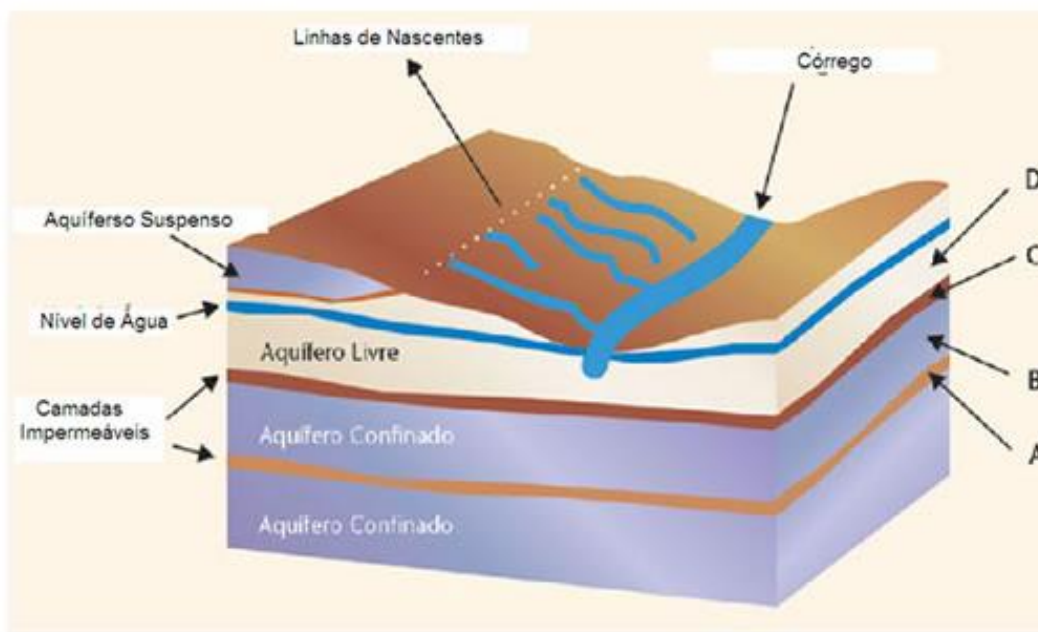
De acordo com dados obtidos na plataforma eletrônica da ABAS [20--?a], os aquíferos também podem ser classificados de acordo com sua porosidade em três tipos: os aquíferos porosos, fissural e cárstico.

A ABAS [20--?a] define que um aquífero do tipo poroso é aquele constituído por rochas sedimentares consolidadas, além de sedimentos inconsolidados ou solos arenosos, além do mais aquíferos do tipo poroso podem ser considerados os que apresentam maior importância dentre os demais aquíferos, já que são os que conseguem armazenar o maior volume de água em suas dependências, além de comporem uma grande área.

Para Brasil (2007), um aquífero classificado como fissural é aquele onde as rochas que o compõem apresentam fissuras, assim sendo a água contida no aquífero se movimenta através destas fendas. Com relação aos aquíferos cársticos, o autor os define como sendo aqueles

compostos por rochas carbonatadas, nestes aquíferos as rochas também apresentam fissuras onde a água é armazenada, contudo as fraturas encontradas nestas rochas apresentam uma dimensão considerável, desta forma é comum encontrar nestes aquíferos rios subterrâneos.

Figura 3 – Representação dos tipos de aquíferos.



Fonte: Silva Júnior e Caetano [201-?].

3.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA O ABASTECIMENTO

3.2.1 O sistema de abastecimento de água

De acordo com SNSA (2009), um sistema de abastecimento pode ser compreendido como sendo uma alternativa adotada afim de atender as necessidades básicas das pessoas, fazendo assim a distribuição direta de água potável. O mesmo autor afirma que a concepção do Sistema de Abastecimento de Água (SAA), pode variar, dependendo do porte da cidade no qual está sendo instalado, além de sua topografia e localização quando relacionada aos mananciais de captação, etc.

A Portaria 2914/2011, art. 5º apresenta também a definição do sistema de abastecimento de água:

VI – sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;

(BRASIL, 2012, p. 11).

De acordo com Tsutiya (2006), o principal objetivo que deve ser atendido pelo SAA é o de fornecer ao consumidor água de boa qualidade para o uso, além de quantidade adequada e pressão suficiente para ideal utilização do recurso. Este afirma ainda que o modo como o SAA irá ser projetado depende do tipo de manancial que será utilizado, a topografia do local e do total de habitantes que serão abastecidos pelo sistema.

3.2.1.1 Partes do sistema de abastecimento de água

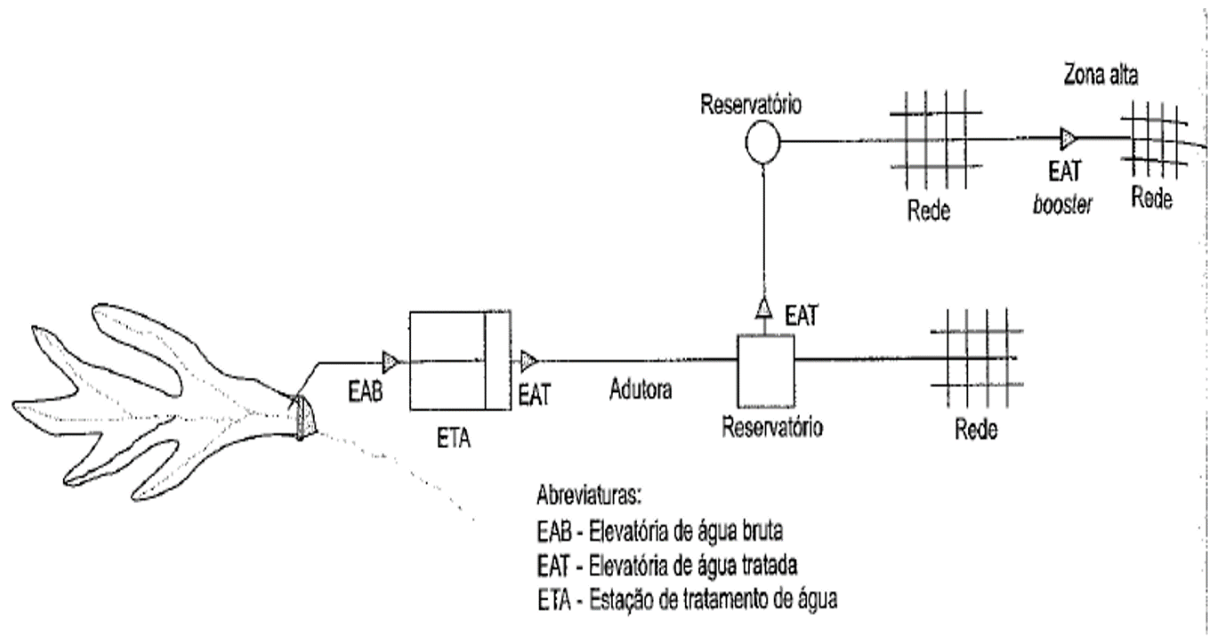
Com relação as partes que compõem um SAA, a SNSA (2009) afirma que um SAA convencional é constituído pelas seguintes partes: manancial, captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento de água, reservatório, e uma rede de distribuição.

Segundo Netto e Fernández (2015) um manancial é o local de onde a água destinada para o sistema de abastecimento é retirada, ele afirma ainda que este pode se apresentar como um manancial subterrâneo, que é aquele onde a água está no subsolo, e como manancial superficial, que é aquele que se encontra na superfície terrestre.

Tsutiya (2006) define o sistema de captação como sendo um conjunto de estruturas e dispositivos, posicionados próximos ao manancial, que apresentam a função de retirar a água destinada a ser distribuída pelo sistema de abastecimento, já com relação as estações elevatórias, este as define como um conjunto de obras e equipamentos destinados a gerar um recalque capaz de fazer a água chegar a unidade seguinte.

Coelho (2010), afirma que estações elevatórias são estações usadas para fazer a distribuição da água para locais mais elevados, ou ainda para que a capacidade de adução do SAA seja aumentada, estas são necessárias em locais onde a água não é capaz de ser transportada somente através da ação da gravidade, tornando-se necessário a instalação de uma estação elevatória. Segundo o mesmo autor as estações elevatórias podem ser instaladas em diversos pontos do sistema, desta forma esta é denominada estação de água bruta quando encontra-se posicionada em um local que antecede a estação de tratamento, pode ser denominada ainda de estação elevatória de água tratada quando encontra-se posicionada posteriormente a estação de tratamento. A autora apresenta ainda que a estação elevatória pode estar posicionada ainda em trechos da rede de distribuição, neste caso recebe o nome de boosters. A Figura 4, demonstra alguns dos pontos onde podem ser instaladas estações elevatórias dentro de um SAA.

Figura 4 – Possíveis posicionamentos de uma estação elevatória.



Fonte: Coelho (2010).

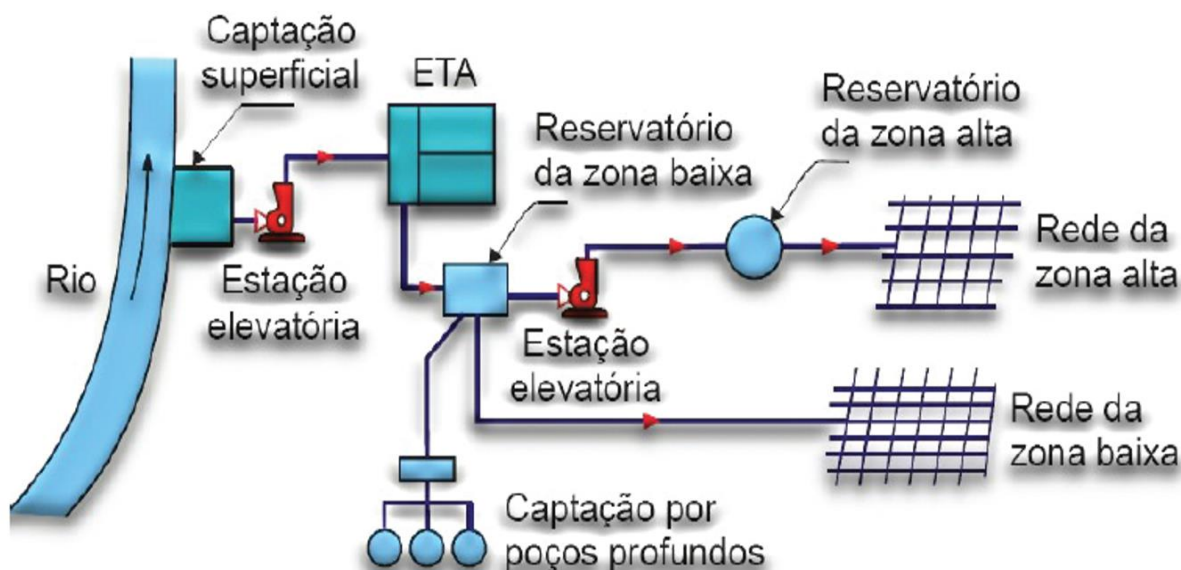
De acordo com Tsutiya (2006), uma estação de tratamento de água pode ser definida como um conjunto de unidades responsáveis por tratar a água, para que esta apresente as características padrões de potabilidade exigida pela legislação vigente. Segundo o mesmo autor uma rede de distribuição pode ser entendida como sendo um sistema de abastecimento de água formado por tubulações e acessórios, destinada então a fornecer água potável ao consumidor.

Os reservatórios de distribuição podem apresentar várias funções, sendo estas a de regular a vazão de água entre a adutora e a rede de distribuição, regular a pressão dentro das imediações da rede de distribuição além de manter uma reserva de água tanto para suprir as necessidades da população como para combate a incêndios e outras situações emergenciais. Os reservatórios podem ainda ser classificados quanto a sua localização com relação ao SAA, quanto a sua localização no terreno, quanto a sua forma e por fim quanto ao material que foi utilizado para sua construção. (COELHO E LIBÂNIO, 2010)

A NBR 12218 (ABNT, 1992, p. 01) define rede de distribuição como “parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendadas”.

A figura 5 apresenta um esquema de como seria um SAA, sendo que este contém todas as partes mencionadas anteriormente.

Figura 5 –Representação dos componentes de um SAA.



Fonte: SNSA (2009).

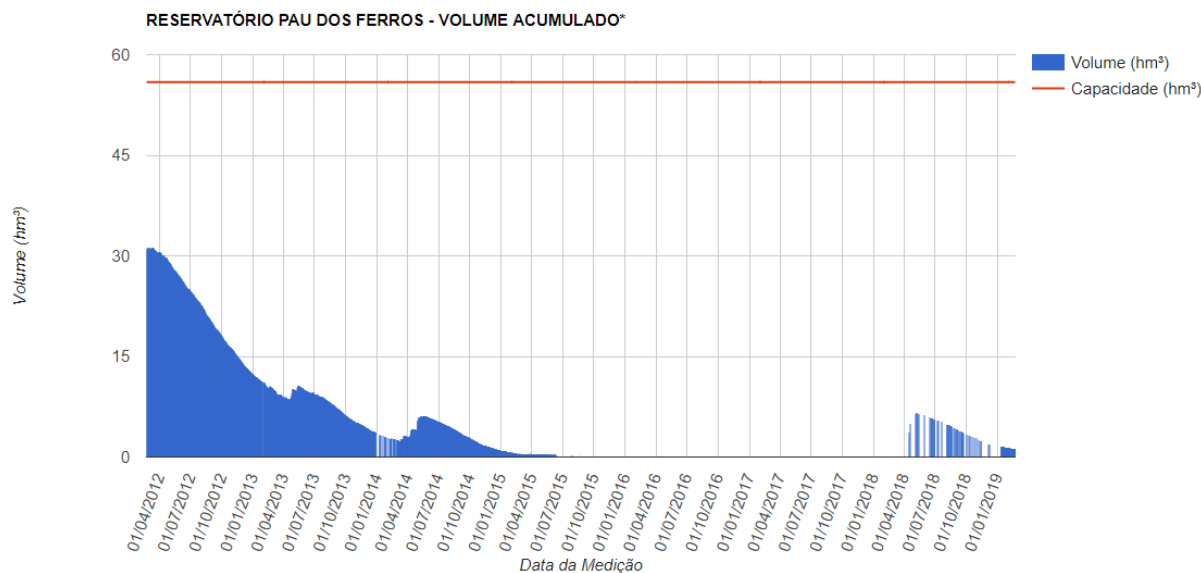
3.2.1.2 O sistema de abastecimento de água de Rafael Fernandes/RN

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) é a responsável pelo SAA da cidade de Rafael Fernandes – RN, sendo que este é realizado através de rodízio, ou seja, a cidade é dividida em zonas que não são abastecidas de forma contínua, atualmente o rodízio definido pela CAERN abastece cada zona da cidade uma vez a cada cinco dias.

Segundo dados obtidos na plataforma virtual da CAERN (2018), a água distribuída através do SAA na cidade é provinda da barragem de Pau dos Ferros, sendo esta um manancial de superfície pertencente a bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró. Segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2015), no ano de 2015 o índice de atendimento total de água na cidade foi de cerca de 56,37%, onde destes o índice de atendimento urbano foi de cerca de 97,63%, ao todo estimou-se que o índice de consumo total de água na região foi de aproximadamente 64,78%.

De acordo com a ANA (2019a), através do Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR), em 2015 a Barragem de Pau dos Ferros encontrava-se com valores inferiores a 1% de seu volume total de armazenamento, seguindo com uma perda progressiva de seu volume o manancial chegou a apresentar 0% em 2016, já em 2019 a mesma encontra-se com um volume de 2,27%, tais informações podem ser visualizadas através da Figura 6, que representa a perda constante no volume do manancial desde 2012.

Figura 6 – Representação do volume de água na barragem de Pau dos Ferros desde 2012.

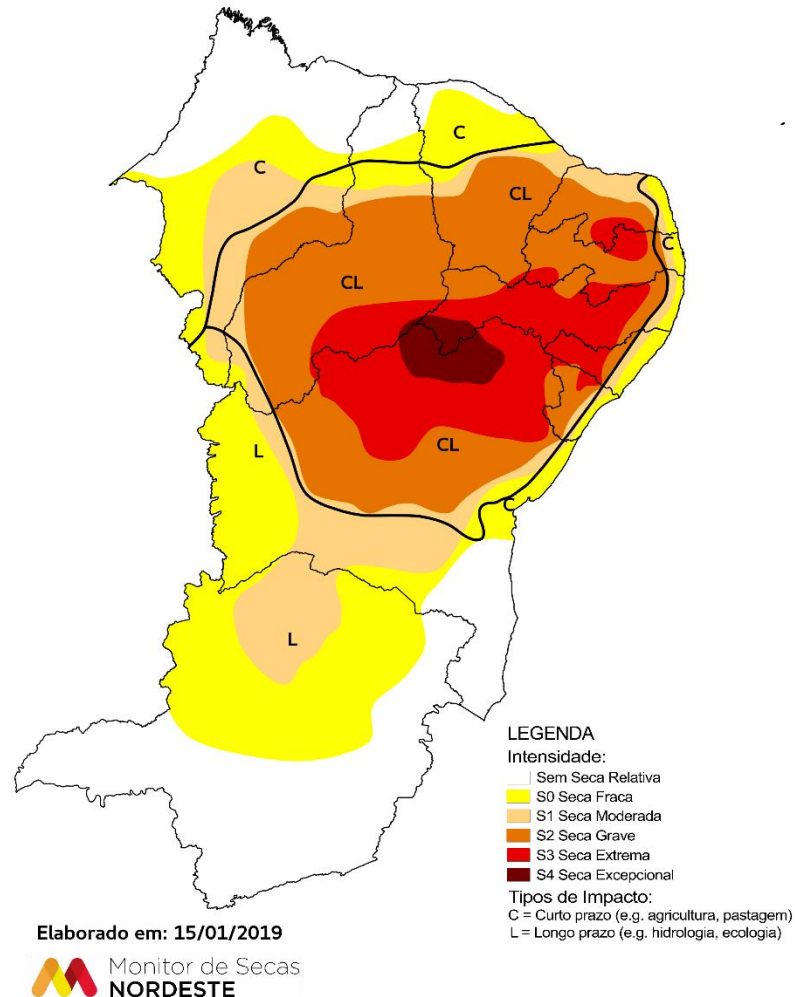


Fonte: ANA (2019a).

A região no qual se situa o município vem passando por um considerável período de estiagem que vem se estendendo, segundo a ANA (2017) desde o ano de 2012. A ANA (2019b), através do sistema de monitoramento de secas, classifica a intensidade de seca no nordeste, para a região onde esta localizada a cidade de Rafael Fernandes a seca é classificada como tipo S2, ou seja, seca grave como visto na Figura 7. Segundo o Instituto Trata Brasil (2019) durante períodos de estiagem, algumas fontes alternativas de água são necessárias, sendo que uma das principais são águas subterrâneas, ou seja, a perfuração de poços.

Segundo CPRM (2005), o cenário de escassez, que muitas regiões do nordeste estão passando, acaba por gerar uma barreira com relação ao desenvolvimento socioeconômico da região, além do mais esta pode acabar por influenciar de forma negativa a subsistência da população. Assim a busca por fontes alternativas de recursos hídricos, voltadas a suprir as necessidades da população em geral acabam por estarem cada vez mais presente em nossa realidade, estas fontes alternativas podem ser provenientes tanto de recursos hídricos de cunho superficial quanto de cunho subterrâneo. Um dos mais explorados métodos é a escavação de poços subterrâneos.

Figura 7 –Classificação da seca na região nordeste do país em Dezembro de 2018.



Fonte: ANA (2019b).

3.2.2 Captação de água subterrânea

Segundo a NBR 12213 (ABNT, 1992, p. 1), captação é definida como “Conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial, para a retirada de água destinada a um sistema de abastecimento.”.

Segundo Carmo e Costa (2016), os mananciais considerados subterrâneos podem ser classificados em três tipos, sendo estes os mananciais naturais ou aflorantes, os mananciais subsuperficiais e os mananciais profundos.

De acordo com Carmo e Costa (2016), os mananciais naturais são aqueles que se localizam nas camadas mais superficiais da crosta e podem chegar a superfície sem a

necessidade de perfuração, para este processo dar-se o nome de nascentes, fontes ou minas de água. Os mesmos autores afirma que os mananciais subsuperficiais são aqueles onde há a necessidade da realização de perfurações para que a captação de água seja realizada, tais construções podem ser poços rasos, galerias ou drenos, para os mananciais profundos, que são os que se localizam em aquíferos confinados, há a necessidade de se perfurarem poços profundos pra que a captação de água seja possível. Dentre os métodos descritos os mais utilizados são os poços.

3.2.3 Poços

Palmier (2016) afirma que os poços são estruturas construídas para a retirada de água subterrânea, sendo está destinada a vários fins, desde o abastecimento público, industrial ou doméstico até a irrigação.

Segundo Brasil (2007), os poços são uma forma de captação de águas subterrâneas, sendo estes construídos por meio de perfurações, os poços para captação de água subterrânea podem ser de vários tipos sendo estes escavados manualmente ou perfurados. O autor afirma que os poços escavados podem ser cacimbas, poços amazonas e cisternas, já os poços perfurados são os poços tubulares profundos.

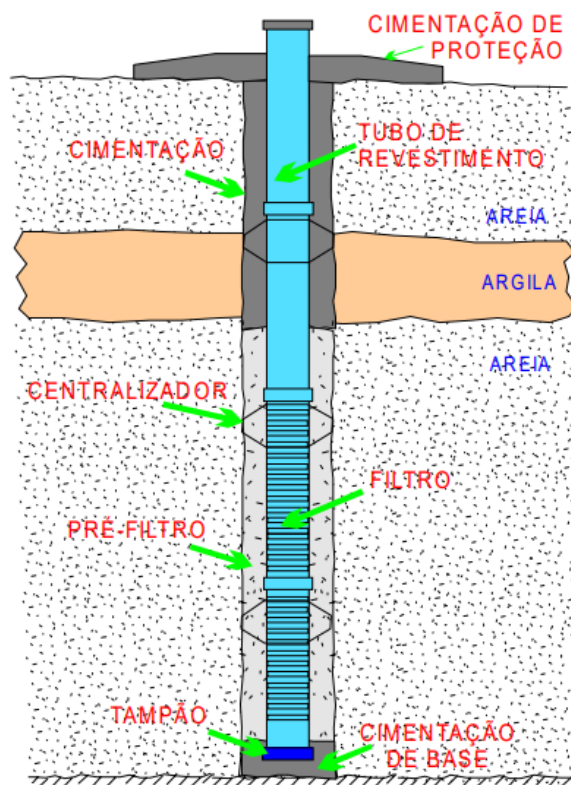
De acordo com dados disponibilizados na plataforma eletrônica da ABAS [20--?b] os poços podem ser divididos em poços tubulares profundos e poços rasos, como cisternas, cacimbas e poços amazonas. O autor afirma que os poços tubulares profundos são caracterizados por apresentarem um diâmetro variante entre 4” e 36”, estes apresentam ainda profundidades consideráveis, sendo que estas podem chegar a atingir cerca de 2000 metros, já com relação aos poços rasos (cisternas, cacimbas e poços amazonas), estes são caracterizados por apresentarem grandes diâmetros, podendo chegar a medir mais de um metro e profundidades menores, quando comparados aos poços profundos, podendo estas chegar a cerca de 20 metros, além do mais são escavados de forma manual e não necessitam de licenças para utilização da água.

Além dos poços citados, a ABAS [20--?b] nos fornece o conceito referente a outros tipos de poços, como os poços semi-artesianos, que são aqueles perfurados em rochas consolidadas ou rochas cristalina, alguns poços podem ser mistos, ou seja, podem ser perfurados em dois tipos de rochas, sendo estas rochas consolidadas e inconsolidadas. O mesmo autor define o que seriam poços no aquífero guarani, tais poços são aqueles, que assim como os poços mistos, são perfurados em rochas consolidadas e inconsolidadas, contudo apresentam diâmetros

maiores, de aproximadamente 36” e profundidade de cerca de 1500 metros; por fim poços perfurados somente em rochas inconsolidadas, são denominados poços sedimentares.

De acordo com a CPRM (1998), a parte de complementação dos poços tubulares é constituída da adição dos tubos de revestimento, dos filtros, do pré-filtro e da cimentação. Assim segundo a NBR 12212 (ABNT, 1992) é a parte que reveste internamente o poço, ou seja, este compõe as paredes propriamente ditas do poço, com relação ao filtro a norma afirma que este é o responsável por permitir a entrada de água para o poço, além de reter materiais provindos da rochas ao redor do poço. O pré-filtro é denominado como um complemento ao filtro, já que este deve ser adotado sempre que tornar-se necessário a estabilização do material fino provindo do aquífero. Por fim a norma nos define o que seria a parte de cimentação que compõe um dos principais elementos do poço, assim temos que esta é adotada com o intuito de prevenir riscos de contaminação ou mineralização ao poço. A Figura 8, abaixo mostra a localização dos elementos mencionados no poço.

Figura 8 – Elementos que compõem um poço.



Fonte: CPRM (1998).

3.2.4 Rebaixamento do lençol freático

De acordo com Barbosa Júnior [200-?], um poço destinado a captação de águas subterrâneas pode apresentar uma variação relacionada a sua profundidade, sendo que tal variação esta diretamente ligada a situação ao qual se encontra o aquífero com relação a superfície do solo.

Segundo Moraes (2011), esta variação na profundidade do poço é denominada rebaixamento do nível de água, sendo que tal rebaixamento pode ser entendido como como a distancia entre o nível estático do poço e o seu nível dinâmico.

Para a NBR 12244 (ABNT, 1992), o rebaixamento de água de um poço é entendido como a diferença entre os níveis estáticos e dinâmico apresentado pelo poço durante o bombeamento da água. A noema define o que seria o nível estático e o nível dinâmico de um poço, onde este afirma:

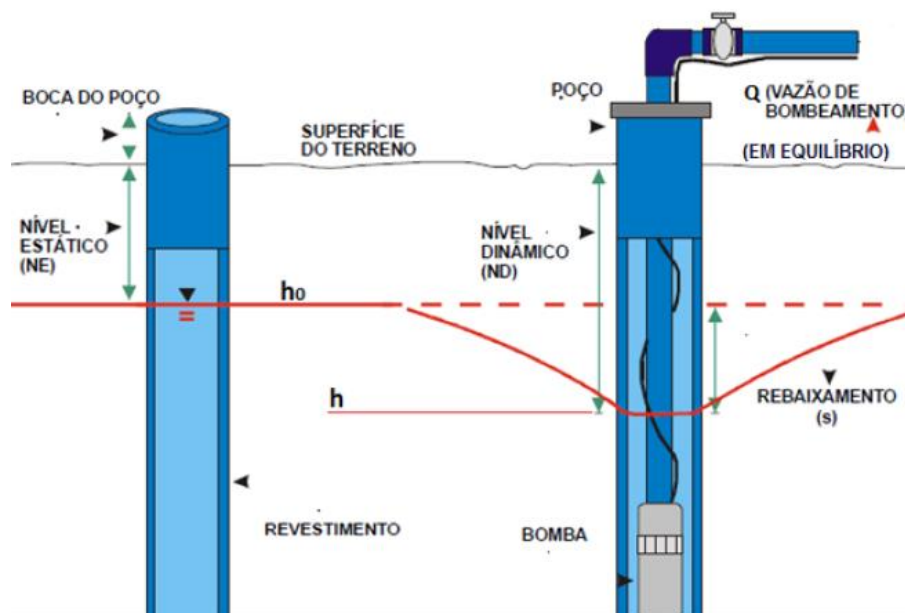
3.10 Nível estático (NE): Profundidade do nível de água de um poço em repouso, isto é, sem bombeamento, medida em relação à superfície do terreno no local.

3.11 Nível dinâmico (ND): Profundidade do nível de água de um poço bombeado a uma dada vazão, referida ao correspondente tempo de bombeamento, medida em relação à superfície do terreno no local. (ABNT NBR 122244, 1992, p. 2)

Segundo Vesilind, Morgan e Heine (2018), quando a água é bombeada do poço o lençol freático no qual este encontra-se inserido tende a sofrer uma determinada redução, esta é então denominada rebaixamento do lençol freático. Além do mais tal rebaixamento pode ser constante, quando o total de água que esta sendo bombeada for igual ao total de água fornecida pelo aquífero ao poço, ou o rebaixamento pode ser profundo, onde neste caso o total de água bombeada supera o valor de água fornecida pelo aquífero ao poço.

A Figura 9 representa a localização dos níveis estáticos e dinâmicos de um poço, além do que seria o rebaixamento do nível de água.

Figura 9 – Representação do rebaixamento do nível de água de um poço.



Fonte: Feitosa (2008 *apud* Moraes, 2011)

3.3 LEGISLAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

3.3.1 NBR 12212 – Projeto de Poços para captação de água subterrânea

A NBR 12212 de 1992, intitulada projeto de poços para captação de águas subterrâneas, apresenta vários aspectos que devem ser analisados no local onde será posteriormente perfurado e instalado um sistema para captação de águas subterrâneas, mais especificamente poços.

Para a NBR 12212 (ABNT, 1992), antes de se iniciar a implantação do poço, é necessário que se tenha conhecimento de alguns pontos específicos, sendo estes a vazão que pretende-se adquirir com a implantação do sistema, as bases geofísicas e geológicas do aquífero presente na região, ou seja, do aquífero de onde provirá a água a ser consumida. Deve-se também realizar uma análise acerca de todos os riscos ao qual o sistema possa estar sujeito, é necessário ter acesso a uma planta topográfica do local, onde nesta deve constar todos os poços instalados na região, a partir destes dados deve-se ter acesso ao registro do nível de drenagem atual e do nível piezométrico da região. Além da planta topográfica é necessário que tenha-se em mãos a planta da bacia hidrográfica ao qual o poço será inserido, onde assim como na planta topográfica é necessário que se tenha a localização e os dados de cadastro de todos os poços inseridos na bacia, e por fim devemos ter um registro acerca do nível máximo de cheias na área onde será implantado o sistema.

As atividades a serem executadas para a implantação do poço são determinadas pela NBR 12212 (ABNT, 1992). Dentre estas pode-se citar a necessidade de determinação de um dos diversos métodos de perfuração de poços, seguido pela escolha do local onde pretende-se perfurar o poço, que deve estar localizado em uma zona que não proporcione riscos de contaminação a água. O local deve ainda apresentar uma área favorável a instalação de um sistema de bombeamento que posteriormente deverá ser instalado junto ao poço, ao escolher o local é necessário que tenha-se um conhecimento prévio sobre qual vazão pretende-se atingir após a escavação do poço em questão, já que a NBR 12212 de 1992 alega que a vazão escolhida deve apresentar-se contínua e constante para que possa atender as necessidades da população que será abastecida pelo poço.

A determinação da profundidade máxima e a mínima o poço é uma das próximas atividades, de acordo com a NBR 12212 (ABNT, 1992). Após esta etapa é necessário realizar a escolha dos diâmetros nominais uteis do poço, assim como o diâmetro de perfuração. Com relação aos diâmetros nominais a norma citada apresenta alguns valores de diâmetros recomendados, onde tem-se que o diâmetro nominal mínimo recomendado deve ser de 150 mm, contudo pode-se adotar diâmetros de 125 mm, 100 mm e ainda de 75 mm, a variação destes dependerá da vazão apresentada pelo poço.

Além das atividades supracitadas torna-se necessário a realização de outras atividades citadas pela norma que se apresentaram importantes para a instalação do poço, dentre estas temos a determinação de possíveis posições que o nível dinâmico poderá assumir, além de uma prévia determinação das características principais do filtro, tais características podem ser relacionadas a área útil ou a qualidade do material.

3.3.2 NBR 12244 – Construção de poço para captação de água subterrânea

A NBR 12244 de 1992 apresenta quais etapas devem ser seguidas durante o processo de construção dos poços destinados a captação de água subterrânea. Inicialmente, é necessário ter acesso ao projeto do poço, que deve seguir as especificações apresentadas pela NBR 12212. A norma dispõe que além do projeto outros recursos são necessários antes do início da construção, pode-se listar os equipamentos que serão utilizados para a perfuração do poço, juntamente com todas as ferramentas e equipamentos que são ou virão a ser necessários durante o processo de construção. Ainda de acordo com a norma, outro elemento de fundamental importância é a presença de um responsável técnico habilitado, juntamente de um responsável por fiscalização.

Com relação as atividades que deverão ser executadas durante o processo de construção dos poços, a NBR 12244 (ABNT, 1992), apresenta a preparação do canteiro de obras, nesta etapa de construção deve-se preparar todo o canteiro de obras para a instalação da perfuratriz e dos seus devidos acessórios. A etapa seguinte corresponde ao processo de perfuração do poço, nesta fase é realizado primeiramente uma perfuração superficial no terreno para que assim seja instalado o tubo destinado a proteção sanitária, em seguida é executado o furo-piloto, que é aquele realizado para que uma amostra das rochas que compõem o terreno seja analisada, para que assim seja realizado uma prévia determinação das características do local, após é realizado um processo de amostragem, onde neste são retiradas várias amostras do material perfurado que devera então ser examinada pelos agentes de fiscalização presentes no local da obra.

Além destas atividades outras demais devem ser realizadas e são citadas pela NBR 12244 de 1992, tais como: o dimensionamento da coluna de tubos lisos e dos filtros, o dimensionamento do pré-filtro, a colocação da coluna de tubos lisos e dos filtros dimensionados anteriormente, assim como o pré-filtro, execução de testes de bombeamento, coleta de amostras de água para análise da qualidade da mesma, execução de serviços complementares a construção, tais como cimentação, desinfecção, etc.

3.3.3 Outorga de poços

A Lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). De acordo com a ANA [20--?c], o SINGREH é constituído por um conjunto de órgãos e colegiados que possuem como principais objetivos realizar a gestão integrada das águas do país, além de resolver todo e qualquer conflito relacionado aos recursos hídricos do país, realizar ainda tanto um controle quanto ao uso da água, como a recuperação de corpos d'água, é por fim possui o objetivo de realizar cobranças quanto ao uso da água.

Segundo Tundisi e Tundisi (2011), a constituição brasileira apresenta alguns atos que tornam-se fundamentais a gestão de recursos hídricos do país, sendo estes: os planos de recursos hídricos, a introdução de uma classificação dos cursos de água, a necessidade da realização da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, a compensação aos municípios e ainda a implantação de um sistema de informações sobre os recursos hídricos brasileiros.

Tomando como foco a outorga acerca dos direitos a utilização dos recursos hídricos do país, a ANA [20--?a], através de sua plataforma eletrônica, define esta como sendo um ato administrativo onde o poder público responsável concede ao requerente o direito a fazer uso dos recursos hídricos de domínio do país ou do estado, assim sendo, o ato administrativo

requerido e divulgado no Diário Oficial da União ou em alguns casos no Diário Oficial dos estados no qual está inserido o sistema de captação.

De acordo com informações presentes na plataforma eletrônica da ANA [20--?a], a outorga de direitos ao uso dos recursos hídricos deve ser solicitado a órgão competente, sendo que este pode ser solicitado a própria ANA, quando o corpo hídrico se encontrar localizado em mais de um estado ou ainda quando se encontrar fazendo divisa com um país vizinho. Contudo quando o corpo hídrico se encontrar somente dentro do domínio de um único estado a solicitação da outorga deve ser realizada ao órgão competente do próprio estado.

Segundo a ANA [20--?d], os órgãos gestores dos estados, são órgãos destinados a realizar a gestão de água dentro de suas dependências, desta forma, o órgão competente de cada estado deve buscar maneiras de realizar a preservação tanto da quantidade de água do seu estado como de sua qualidade, o mesmo torna-se o responsável por realizar a emissão de outorgas que autorizem o uso da água, além de realizar a fiscalização sobre o uso da água no estado. No caso do estado do Rio Grande do Norte, a outorga pode ser solicitada a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) e ainda ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA).

Segundo a Brasil (1997), através da Lei Federal 9433/1997, Art. 11, a outorga os direitos de uso dos recursos hídricos do país possui como objetivo principal o de assegurar a população que está fazendo uso da água requisitada o controle tanto quantitativo quanto qualitativo do uso das águas além de realizar um efetivo direito ao acesso as mesmas. O Art.12, institui que estão sujeitos a outorga os direitos do uso dos recursos hídricos apresentados abaixo:

- I – derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II – extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III – lançamento em corpo de água de esgoto e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV – aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água. (BRASIL, 1997).

O Art. 12, através do § 1º, define que em casos específicos não é necessário que haja a outorga de direito ao uso das águas, tais casos são:

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I – o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II – as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III – as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

(BRASIL, 1997).

Brasil (1997), através da Lei Federal 9433/1997, apresenta no Art. 18, que a outorga ao uso de água não transfere totalmente os direitos sobre a água, já que esta é um bem intransferível, desta forma as outorgas propiciam apenas o direito de uso dos recursos hídricos.

Segundo a ANA [20--?a], a realização da outorga quanto aos direitos da água é de fundamental importância, já que através desta é realizado um controle quantitativo e qualitativo quanto ao uso da água, através deste controle é possível assegurar aos usuários dos recursos hídricos um acesso efetivo a água, além de prevenir que conflitos relacionados aos recursos hídricos sejam evitados.

3.4 SIAGAS

No ano de 2005, a CPRM juntamente com o Governo Federal e o Ministério de Minas e Energias, realizou o projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea que possuiu como principal objetivo realizar o levantamento dos poços tubulares encontrados tanto na zona urbana quanto na zona rural de diversas cidades e municípios localizados em uma área de aproximadamente 722.000 km² da região nordeste do país.

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM), segundo a CPRM [20--?], é o responsável por executar o Programa Geologia no Brasil, o qual encontra-se inserido no Plano Plurianual (PPA). Dentre várias das ações executadas pela CPRM, e provindas do PPA, temos a execução de levantamentos hidrogeológicos, onde através deste é realizado o levantamentos tanto de águas superficiais quanto de águas subterrâneas. Destinado ao armazenamento de dados sobre as águas subterrâneas, a CPRM oferece o Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas (SIAGAS), este, de acordo com o SIAGAS WEB [20--?a], é destinado a armazenar e disponibilizar informações acerca das águas subterrâneas.

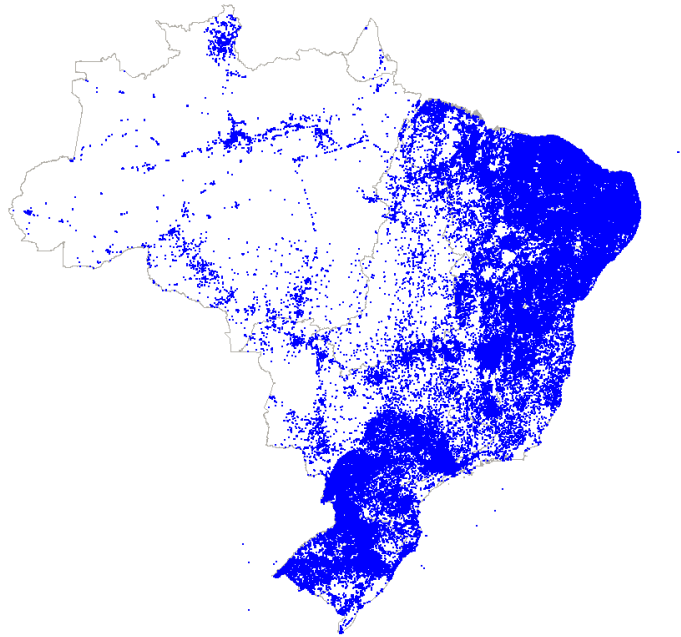
Além do SIAGAS, a CPRM coordena a Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS), destinada ao monitoramento contínuo da variação do nível de água subterrânea de alguns dos poços cadastrados pelo sistema, de acordo com RIMAS WEB [20--?], através do monitoramento dos poços é possível identificar impactos atuantes sobre as águas subterrâneas, além de mensurar a quantidade de água subterrânea encontrada dentro das dependências do país.

Nascimento, Carvalho e Peixinho (2008) afirma ainda que o SIAGAS, quando relacionado a política nacional de recursos hídricos se torna de fundamental importância, já que pode ser utilizado para realizar uma manutenção acerca do cadastro nacional de poços destinados a captação de águas subterrâneas, tal cadastro torna-se necessário para que sejam estabelecidos certos limites relacionados a exploração dos aquíferos presentes nas dependências do país, além de proporcionar a realização de estudos relacionados ao potencial hídrico nacional.

No SIAGAS são encontrados informações acerca dos dados provindos de poços perfurados no país, os dados fornecidos pelo sistema são destinados a todos os tipos de usuários, ou seja, qualquer pessoa pode ter acesso aos dados fornecidos. (SIGAS WEB, 20--?a)

Segundo o SIAGAS WEB (2019), atualmente encontram-se um total de 307.747 poços cadastrados, sendo estes distribuídos por todo o país, sendo que deste total, 11.715 estão localizados no estado do Rio Grande do Norte. Vale ressaltar que tal valor encontra-se em constante mudança, já que dependendo das necessidades apresentadas pela população o valor de poços perfurados pode variar. A Figura 10, abaixo mostra a distribuição de poços cadastrados pelo SIAGAS que se encontram nas dependências do país.

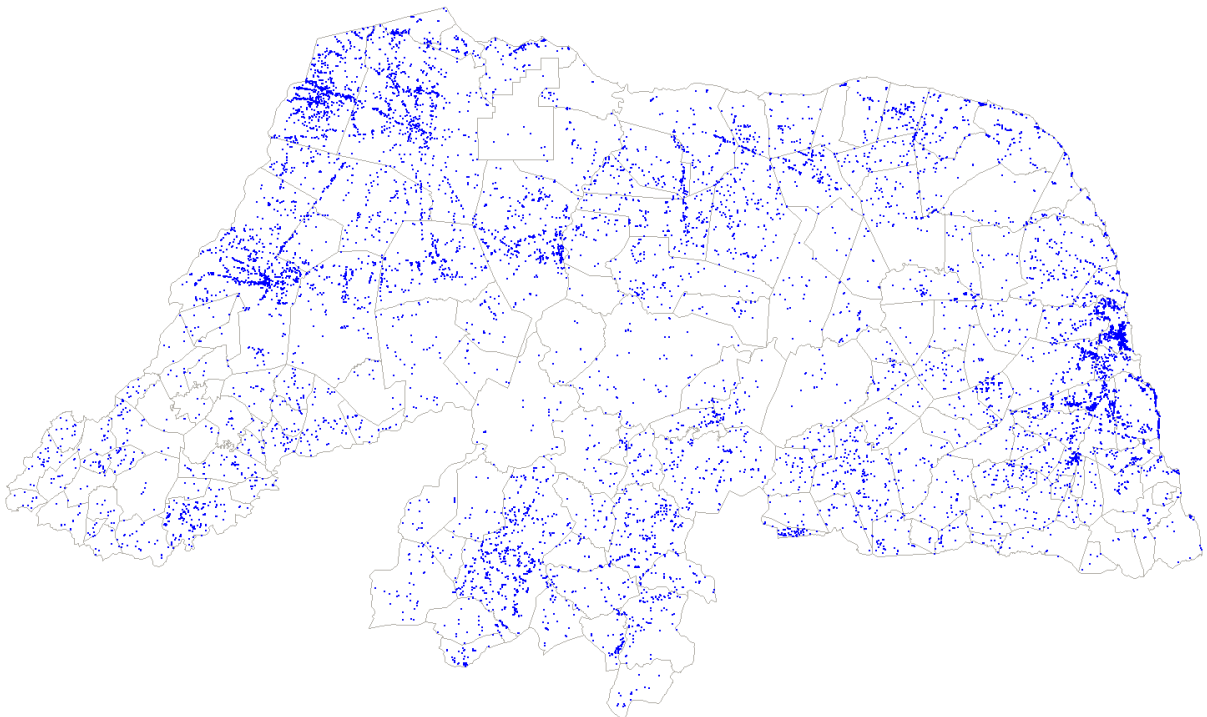
Figura 10 –Distribuição de poços perfurados no Brasil.



Fonte: SIAGAS WEB (2019).

A Figura 11, apresentada abaixo, mostra a distribuição dos poços cadastrados pelo SIAGAS, nas dependências do estado do Rio grande do Norte.

Figura 11 –Distribuição de poços no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: SIAGAS WEB (2019).

3.5 CONTAMINAÇÃO DE POÇOS

Para Brasil (2012), a água destinada ao consumo humano é aquela usada para suprir as necessidades dos mesmos, podendo ser destinadas a ingestão ou ainda a preparação de alimentos, até mesmo a higiene pessoal, desta forma tem-se que a água para ser considerada potável deve apresentar algumas características específicas, sendo estas estabelecidas pela Portaria 2914/2011.

De acordo com Howe *et al* (2016), a água denominada subterrânea se apresenta menos suscetíveis a contaminações externas, logo permanecem sem contaminações um período de tempo maior, quando comparado as águas superficiais, já que apresentam pouca ou praticamente nenhuma mudança sazonal. Com relação as águas superficiais, o autor afirma que as mesmas estão mais expostas a possibilidade de contaminação provinda de agentes antropogênicos, principalmente se a fonte de contaminação estiver próxima da zona de recarga do manancial, contudo as águas de superfície apresentam uma vantagem significativa, quando comparada as águas subterrâneas, já que nestas é possível mensurar a qualidade de água de forma fácil, para as águas de cunho subterrâneo não há a possibilidade de análise de qualidade antes de algum poço ser perfurado.

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) afirma que quando se trata da questão de qualidade da água, torna-se de fundamental importância o conhecimento sobre as duas características essenciais, sendo estas a capacidade de dissolução e capacidade de transporte. O autor afirma ainda que ao relacionarmos estas duas características temos que a qualidade da água nada mais é do que o resultado obtido através dos processos que ocorrem na massa líquida e na bacia de drenagem do corpo hídrico.

Segundo Ferreira e Pádua (2016) a legislação brasileira determina que os padrões de potabilidade para averiguação da qualidade da água deve analisar o padrão microbiológico, o padrão de turbidez, sendo que este deve verificar a turbidez apresentada pela água após o processo de filtração ou ainda após o processo de desinfecção, quando este for utilizado, além do mais deve-se analisar o padrão para substâncias químicas, sendo consideradas substâncias químicas qualquer substância que possa trazer algum risco a saúde humana, seguindo deve-se analisar o padrão de radioatividade e por fim o padrão de aceitação ao consumo humano, onde para este são verificados os critérios de ordem estética e organolépticas apresentada pela água, visando assim a aceitação do produto final pelos seus consumidores.

Todos os valores que devem ser apresentados pela água com relação ao padrão de potabilidade requeridos são expostos em anexo pela Portaria 2914 de 2011.

Segundo Howe *et al* (2016), agentes indesejáveis que possam chegar a afetar a qualidade da água subterrânea, podem se apresentar na água tanto de forma natural como através de ações antropogênicas. As alterações naturais na qualidade da água podem ocorrer devido a dissolução causada pelo contato entre a água, as rochas e os minerais que compõem a área onde se encontra inserido o poço, os principais constituintes que podem alterar a qualidade da água de forma natural, e que podem ser removidos da mesma após um determinado processo de tratamento são: ferro e manganês, dureza, traços inorgânicos, salinidade e matéria orgânica natural. O autor descreve ainda que as alterações originadas de ações antropogênicas, podem provir de: vazamento de tanques de armazenamento subterrâneo, vazamento de sistemas sépticos residenciais, contaminação industrial e contaminação agrícola.

Segundo o Instituto Trata Brasil (2019) apesar de normalmente as águas subterrâneas se apresentarem sem quaisquer indicio de contaminação, algumas vezes uma falta de saneamento adequado, ou até mesmo uma outra fonte de contaminação que se encontre próxima ao poço, pode acabar contaminando a água do mesmo, assim sem uma periódica verificação da qualidade da água, a ingestão ou utilização da água contaminada pode acabar gerando problemas a saúde da população. O autor cita como exemplo a Região Metropolitana de Natal, onde nesta o uso das águas subterrâneas com destino ao abastecimento público da cidade esta passando por um período de dificuldade, devido a contaminação provindas da falta de esgotos.

A Figura 12, abaixo, mostra alguns dos padrões aceitáveis de propriedades organolépticas que devem ser apresentados pela água ideal para o consumo.

Figura 12 – Padrões organolépticos de potabilidade da água.

Parâmetro	CAS	Unidade	VMP ¹
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	7664-41-7	mg/L	1,5
Cloreto	16887-00-6	mg/L	250
Cor Aparente ²	-	uH	15
1,2 didorobenzeno	95-50-1	mg/L	0,01
1,4 didorobenzeno	106-46-7	mg/L	0,03
Dureza total	-	mg/L	500
Etilbenzeno	100-41-4	mg/L	0,2
Ferro	7439-89-6	mg/L	0,3
Gosto e odor ³	-	Intensidade	6
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Monodorobenzeno	108-90-7	mg/L	0,12
Sódio	7440-23-5	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	-	mg/L	1000
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	7783-06-4	mg/L	0,1
Surfactantes (como LAS)	-	mg/L	0,5
Tolueno	108-88-3	mg/L	0,17
Turbidez ⁴	-	uT	5
Zinco	7440-66-6	mg/L	5
Xilenos	1330-20-7	mg/L	0,3

Fonte: Brasil (2012).

Além das possíveis formas de contaminação descritas acima temos ainda um processo denominado intrusão de água salgada, que pode alterar a qualidade da água de todo o aquífero onde os poços estarão inseridos. Quando é retirado água em excesso do aquífero, de tal forma que chegue a exceder a taxa de recarga do mesmo, se este se encontrar próximo do mar, a água salgada pode chegar a penetrar nas formações rochosas e se misturar a água do aquífero, este processo pode acarretar na concentração elevada de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), sendo que os principais elementos que podem se encontrar concentrados são o sódio e o cloreto, o que alterara assim a qualidade da água. (HOWE *et al*, 2016)

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2019), além dos processos descritos acima que podem chegar a afetar a qualidade das águas subterrâneas, outros fatores relacionados ao meio externo do poço também pode proporcionar uma contaminação na água, tais fatores variam desde esgotos, deposição de resíduos sólidos nas proximidades do poço, até mesmo a

contaminação através de características próprias das rochas que compõem a formação rochosa no entorno do poço.

Para o Ministério da Saúde quando a água se encontra com padrões inadequados relacionados a sua potabilidade, podem ser utilizados alguns agentes, tais como cloro, ozônio e luz ultravioleta, para que seja feita a desinfecção desta água, para que assim esta se encontre novamente nos padrões aceitos para o consumo humano (BRASIL, 2006).

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), uma pesquisa científica pode ser compreendida como sendo a realização de um estudo previamente planejado, onde sua finalidade principal é a de obter respostas para determinadas questões através da aplicação do método científico. O autor afirma ainda que a pesquisa científica pode ser classificada em vários grupos, dentre estes temos a pesquisa quanto aos seus objetivos, onde ela pode ser classificada em: exploratória, descritiva e explicativa.

De acordo com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, 2009), a pesquisa do tipo exploratória pode ser classificada ainda quanto ao seu procedimento, onde esta pode ser: pesquisa experimental, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa de campo, pesquisa *ex-post-facto*, pesquisa de levantamento, pesquisa com *survey*, estudo de caso, pesquisa participante, pesquisa-ação, pesquisa etnográfica e pesquisa etnometodológica.

Desta forma, para o desenvolvimento do referido trabalho buscou-se realizar uma pesquisa descritiva e exploratória, quanto aos seus objetivos, e quanto aos seus procedimentos, uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A pesquisa pode ser entendida como descritiva, pelo fato de que busca-se descrever as características que serão analisadas, exploratória, já que através desta busca-se uma maior aproximação com a problemática proposta. A pesquisa realizada pode também ser entendida como exploratória, pelo fato de que foi realizado um prévio levantamento bibliográfico, com o intuito de um aprofundamento acerca do assunto abordado, e por fim, a pesquisa pode ser compreendida ainda como um estudo de caso, já que um levantamento de dados, junto a população, acerca do assunto proposto foi realizado.

4.2 ETAPAS DA PESQUISA

De início, buscou-se realizar o levantamento bibliográfico para a pesquisa, onde foi realizado o levantamento de dados relacionados aos poços já cadastrados na região em estudo, tais dados foram obtidos através de informações disponibilizadas pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) e através do Atlas Digital dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, buscou-se o aprofundamento acerca de conceitos importantes para a melhor compreensão do assunto abordado.

Em seguida, realizou-se uma pesquisa de campo, onde foi realizado o levantamento dos poços não cadastrados no diagnóstico elaborado pelo projeto cadastro de fontes de

abastecimento de água subterrânea, elaborado pela CPRM. Nesta etapa buscou-se adquirir dados acerca das características apresentadas pelos poços em estudo, sendo estes valores de vazão, profundidade, localização, entre outros.

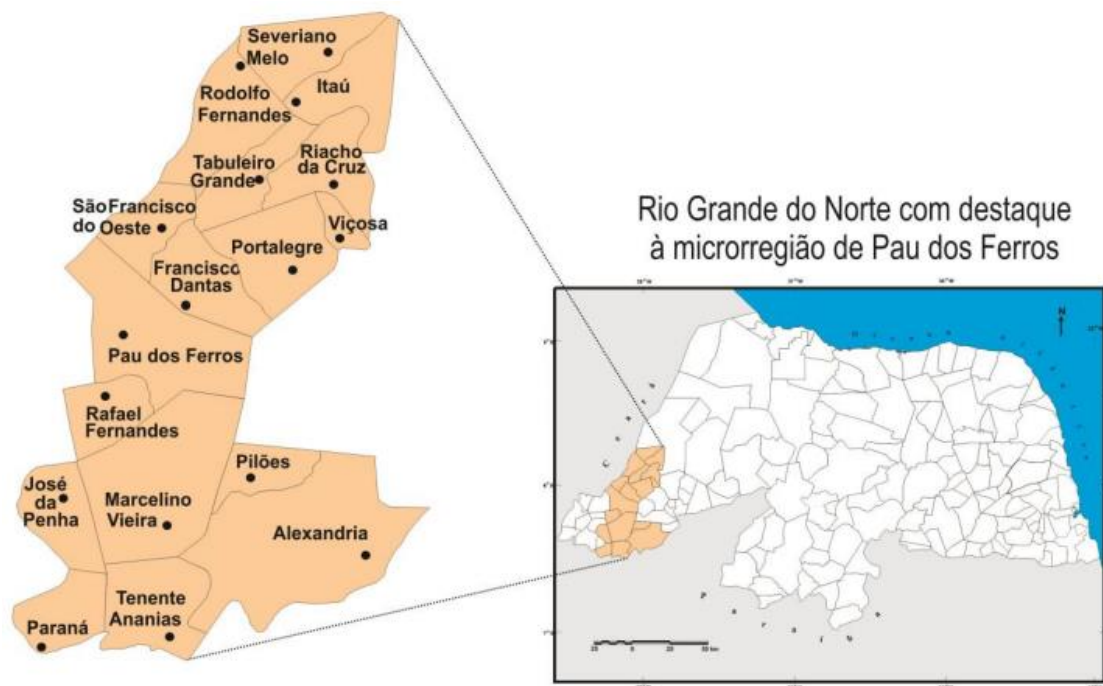
A realização do levantamento e estudo dos poços, foram realizados através de uma ficha de avaliação, sendo esta dividida em três campos distintos, tal ficha foi elaborada em forma de questionário, encontrado no Apêndice A, sendo um dos campos de avaliação destinado a realizar o levantamento das características gerais do poço. A segunda seção do questionário, possui o intuito de verificar as características de consumo da água, e por fim a terceira seção de avaliação com a finalidade de realizar um levantamento acerca das características ambientais. Vale salientar que algumas das informações foram obtidas através do questionamento aos usuários, contudo outras informações foram obtidas a partir de observações realizadas através da visita ao local.

Além do questionário mencionado, uma entrevista, encontrada no Apêndice B, foi elaborada visando adquirir alguns dados referentes a gestão de recursos hídricos da cidade.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com CPRM (2005), o município de Rafael Fernandes encontra-se localizado na mesorregião do oeste potiguar, onde se encontra a uma distância de aproximadamente 430 km da capital do estado, Natal. A Figura 13 mostra a localização do município de Rafael Fernandes na microrregião de Pau dos Ferros - RN.

Figura 13– Localização da cidade de Rafael Fernandes.



Fonte: Rocha e Alves (2015).

Segundo dados oferecidos pela plataforma eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), no último censo, realizado em 2010, a população da cidade era de cerca de 4.692 habitantes, onde cerca de 2.709 pessoas residiam na zona urbana da cidade e 1.983 na zona rural do município. O órgão estima ainda que no ano de 2018 a cidade conte com cerca de 5.067 habitantes, onde estes estariam distribuídos em uma área de cerca de 78,231 km².

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos [20--?], o clima predominante na região, conforme a classificação climática Köppen é caracterizado por ser um clima quente e semiárido, com relação as chuvas, a região ao qual o município encontra-se inserido, apresenta uma média anual de cerca de 700 mm , sendo que tal média pode variar de 600 a 900 mm por ano dependendo de onde se situa a região. Com relação ao solo da região, este é composto principalmente por solo de areia quartzosa distrófica e latossolo vermelho amarelo distrófico.

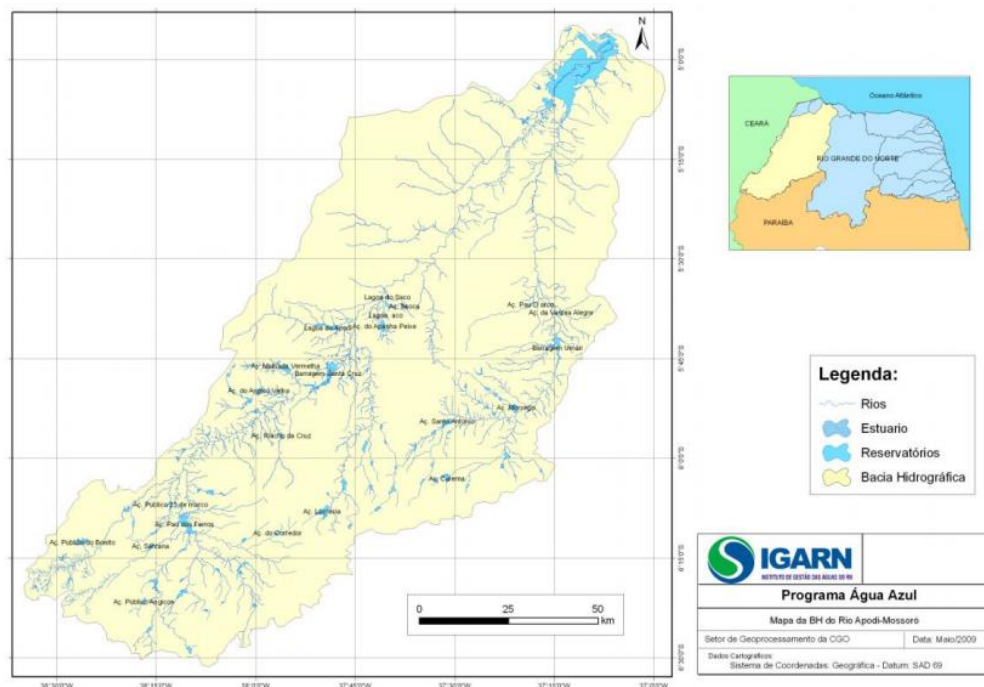
Segundo o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA, 2008), o município de Rafael Fernandes encontra-se inserido em uma zona de abrangência de rochas metamórficas que compõem o embasamento cristalino do local.

De acordo com o IDEMA (2008) o relevo predominante do município apresenta-se de forma tabulares, sendo estes de topo plano. Segundo Peixoto *et al* (2006), um relevo tabular é

aquele que se caracteriza por possuir um topo de forma plana, com uma horizontalidade característica da forma de relevo.

Com relação aos recursos hídricos da região, o IDEMA (2008) afirma que o município encontra-se totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, que segundo Justo, Santos e Souza (2016), ocupa cerca de 26,8% do território do estado do Rio Grande do Norte, e é considerada a maior bacia hidrográfica do Rio Grande do Norte. A Figura 14 representa a localização da bacia hidrográfica Apodi – Mossoró no estado do Rio Grande do Norte.

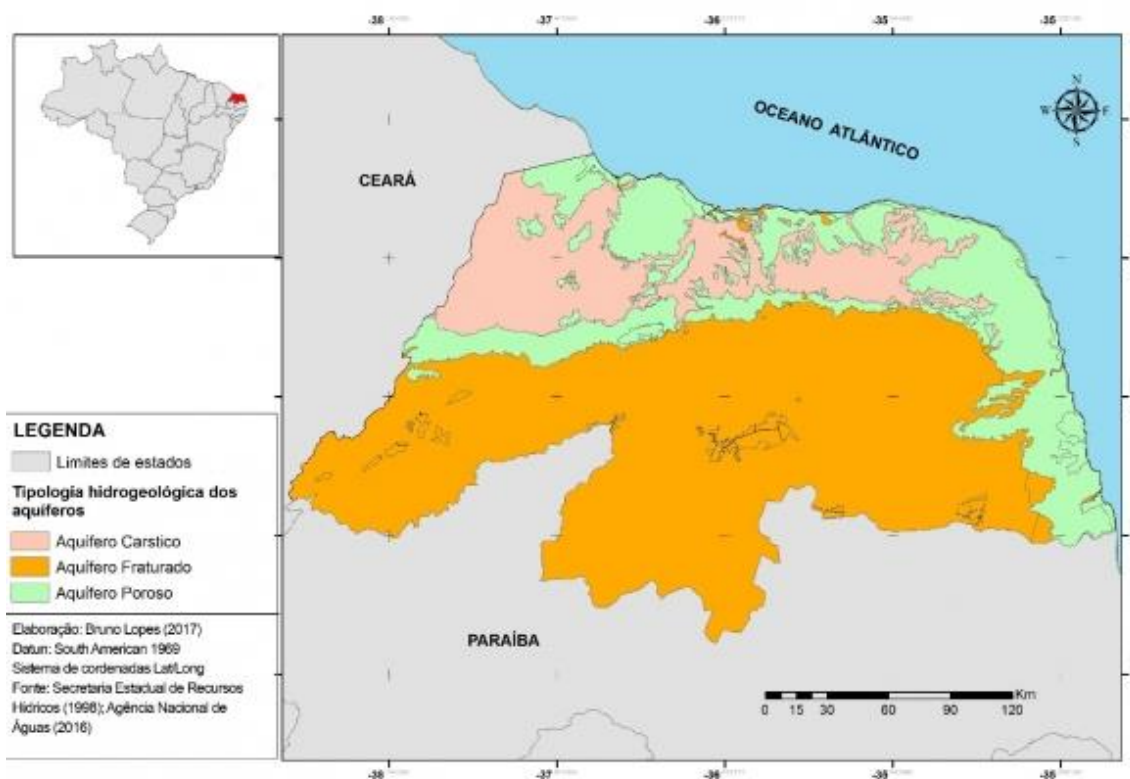
Figura 14 – Representação da Bacia hidrografica Apodi- Mossoró.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos [20--?].

IDEMA (2008) afirma ainda que a região em estudo apresenta em sua extensão aquíferos do tipo cristalino, que segundo o mesmo é aquele formado por rochas cristalinas, onde o armazenamento de água é feito em fraturas existentes nas rochas, e aluvião, que para o autor é aquele formado a partir da deposição de sedimentos sobre leitos de rios e riachos de grande porte, assim sendo a água se acumula entre os espaços existentes entre os sedimentos. A Figura 15 representa a distribuição dos principais tipos de aquífero presentes no estado do Rio Grande do Norte.

Figura 15 – Representação dos tipos de aquíferos localizados no estado do Rio grande do Norte.



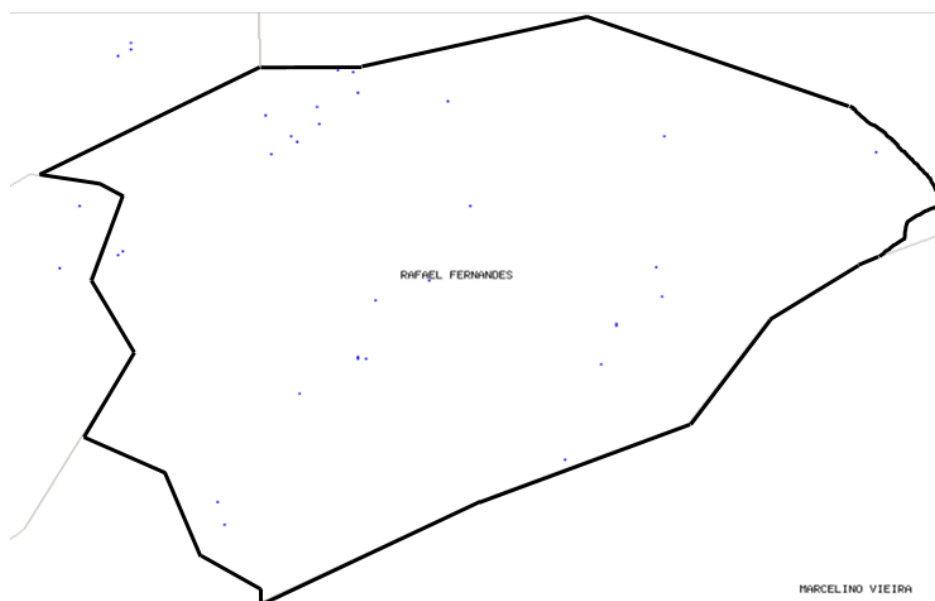
Fonte: Trolei e Silva (2017).

4.4 ATLAS DIGITAL DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE

O Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas (SIAGAS) disponibiliza uma relação de todos os poços que foram perfurados e que se encontram cadastrados por toda a extensão do território brasileiro, desta forma o município em estudo apresenta, atualmente, cadastrados na plataforma um total de 29 poços, sendo que deste total 28 dos poços estão localizados na zona rural do município e somente um dos poços encontra-se localizado na zona urbana. (SIAGAS Web, 20--?b)

A Figura 16 mostra a localização dos poços cadastrados no SIAGAS Web na cidade de Rafael Fernandes.

Figura 16 – Poços cadastrados da cidade de Rafael Fernandes pelo SIAGAS WEB.



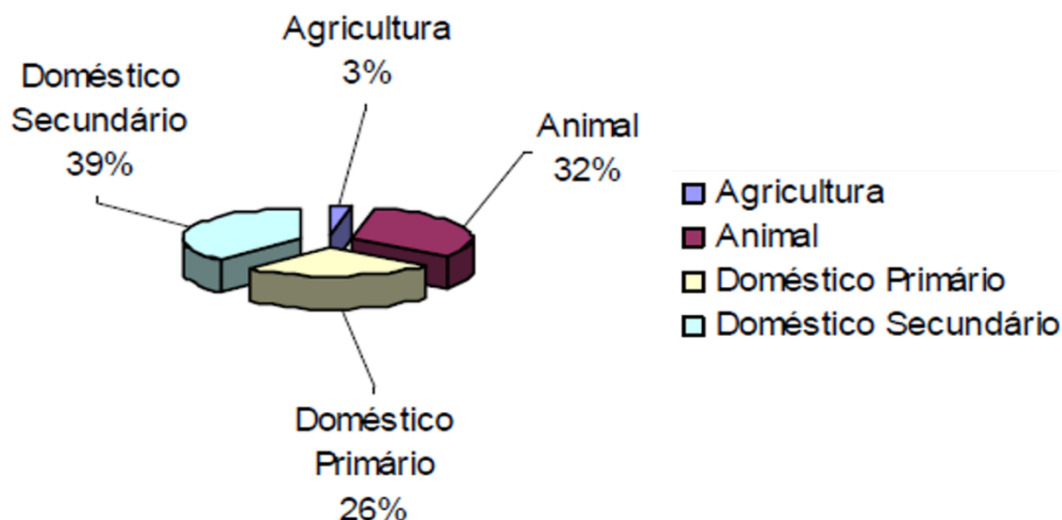
Fonte: SIAGAS WEB (2019).

As informações fornecidas pelo SIAGAS Web, foram obtidas através do projeto de cadastramento de fontes de água subterrânea, sendo este desenvolvido pela SGB/CPRM, no ano de 2005, através do diagnóstico referente ao município de Rafael Fernandes, tem-se que dos 29 poços localizados no município, todos são poços do tipo tubular, além do mais foi verificado que dentre os poços analisados 28 estão localizados em terrenos particulares, enquanto que somente um dos poços encontra-se localizado em terreno de domínio público (CPRM, 2005).

Além das informações citadas, o Atlas digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos apresenta ainda algumas características típicas encontradas através do cadastramento e levantamento dos poços na cidade, dentre os poços estudados 21% destes apresentam a finalidade de abastecer a população em geral, ou seja, são poços considerados comunitários, já 7% dos poços são particulares, onde é água e destinada somente a suprir as necessidades do proprietário do mesmo, contudo os 72% restantes são ditos em uma situação indefinida, ou seja, para estes não foi possível verificar a finalidade de abastecimento do poço (CPRM, 2005).

Com relação ao destino final da água ofertada pelos poços analisados, a CPRM (2005) apresenta que em sua maioria esta é destinada ao uso doméstico considerado secundário, que é aquele destinado ao uso geral. A Figura 17 apresenta uma relação dos principais usos da água fornecida pelos poços cadastrados.

Figura 17 – Uso de água dos poços cadastrados através do Atlas digital dos recursos hídricos do Rio Grande do Norte.



Fonte: CPRM, 2005.

4.5 COLETA DE DADOS

A coleta dos dados foi realizada através de visitas para observações dos poços, além da obtenção de informações juntamente aos proprietários dos mesmos. Do mesmo modo ocorreu com relação a prefeitura municipal da cidade, já que alguns dos poços analisados são de domínio da prefeitura. Buscou-se ainda realizar a coleta e análise de dados juntamente a prefeitura municipal sobre a gestão de recursos hídricos realizada pelos responsáveis da cidade.

Em um primeiro momento foi realizada a coleta de dados relativos aos poços de cunho particular, tais informações foram coletadas através de questionário elaborado após estudo realizado. Através deste foi possível coletar dados diversos acerca de características físicas, ambientais e de consumo. As características físicas dos poços abrangem dados como profundidade, método de perfuração, entre outros. Já com relação as características ambientais analisadas, estas estavam direcionadas a fontes de contaminações que se encontravam próximas ao poço, além de questionar aos proprietários sobre a qualidade da água. Por fim, com relação ao consumo foram obtidos dados necessários para o entendimento do uso e destino final da água.

O mesmo questionário foi aplicado a um responsável da Prefeitura municipal para obtenção de informações acerca dos poços públicos, além da realização de uma entrevista visando analisar a gestão de recursos hídricos da cidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de questionários juntamente a população e a gestão do município de Rafael Fernandes possibilitou a obtenção de dados referentes as características físicas, de consumo e ambientais foram obtidos sobre os poços localizados na zona urbana da cidade. Desta forma, a seguir busca-se apresentar e comentar sobre tais informações.

5.1 CARACTERÍSTICAS DO POÇO

Em um primeiro momento foi realizado o levantamento de dados acerca das características físicas dos poços analisados. Desta forma foram obtidas dados como a localização geográfica dos poços. Para obtenção desses dados foi necessário a utilização de um aplicativo de GPS Google Maps®, visando determinar as coordenadas do local requerido. Foram analisados um total de 16 poços encontrados na zona urbana da cidade de Rafael Fernandes, onde estes foram nomeados seguindo a ordem comum dos algarismos romanos. A Tabela 1 abaixo demonstra a localização dos poços segundo sua latitude e longitude.

Tabela 1 – Localização Geográfica dos poços analisados.

Identificação do poço	Coordenadas geográficas	
	Latitude	Longitude
01	-6,18814	-38,2233771
02	-6,195064	-38,226515
03	-6,1894633	-38,2221209
04	-6,195632	-38,223176
05	-6,1928855	-38,224628
06	-6,188792	-38,223784
07	-6,1841152	-38,2176506
08	-6,1841163	-38,2176521
09	-6,188877	-38,223925
10	-6,192649	-38,227479
11	-6,185229	-38,221393
12	-6,19235	-38,223151

(continua)

Tabela 1 (continuação) - Localização Geográfica dos poços analisados.

13	-6,19688	-38,225964
14	-6,193835	-38,224115
15	-6,197697	-38,222532
16	-6,192438	-38,222737

Fonte: Autoria Própria.

Dos poços analisados observou-se que um total de 15, ou seja, 93,75% são poços tubulares profundos, enquanto que somente 1, ou seja, 6,25% dos poços analisados é do tipo amazonas. Além do mais, foi verificada a situação apresentada por cada poço, sendo que para este requisito os poços foram divididos em: poços abandonados, em operação, não instalados, paralisados e indefinidos.

Dentro desta classificação, os poços abandonados são aqueles que se encontram secos, ou que devido a certas circunstâncias acabaram sendo obstruídos, já os poços classificados como em operação são aqueles que se encontram em funcionamento. Com relação aos poços não instalados temos que estes são aqueles que foram perfurados e se encontram em perfeito estado, contudo não possuem um sistema de bombeamento instalado. Os poços paralisados, são aqueles que foram escavados e instalados, contudo devido a certas circunstâncias, como falhas nos equipamentos, encontram-se temporariamente fora de operação, por fim temos os poços indefinidos, nesta classificação inclui-se os poços que por falta de informações não foi possível determinar em qual das situações anteriores o poço se encaixa.

Como demonstrado no Gráfico 1, dentre os 16 poços analisados cerca de 93,75% encontram-se em operação e somente 6,25% destes encontram-se abandonados devido a obstrução de parte do poço, com relação as demais situações sugeridas nenhum dos poços analisados foi classificado nestas situações.

Gráfico 1 – Situação dos poços analisados.

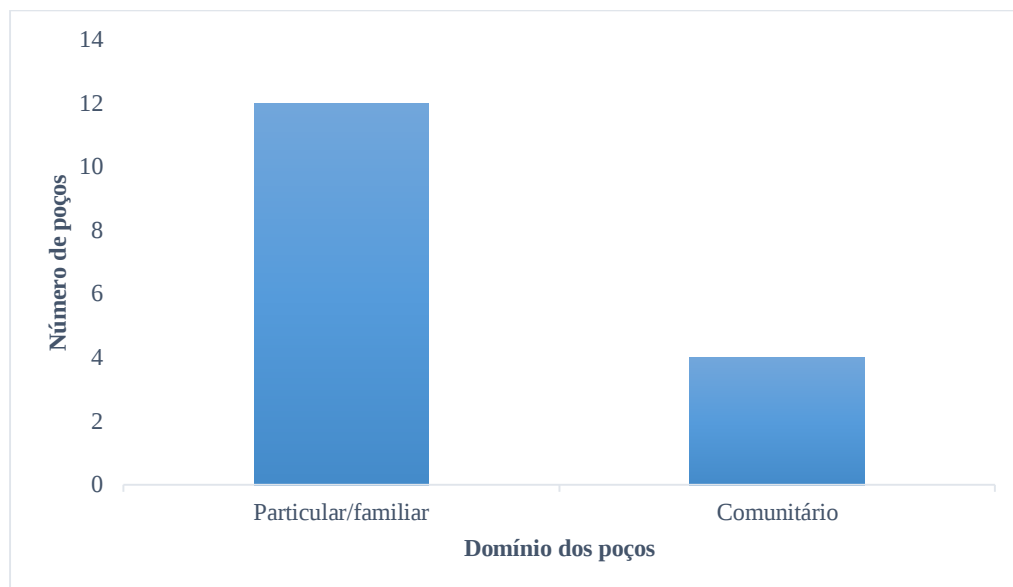


Fonte: Autoria Própria.

Com relação ao domínio dos poços, estes foram divididos em duas categorias: particulares/familiares e comunitários. Os poços denominados particulares/familiares são aqueles utilizados de forma privada e que se localizam em terrenos de domínio particular, abastecendo um número menor de pessoas. Já os poços comunitários são aqueles localizados em terrenos de domínio público, além de serem destinados ao uso de uma maior parcela da população.

Assim sendo, 75% dos poços analisados, ou seja, 12 poços são de domínio particular enquanto que somente 4 poços (25%) são de domínio comunitário. Contudo vale salientar que dentre os poços de domínio particular foram verificados alguns casos específicos, onde apesar dos poços serem caracterizados como particulares atendem uma parcela da população de forma comunitária, ou seja, atendem uma grande quantidade de pessoas, assim dentre os 12 poços classificados como particulares, 2 destes se encaixa no caso descrito acima. O Gráfico 2, representa o número de poços classificados quanto ao seu domínio.

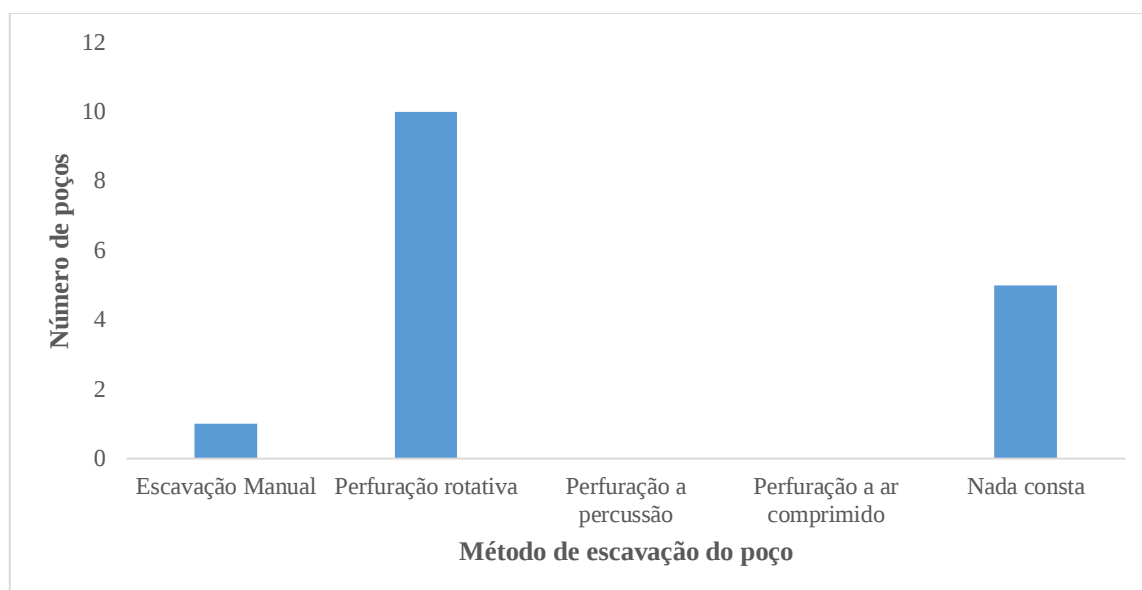
Gráfico 2 – Classificação quanto ao domínio dos poços analisados.



Fonte: Autoria Própria.

Além das informações fornecidas acima, foi verificado o método de escavação utilizado para a perfuração de cada poço. Os métodos verificados foram perfuração através de escavação manual, perfuração rotativa, perfuração a percussão e perfuração à ar comprimido, ou roto-pneumática. Para os dados adquiridos, verificou-se que cerca de 62,5% dos poços foram escavados através de perfuração à ar comprimido e 6,25 % dos poços foram escavados de forma manual, sendo que para este caso encontra-se incluso o poço amazonas. Vale salientar que em alguns casos a determinação do método de escavação não foi possível, já que os entrevistados não souberam repassar a informação, estes contemplam os 31,25% dos poços restantes. O Gráfico 3 representa a classificação dos poços analisados a partir do método de escavação.

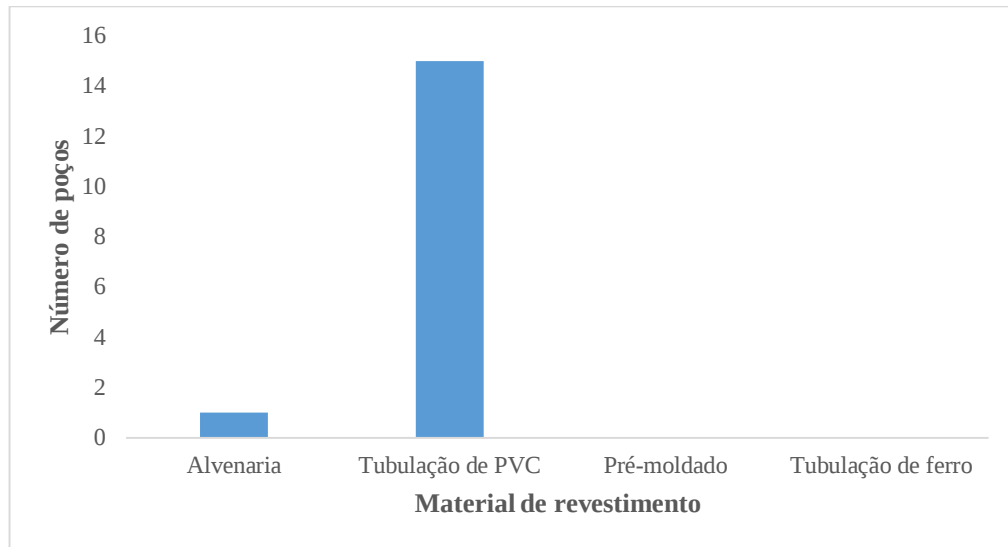
Gráfico 3– Representação da classificação dos poços analisados quanto ao seu método de escavação.



Fonte: Autoria Própria.

Todos os poços analisados eram dotados de revestimento assim foram obtidas informações acerca do tipo de revestimento utilizado para cada poço. O revestimento predominante foi o de PVC, com um total de 93,75 % dos poços, somente 6,25 % possuíam revestimento de alvenaria, contudo para este caso somente o poço amazonas encontra-se incluso, já que o revestimento de alvenaria é uma característica construtiva para este tipo de poço. O Gráfico 4 representa a relação dos poços com o tipo de revestimento que o mesmo possui.

Com relação aos poços que possuíam tampa de proteção, foi observado que um total de 62,5 % destes eram dotados dessa característica, já quando se trata do tipo de material do qual tais tampas são feitas percebe-se que há uma predominância de 100% de tampas compostas por chapas soldada. Logo percebe-se que, o percentual que utiliza as tampas encontram-se dentro dos padrões definidos pela NBR 12244 (ABNT, 1992), que esta sugere que as tampas de proteção para poços destinados a captação de água subterrânea sejam de chapa soldada, tampa rosqueável com cadeado ou válvula de segurança. O Gráfico 5 expressa a relação dos poços com suas respectivas tampas de proteção.

Gráfico 4 – Tipo de revestimentos dos poços analisados.

Fonte: Autoria Própria.

Gráfico 5 – Relação de poços que possuem tampas de proteção.

Fonte: Autoria Própria.

O diâmetro apresentado pelos poços, atendeu as características construtivas esperadas para poços tubulares e escavados tendo em vista que dos 16 poços analisados um total de 11 poços apresentam diâmetros de 200 mm, enquanto que 4 poços apresentam diâmetro de 150 mm e um dos poços possui diâmetro de 4,50 m. Vale ressaltar que todos os poços que apresentam diâmetros de 150 e 200 mm são poços tubulares, enquanto que o poço que apresentam diâmetro de 4,50 m é um poço amazonas.

Com relação ao tempo de utilização dos poços, percebeu-se que em maioria os poços

foram perfurados durante o período de escassez ao qual a região vem passando, período este que segundo a ANA (2017) vem se prolongando desde o ano de 2012. A relação de anos de utilização juntamente com o diâmetro associado a cada poço e apresentado na Tabela 2.

Tabela 2– Diâmetro dos poços analisados juntamente com seu tempo de utilização.

Identificação do poço	Diâmetro	Tempo de utilização (anos)
01	200 mm	3
02	150 mm	2
03	200 mm	3
04	200 mm	2
05	150 mm	3
06	150 mm	1
07	200 mm	3
08	200 mm	5
09	150 mm	3
10	200 mm	4
11	200 mm	3
12	200 mm	3
13	200 mm	3
14	200 mm	3
15	4,50 m	15
16	200 mm	18

Fonte: Autoria Própria.

Como dito anteriormente 15 dos poços analisados são poços tubulares, desta forma foi realizado um levantamento das informações acerca do filtro e pré-filtro dos poços tubulares. A partir desta relação percebeu-se que 15 dos poços tubulares possuíam filtro de PVC, sendo que segundo dados fornecidos pelos proprietários, ranhuras e furos foram perfuradas no próprio tubo de revestimento dos poços, para que assim funcionassem como um filtro. Desta forma temos que os filtros aplicados nos poços analisados não se encontram dentro das especificações referidas pela NBR 12212 (ABNT, 1992, p. 04), onde esta afirma que “devem ser evitados os filtros do tipo crivado, providos de furos circulares, e preteridos os improvisados com base nos

tubos lisos de revestimento”.Além do mais a norma especifica que os filtros devem ser escolhidos mediante várias características, como velocidade de entrada da água no poço, sendo que esta deve encontrar-se entre 0,03m/s e 0,08m/s, além destas temos que o diametro interno dos filtros deve apresentar compatibilidade com os demais elementos do poço, como os tubos lisos, diâmetro da bomba, etc; deve-se atentar ainda na escolha do comprimento das seções dos filtros, onde estas devem ser escolhidas após análise de diversas características que envolvem tanto o aquífero como o próprio filtro e o pré-filtro.

Do mesmo modo se procedeu com relação as informações acerca do pré-filtro, onde dos poços tubulares 15 possuíam pré-filtro, sendo este composto de cascalho. A NBR 12212 (ABNT, 1992), afirma que o pré-filtro deve apresentar um diâmetro que permita a colocação do filtro. Além do mais deve apresentar constituição mineralógica quartzosa e forma arredondada ou subarredondada, além de um coeficiente de uniformidade que não supere 2,5. A norma define ainda que o filtro deve ser capaz de reter cerca de 90% do material do pré-filtro.

Foram obtidas informações através do questionário aplicado acerca da profundidade de escavação dos poços analisado, juntamente, foram questionadas ao entrevistado informações sobre profundidade do nível estático e nível dinâmico de cada poço. Percebe-se que uma grande parcela dos poços apresentam profundidade de escavação em torno dos 50 metros, como demonstrado na tabela 3. Com relação a profundidade dos níveis estáticos e dinâmicos poucas informações foram adquiridas devido à falta de conhecimento dos proprietários sobre tais dados, contudo durante a aplicação do questionário foi possível mensurar a profundidade do nível estático para o poço amazonas, onde este apresentava nível estático de 5,87 m.

Seguida dos valores de profundidade, foram adquiridos valores para as vazões dos poços, segundo os entrevistados tais vazões foram mensuradas logo após a escavação dos poços, por um responsável da própria empresa de perfuração. Vale ressaltar que alguns dos poços não possuíam vazão conhecida, desta forma segue na Tabela 3 relação das vazões do poços analisados.

Tabela 3– Relação dos valores de profundidade dos poços analisados juntamente com o seus valores de vazão.

Identificação do poço	Profundidade de perfuração (m)	Vazão (l/h)
01	50	370
02	50	1500

(continua)

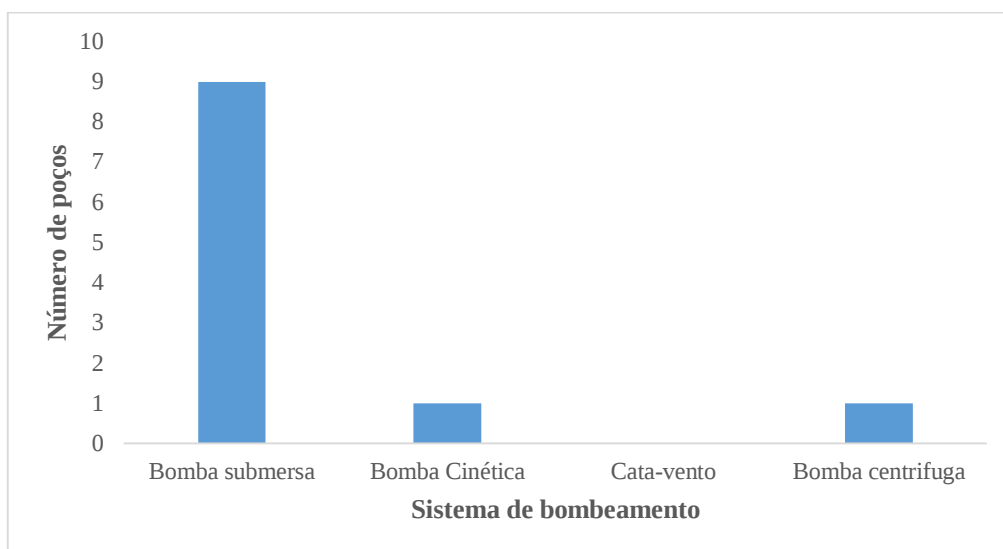
Tabela 3 (continuação) – Relação dos valores de profundidade dos poços analisados juntamente com o seus valores de vazão.

03	50	170
04	50	700
05	52	1200
06	80	830
07	80	1200
08	38	700
09	48	400
10	48	600
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	7	-
16	50	2500

Fonte: Autoria Própria.

Em referência ao sistema de bombeamento apresentada por cada poço, nota-se que o sistema de bombeamento através de bombas submersas prevalece com relação aos demais sistemas analisados, desta forma temos que dentre os poços estudados um total de 56,25% dos poços são dotados de um sistema de bombeamento através de bombas submersas, enquanto que 31,25 % dos poços possuem uma bomba cinética para bombear a água necessária, temos ainda que 6,25 % dos poços possuem sistema de bombeamento dotado de bomba centrífuga, vale ressaltar que 6,25% dos poços analisados não são dotados de sistema de bombeamento. O Gráfico 6 demonstra a relação do número de poços juntamente com o sistema de bombeamento correspondente.

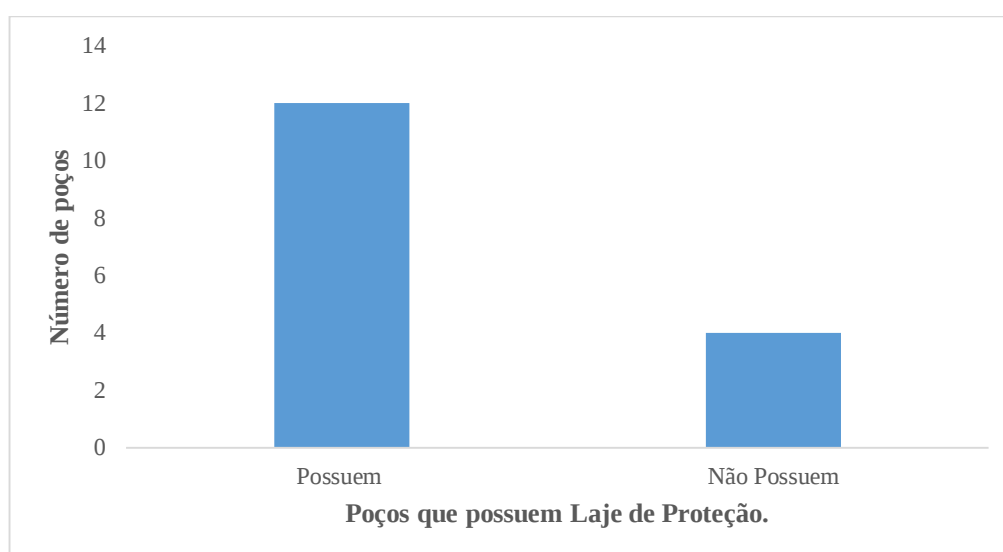
Gráfico 6– Determinação do sistema de bombeamento relacionado a cada poço.



Fonte: Autoria Própria.

Do total de poços analisados 75% destes apresentavam laje de proteção protegendo o perímetro mais próximo ao poço, enquanto que 25% dos poços não a possuíam. Segundo o Art. 24 do Decreto nº 32955 de 7 de Fevereiro de 1991, a laje de proteção é necessária como um elemento de proteção sanitária do poço contra a entrada ou penetração de agentes poluidores.

Gráfico 7 – Representação dos poços que possuem laje de proteção.

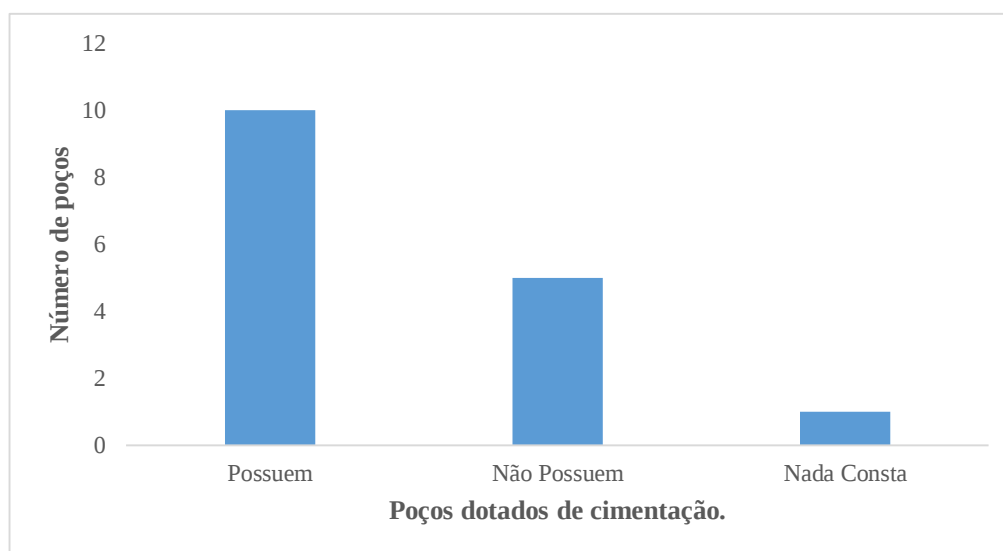


Fonte: Autoria Própria.

Com relação a cimentação dos poços analisados 62,5% dos usuários afirmaram que os

poços possuem cimentação, contudo com relação aos 31,25% dos poços não foi possível a obtenção de tal informação, já que os proprietários ou responsáveis não souberam informar se os poços possuíam ou não cimentação. Além do mais 6,26% dos proprietários afirmaram que os poços não possuíam cimentação, vale salientar que para esta parcela encontra-se inserido o poço amazonas. De acordo com o Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (2001), a cimentação de poços tubulares é de fundamental importância para proteger a água dos poços contra contaminações provindas da infiltração de águas superficiais externas ao revestimento. O Gráfico 8 mostra a relação dos poços que possuem cimentação.

Gráfico 8 – Representação dos poços que possuem cimentação.



Fonte: Autoria Própria.

Segundo Albrecht e Carvalho [200-?], a proteção sanitária dos poços tubulares é realizada através da presença de cimentação e laje de proteção nos poços, onde em conjunto esta protegem os poços contra a infiltração de águas superficiais que ocorre normalmente na boca do boço, entre as paredes do revestimento e os materiais circundantes.

Com relação ao projeto de engenharia 81,25% dos usuários informaram não possuir conhecimento se o poço possuía projeto de engenharia. Além destes, 6,25% dos proprietários informaram que o poço não possuía projeto de engenharia, nesta porcentagem encontra-se incluso o poço amazonas, onde o proprietário informou que o mesmo foi escavado de forma manual pelo mesmo em conjunto com trabalhadores contratados, logo não foi desenvolvido quaisquer projeto anterior a escavação do poço. Além dos poços mencionados anteriormente, somente 12,5% dos proprietários informaram que o poço possuía projeto de engenharia, sendo

este elaborado pela própria empresa contratada para realizar a perfuração do poço. De acordo com a NBR 12212 (ABNT, 1992) possuir o projeto de engenharia de poços destinados a captação de águas subterrâneas torna-se necessário para que além do método mais adequado de perfuração, algumas demais características do próprio poço sejam escolhidas, como o tipo de filtro, pré-filtro, comantação, etc.

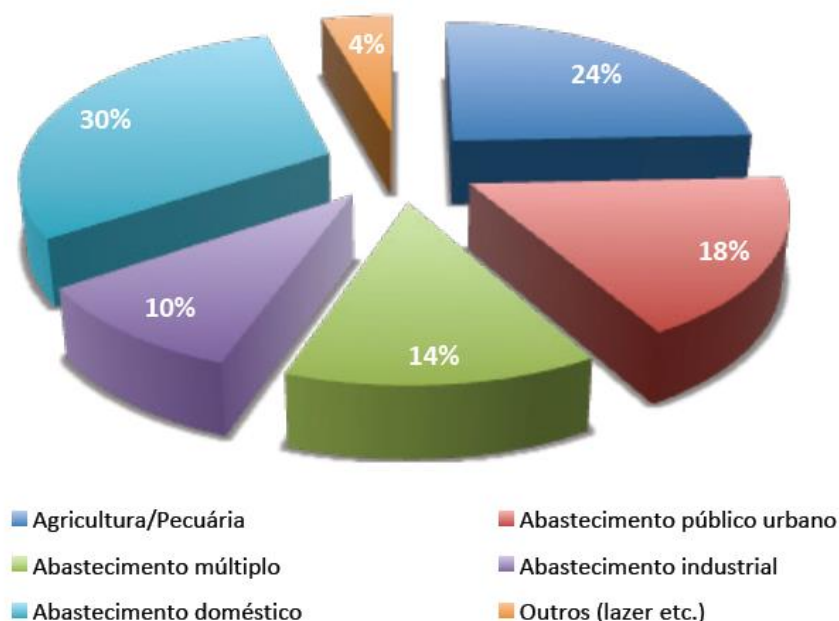
Relacionado as característica gerais dos poços, o último requisito analisado se relaciona a posse de outorgas para uso de água, onde 100% dos casos analisados afirmaram não possuir tal licença. Medeiros e Barbosa (2010, p. 02) definem a importância da outorga “como instrumento de proteção dos recursos hídricos, sendo um meio garantidor da acessibilidade a este bem por todos da coletividade.”

5.2 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO

Quando se trata das características de consumo da água provinda dos poços estudados, temos que 100 % dos entrevistados consideram de fundamental importância a utilização desta água, já que a mesma diante do cenário de escassez hídrica no qual a região encontra-se inserida, serviu como uma forma alternativa de suprir as necessidades da população.

Seguindo deste temos que de acordo com o Instituto Trata Brasil (2019), quando se trata das atividades econômicas no qual há a utilização de águas subterrâneas, o seu uso é distribuído principalmente em atendimento doméstico, agropecuário, abastecimento público e um abastecimento denominado pelo autor como abastecimento múltiplo, como demonstrado na Figura 18 abaixo.

Figura 18 – Representação da distribuição de águas subterrâneas quanto a sua utilização.



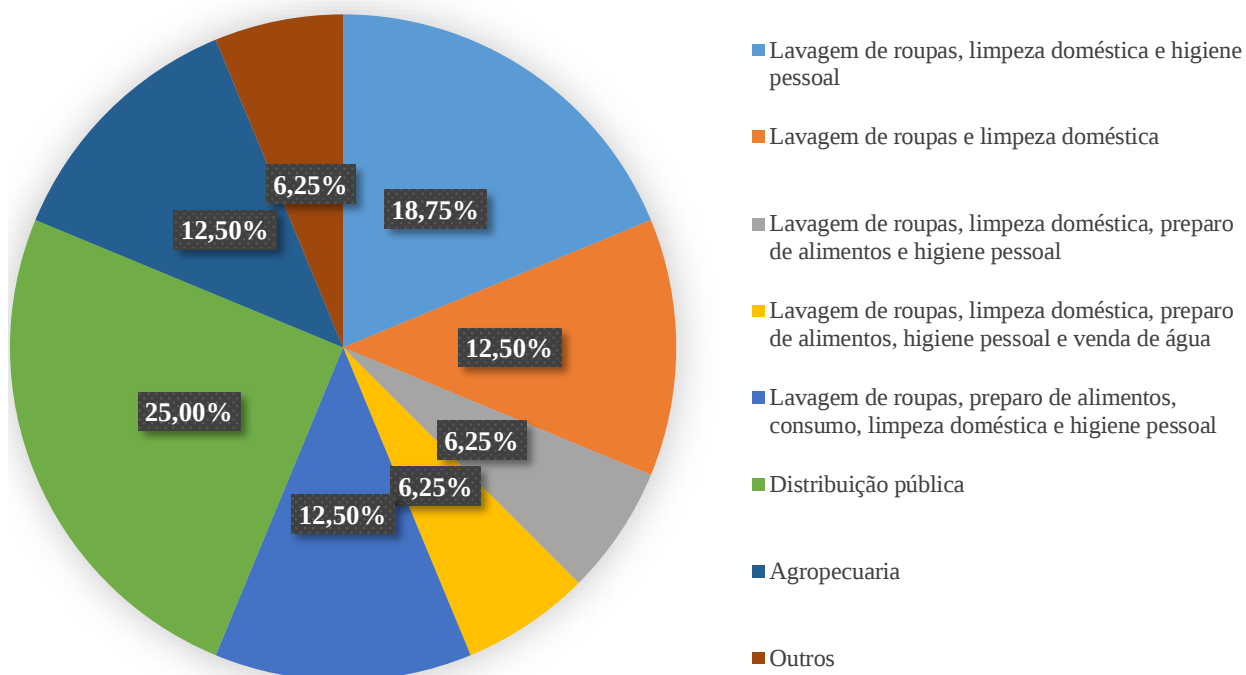
Fonte: CPRM (2018 *apud* Instituto Trata Brasil, 2019).

Para a aquisição de dados para a pesquisa foram analisados as seguintes categorias quanto ao uso da água dos poços: agricultura familiar, lavagem de roupas, preparo de alimentos, consumo, limpeza doméstica, irrigação de grandes áreas e outros usos. Assim através dos dados obtidos foi possível verificar que grande maioria os poços possuíam uso para diversas funções.

Para as categorias analisadas teve-se que 18,75% dos poços são utilizados para funções como lavagem de roupas, limpeza doméstica e higiene pessoal, 12,5% dos poços são destinados lavagem de roupas e limpeza doméstica, 6,25% dos poços são utilizados para a lavagem de roupas, juntamente com o uso a limpeza doméstica, higiene pessoal e preparo de alimentos, uma outra parcela dos poços, mais especificamente 6,25% dos poços, são utilizados para lavagem de roupas, limpeza doméstica, preparo de alimentos, higiene pessoal e venda de água, temos ainda que 12,5% dos poços são utilizados para funções como lavagem de roupas, preparo de alimentos, consumo, limpeza doméstica e higiene pessoal, já 25% dos poços são utilizados para distribuição pública, e 12,5% dos poços são utilizados na agropecuária, além destes temos que um dos poços, que compõe 6,25% destes, não se encontra em operação, logo não possui uso para sua água.

O Gráfico 9 mostra a distribuição de uso para a água provinda dos poços analisados.

Gráfico 9 – Distribuição do uso de água dos poços analisados.



Fonte: Autoria Própria.

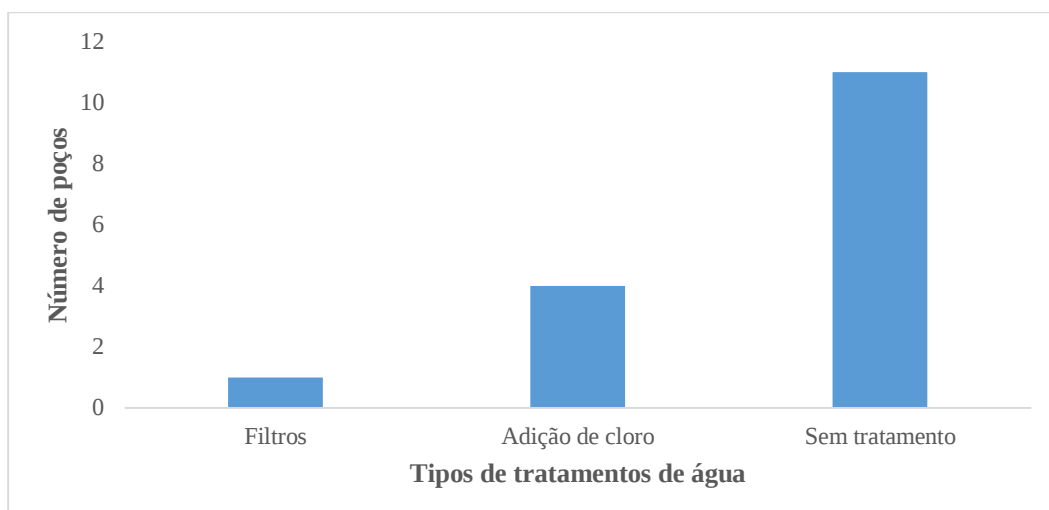
Se analisarmos o destino final para a água dos poços com uma perspectiva semelhante a apresentada no estudo do Instituto Trata Brasil (2019), temos que uma parcela dominante está inserido no chamado abastecimento doméstico. Assim temos que 12,50% dos poços são destinados a agropecuária/pecuária, enquanto que somente 6,25% dos poços possuem uso ao abastecimento múltiplo. Do valor total de poços temos ainda que 25% destes é destinado ao abastecimento público urbano e que 50% destes é destinado ao abastecimento doméstico. Ao compararmos os dados do levantamento realizado e os dados apresentados pelo estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (2019), percebemos que por uso da água os estudos apresentam resultados dominantes semelhantes, já que para os dois estudos o uso de água destinado ao abastecimento doméstico é classificado como o principal.

Um dos quesitos analisados através da pesquisa foi se os beneficiários pela água dos poços realizam algum tratamento prévio antes de seu uso, tratamentos como adição de cloro, fervura ou utilização de filtros ao próprio sistema de distribuição da água. Assim, através dos resultados obtidos percebe-se que 68,75% dos entrevistados não realizam quaisquer tipos de prévio tratamento a água, enquanto que somente 31,25% das águas são tratadas. Segundo Pádua (2016), o tratamento prévio sobre a água disponibilizada para consumo é de fundamental importância para a garantia da saúde do consumidor, já que esta pode ser prejudicada devido a

presença de organismos patogênicos e presença de substâncias químicas orgânicas ou inorgânicas na água, assim podemos definir que a aplicação de um tratamento sobre a água antes de seu consumo é fundamental para que sua potabilidade seja garantida. De acordo com Brasil (2012), toda e qualquer água destinada ao consumo deve passar por processos prévios de tratamento, sendo estes desinfecção ou cloração.

Desta forma com relação ao prévio tratamento das águas, um dos proprietários afirmou que utiliza um equipamento de filtração, sendo este responsável por filtrar a água antes de sua utilização, da mesma forma nos poços comunitários, sendo que diariamente é adicionado determinada quantidade de cloro a água destinada a distribuição da população. O Gráfico 10 nos fornece os resultados obtidos com relação a prévio tratamento de água.

Gráfico 10 – Relação de tratamentos prévios junto a água dos poços analisados.



Fonte: Autoria Própria.

Quando se trata do número de pessoas que utilizam a água dos poços temos valores bastante variados, sendo que encontramos poços que beneficiam somente uma pessoa, como é o caso de poços destinados somente a uso agropecuário, até poços que possuem um valor indeterminado de pessoas beneficiadas, para tais casos temos os poços destinados ao abastecimento público da cidade, como a água dos poços não é conduzida diretamente as residências e sim é distribuída a partir de reservatórios localizados nos arredores dos poços, não é possível mensurar o total de pessoas que utilizam a água destes. Do mesmo modo se dá ao poço destinado a venda de água, onde tem-se que o número de pessoas que utilizam a água deste é inconsistente, logo não é possível mensurar o valor exato. A Tabela 4 fornece os valores de pessoas que utilizam a água de cada poço analisado.

Tabela 4– Número de pessoas que utilizam a água dos poços analisados.

Identificação do poço	Número de pessoas beneficiadas
01	6
02	Indeterminado
03	4
04	10
05	32
06	5
07	70
08	-
09	4
10	5
11	Indeterminado
12	Indeterminado
13	Indeterminado
14	Indeterminado
15	1
16	1

Fonte: Autoria Própria.

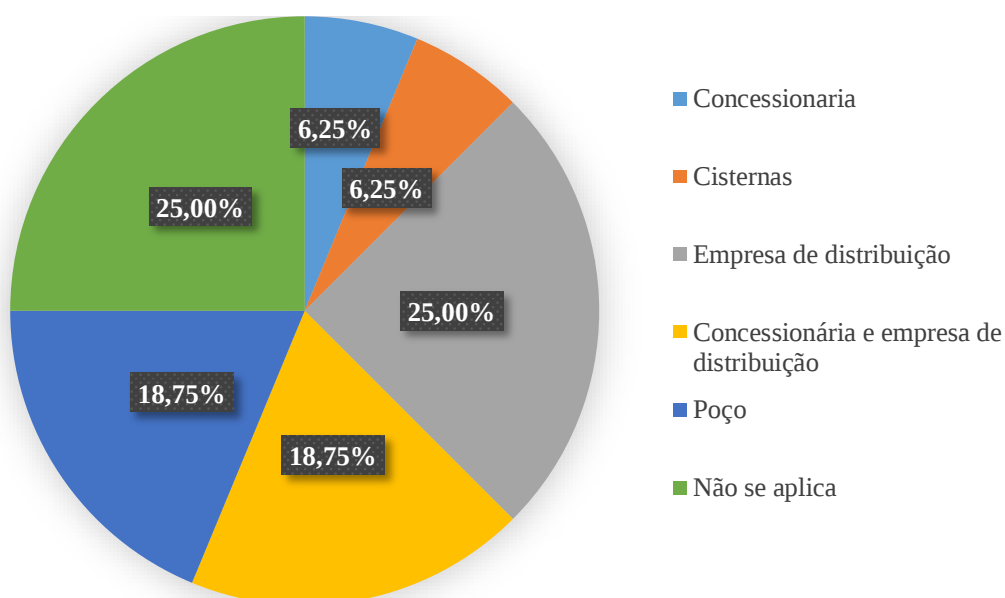
Para algumas residências a água provinda dos poços não é a única fonte de abastecimento, assim sendo, as demais fontes de abastecimento utilizadas variam desde uso da água fornecida pela concessionária, a água provinda de cisternas e empresas de distribuição. Vale salientar que em alguns casos os usuários utilizam mais de uma fonte alternativa de abastecimento.

Desta forma, temos que 6,25% das residências utilizam o abastecimento provindo da rede da concessionária além do poço, enquanto que 6,25% dos entrevistados fazem uso de cisternas, já com relação a utilização de empresas locais de distribuição 25% das residências a utilizam, sendo que tais empresas fazem a distribuição da água com o auxílio de tanques de água transportados por caminhões, além do mais nesta classificação de abastecimento encontram-se as empresas locais que vendem água mineral para consumo, com relação ao abastecimento múltiplo, constituído por mais de uma fonte de abastecimento, 18,75% das residências fazem uso deste, sendo que para tal parcela analisada o abastecimento é provindo

da concessionária e de empresas locais de distribuição, contudo temos ainda aqueles que possuem o abastecimento de sua residência provinda somente da água do poço, para tais casos contamos com um total de 18,75% dos entrevistados, além do mais houve casos onde tal questionamento não se aplica, como no caso dos poços destinados ao abastecimento público da cidade, para esta parcela de casos encontram-se inseridos 25% dos poços analisados.

O Gráfico 11 mostra a relação do tipo de abastecimento utilizado por cada residência analisada.

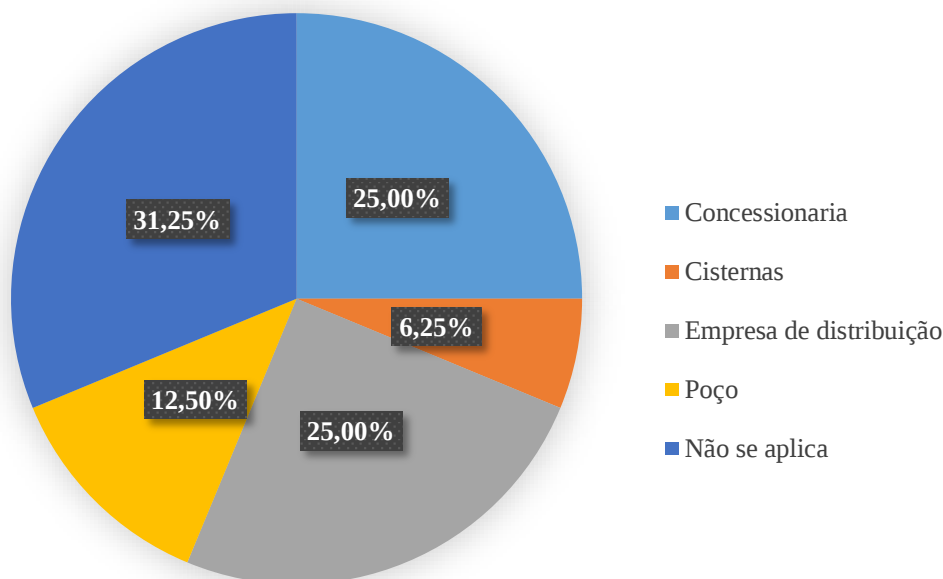
Gráfico 11 – Fontes de abastecimento utilizadas pelas residências analisadas.



Fonte: Autoria Própria.

Do mesmo modo se dá a fonte principal de água de cada residência. Assim temos que dos poços analisados, 25% das residências são abastecidas principalmente por empresas de distribuição. O mesmo valor se aplica a residências abastecidas principalmente pela rede de distribuição da concessionária. Além do mais 6,25% das residências afirmam que a principal fonte de abastecimento é provinda de cisternas, temos ainda que a 31,25% dos poços analisados tal quesito não se aplica, já que para nesta parcela de poços encontram-se inseridos os poços de domínio público da cidade e o poço que não se encontra em operação. Temos que 12,5% das residências analisadas, eram abastecidas anteriormente principalmente pela concessionária, contudo após a perfuração do poço a residências passou a utilizar somente a água deste, em decorrência da forma descontínua de abastecimento da concessionária. Tais dados podem ser observados através do Gráfico 12.

Gráfico 12 – Principais fonte de abastecimento utilizadas pelas residências analisadas.



Fonte: Autoria Própria.

5.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

O Art.4º da Portaria 2914/2011 afirma que “toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2012, p. 10).

Dos poços analisados 68,75% passaram por uma análise na qualidade da água, enquanto que 31,25% dos proprietários não buscaram realizar tal análise, segundo informações obtidas, o proprietário deve coletar uma amostra da água do poço e dirigi-lá as dependências da CAERN, onde esta se responsabiliza por realizar a análise na qualidade da água.

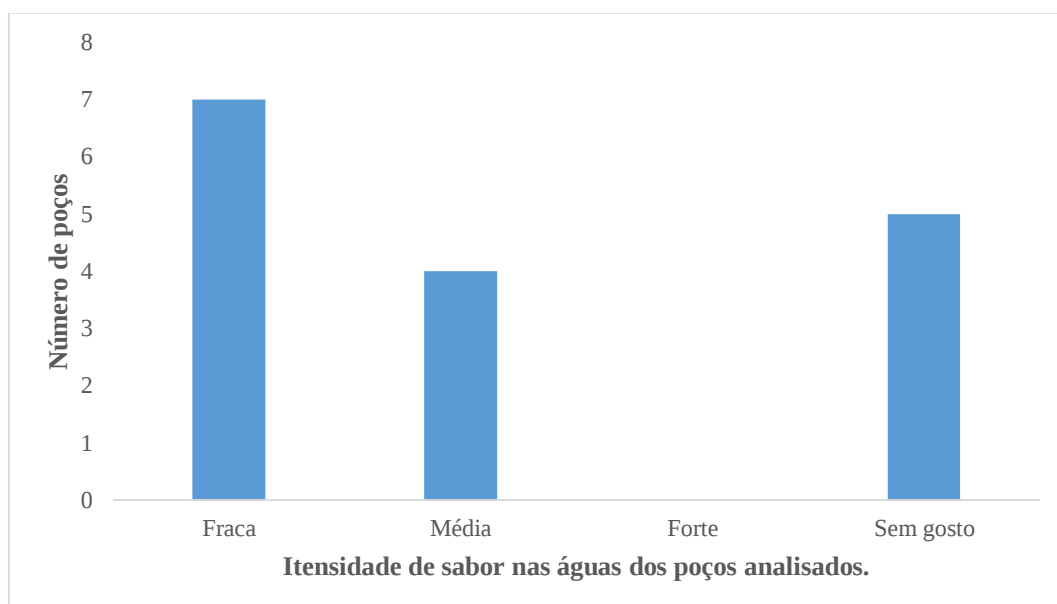
Como descrito por Brasil (2006), a verificação da qualidade da água é de fundamental importância para prevenção de doenças que possam ser adquiridas através da ingestão de água contaminada, o autor afirma que a água pode transmitir um elevado número de doenças através de água contaminada por agentes nocivos à saúde humana.

Dos poços analisados 100% encontravam-se isentos de odores, já quando foi analisado a presença de sabor na água como, segundo Brasil (2006), salgados, doces, amargos e azedos, 68,75% dos poços apresentavam água descrita como salobra. Desta forma para os poços que apresentavam sabor, foi analisado sua intensidade, assim dos 11 poços que manifestavam tal característica, 63,64% apresentavam sabor de intensidade fraca, enquanto que 36,36% dos poços possuíam intensidade de sabor média. Quando partimos para uma análise da cor da água,

temos que 93,75% dos poços apresentavam água incolor, contudo um dos poços amazonas, compondo 6,25% dos poços, apresentava água com coloração esbranquiçada, sendo está totalmente visível, logo com intensidade forte. Vale salientar que a obtenção dos resultados apresentados anteriormente com relação a odor, sabor e cor da água, não foi realizada nenhum tipo de análise laboratorial para comprovação das informações obtidas. Assim, todos os dados apresentados foram fornecidos através de questionamentos realizados aos usuários, logo são completamente subjetivos.

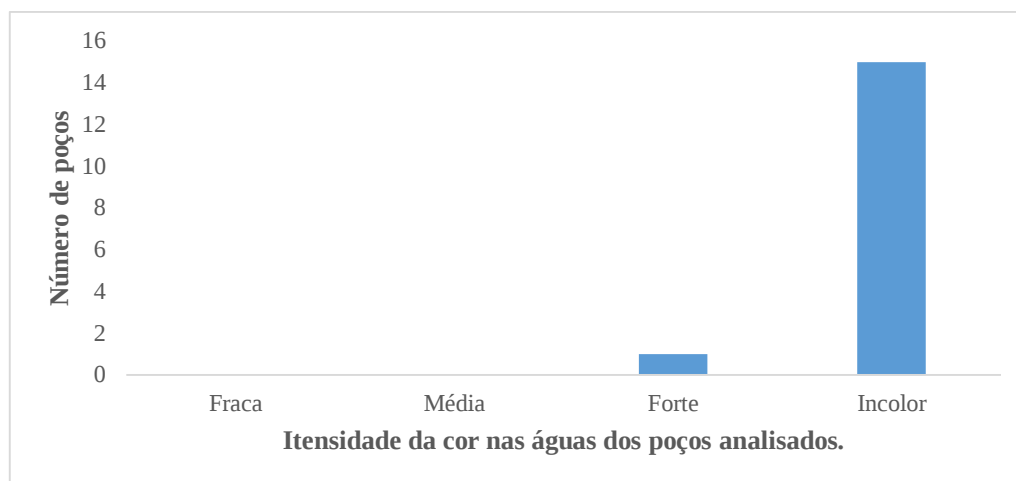
O Gráfico 13 representa a intensidade da presença de sabor nas águas dos poços analisados, do mesmo modo temos para o Gráfico 14, onde este representa a intensidade de coloração presente nas águas dos poços.

Gráfico 13 – Representação da intensidade de sabor salobro apresentado pela água dos poços.



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 14 – Representação da intensidade da cor apresentado pela água dos poços.



Fonte: Autoria própria.

De acordo com Brasil (2006) a relação de gosto, odor e cor da água está relacionada a potabilidade deste recurso, assim quando a água possui sabor ou odor, esta pode estar sujeita a contaminação de substâncias químicas ou gases, além do mais, tal característica pode estar relacionada a presença de microorganismos no meio, contudo para uso adequado, a água não deve apresentar tais características, sendo que para que esta se encaixe nos padrões de potabilidade da água, descritos pela legislação vigente, esta deve se apresentar completamente inodora. O mesmo autor afirma a cor na água está relacionada a reflexão da luz em partículas de origem orgânicas ou minerais, para que a água se encontre dentro dos padrões de potabilidade, através de análises, a amostra de água deve apresentar intensidade de cor aparente inferior a 5 unidades, vale salientar que até 10 unidades a coloração é praticamente imperceptível.

Como já descrito anteriormente as águas subterrâneas estão bastante susceptíveis a contaminação através de fontes externas. Durante a aplicação da pesquisa foi observado se existiam possíveis fontes de contaminação nas cercanias de alguns poços, assim observou-se que 75% estão localizados em áreas susceptíveis a contaminação, sendo que os possíveis focos variam desde fossas sépticas, rede de esgoto e esgotos a céu aberto, os demais 25% dos poços encontravam-se em áreas mais afastadas das residências, logo não foi observado quaisquer fonte de contaminação nas suas proximidades.

A Figura 19 demonstra o poço denominado nº 9, onde este encontra-se susceptível a contaminação provinda da rede coletora de esgotos que se encontra a uma distância de 1,93 metros do poço.

Figura 19 - Poço nº 9 localizado próximo a uma possível fonte de contaminação.



Fonte: Autoria própria.

Segundo o Instituto Trata Brasil (2019), os poços podem ser contaminados através de vazamentos na rede coletora de esgotos, onde os dejetos acabam por se infiltrar no subsolo até atingir o aquífero contaminando-o, o autor estima que 10% dos efluentes coletados estão contaminando aquíferos em todas as cidades brasileiras, sendo que estes efluentes são provindos de vazamento na rede coletora de esgotos. Da mesma forma se da aos esgotos a céu aberto, onde os efluentes contaminados são liberados diretamente no solo, onde acabam por contaminar as águas subterrâneas através da infiltração.

Com relação a contaminação através de fossas sépticas, o autor afirma que estas contribuem para uma considerável parcela na contaminação de águas por nitrato, do mesmo que as redes de esgotos, uma parcela dos efluentes contaminados se infiltram no solo até chegarem aos aquíferos onde a contaminação ocorre. De acordo com a ABNT NBR 7229 (1993), os tanques sépticos devem estar localizado a no mínimo 15 metros de poços freáticos e de corpos de água quaisquer. A tabela 5 a seguir representa as fontes de contaminação próximas de cada poço analisado juntamente com a distância em metros da boca do poço até a fonte de contaminação.

Tabela 5 – Possíveis fontes de contaminação juntamente com suas distancias dos poços analisados.

Identificação do poço	Fonte de contaminação	Distancia (m)
01	Esgoto a céu aberto	7,12
02	Fossa séptica	22,3
03	Fossa séptica	21,53
04	-	-
05	Rede Coletora de esgoto	3,12
06	Rede Coletora de esgoto	11,4
07	Fossa séptica	22,82
08	Fossa séptica	22,70
09	Rede de esgoto	1,93
10	-	-
11	Esgoto a céu aberto	11,6
12	Fossa séptica	29,4
13	Rede coletora de esgoto	27,2
14	Fossa séptica	24,7
15	-	-
16	-	-

Fonte: Autoria Própria.

Outro ponto analisado em 37,5% dos poços é a ausência de tampas de proteção. Vale salientar que dos poços que não apresentam tampa de proteção, quatro destes encontram próximos de possíveis fontes de contaminação, sendo que a distância entre estes poços e a fonte de contaminação varia entre 11,6 metros e 29,4 metros.

A tampa de proteção nos poços serve como um mecanismo de prevenção a contaminações externas, onde segundo Capp (2012), além de proteger os poços as tampas de proteção previnem contaminações relacionadas a sujeiras que podem ser direcionadas para o interior do poço através da ação do vento ou até mesmo da chuva, onde esta pode acabar por proporcionar um escoamento superficial direcionado ao interior do poço, onde este por sua vez pode gerar desmoronamentos nas paredes dos poços que não são dotados de revestimento interno.

5.4 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA CIDADE DE RAFAEL FERNANDES

Com o intuito de adquirir algumas informações sobre a gestão de recursos hídricos do município de Rafael Fernandes, uma entrevista foi realizada com o Sub Secretário de administração da cidade, onde este forneceu algumas das informações solicitadas para complemento da pesquisa.

De início foi constatado que a cidade não possui uma secretaria própria destinada a gestão de recursos hídricos, assim quando necessário, a secretaria destinada a obras e urbanismo juntamente com a secretaria de saúde da cidade realizam tarefas relacionadas a esta área de gestão. Além do mais o responsável por fornecer as informações informou que na cidade não existe um responsável da própria prefeitura, ou algum órgão externo a gestão que realize um controle cadastral sobre os poços que são perfurados na região, do mesmo modo que a prefeitura não possui relações com os órgãos gestores de recursos hídricos do estado ou da união.

Assim como os demais poços analisados durante o decorrer deste trabalho, foi informado que os poços de domínio público da cidade não possuem outorga de uso da água, contudo o responsável afirmou não saber o motivo pelo qual os poços não possuem outorga.

Com relação a futuros projetos que visem a expansão do número de poços na cidade, o sub secretário informou que não se pensa no momento em uma expansão para o número de poços públicos do município, do mesmo modo que não foi discutido pelos gestores da cidade sobre tornar futuramente a rede de abastecimento de água de toda a cidade provida de poços subterrâneos públicos. Contudo o mesmo confirma que os poços públicos trouxeram benefícios a população, visto que a região passava por dificuldades relacionadas a escassez de recursos hídricos devido a época de seca que se estende, segundo a ANA (2017) desde 2012.

Quanto a questões relacionadas a qualidade da água distribuída para a população, o responsável afirma que antes de ser distribuída a população é adicionada, pelos agentes de saúde da cidade, uma adequada quantidade de cloro aos reservatórios, tal ação é realizada diariamente. Além da adição de cloro a água, é realizada uma nova análise laboratorial relacionada a qualidade da águas dos poços, sendo que tal análise é realizada de forma periódica a cada 3 meses.

Com relação a parte de projeto dos poços, o Sub secretário afirma que diante da necessidade da população a própria prefeitura da cidade tomou a iniciativa quanto ao processo de execução dos poços, onde para o processo de perfuração esta entrou em contato com Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), assim este concordou em fornecer o maquinário para a perfuração dos poços desde que a prefeitura municipal arcasse com os

custos referentes ao combustível. O entrevistado não soube informar se durante o processo de perfuração dos poços havia a presença de algum profissional habilitado para realizar a fiscalização da obra, assim como não soube informar se os poços possuíam projetos de engenharia. Além do mais o mesmo afirma não ter sido realizado quaisquer estudos prévios nas áreas onde os poços foram perfurados, assim tal ação resultou na perfuração de dois poços que não apresentaram quaisquer indício da existência de água, assim estes foram entupidos logo após escavados.

Sobre a manutenção sobre o sistema de abastecimento da cidade, este não passa por processos regulares de manutenção, onde somente quando algum componente chega a se romper ou é danificado de algum modo é que a manutenção é realizada. Com relação a CAERN, o mesmo informa que a distribuição de água através dos poços públicos não possui quaisquer relação com a concessionária responsável pelo SAA da cidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados obtidos através da pesquisa realizada é possível perceber que o município de Rafael Fernandes vem passando por certas dificuldades devido ao período de escassez prolongado, desde 2012, por tal motivo observa-se que se torna de fundamental importância para suprir as necessidades da população a adoção de sistemas alternativos de abastecimento, como os poços subterrâneos, para complementar, ou substituir o SAA responsável pela cidade.

Assim, a partir do levantamento realizado, tornou-se possível a obtenção de dados que pudessem ser utilizados para realizar a caracterização de todos os poços analisados tanto quanto a suas características físicas, como com relação as suas características ambientais e de consumo.

Percebe-se um déficit no atendimento de requisitos apresentados pela legislação vigente com relação ao projeto e execução dos poços, principalmente nos quesitos voltados a garantia de qualidade de água. Observou-se a ausência de certos componentes essenciais ao ideal funcionamento dos poços, dentre estes podem ser citados a presença de lajes de proteção que previnem que o poço possa ser contaminado através da entrada de águas provindas de escoamentos superficiais.

Observa-se que em alguns casos, por falta de estudos prévios a perfuração dos poços, estes acabaram por serem inseridos em locais propícios a sua contaminação, o que os coloca em constantes riscos que estão diretamente relacionados ao consumo da água provinda destes poços, já que através da utilização de águas contaminadas a saúde de seus usuários pode ser comprometida.

Com relação a presença de outorgas para uso de águas subterrâneas, percebe-se que a população em sua maioria não possui conhecimento sobre a necessidade desta, assim como não possui quaisquer informação sobre sua importância para a gestão adequada dos recursos hídricos do país.

Alguns dos poços analisados encontravam-se submetidos a condições favoráveis a contaminação, já que observou-se que alguns destes encontram-se em uma área que possui uma possível fonte de contaminação em suas proximidades, além do mais alguns dos poços possuem a ausência de certos elementos que previnem a contaminação de suas águas, logo para tais poços, percebe-se um maior risco a futuras contaminações.

Existe a necessidade de uma conscientização junto a população com relação aos problemas que podem ser acarretados devido a perfurações inadequadas de poços, onde estes em sua maioria não apresentam um projeto de engenharia, o que em alguns casos acaba por

resultar em poços mal executados e que apresentam ausência de elementos essenciais, como é o caso do processo de cimentação, lajes de proteção, tampas de segurança, etc. Além do mais, com a ausência de estudos prévios, que visem analisar as condições do terreno no qual pretende-se inserir um poço, elementos como filtro, pré-filtro, entre outros, acabam por serem escolhidos de forma a não apresentar um adequado dimensionamento que complemente as características do aquífero e das formações rochosas ao qual o poço estará inserido, assim como estes poços podem chegar a serem perfurados em locais que o insira em constantes riscos a contaminação, como observado em alguns dos casos estudados..

Com base no que foi apresentado, recomenda-se, para futuros trabalhos a realização de análises relativas a qualidade das águas dos poços, já que percebe-se uma grande deficiência relacionada a manutenção desta, tendo em vista que em alguns casos a água do poço está sendo consumida sem nenhum conhecimento acerca de sua qualidade. Do mesmo modo sugere-se que seja realizada um levantamento e caracterização sobre os demais poços escavados nas dependências da zona rural do município, já que o presente trabalho buscou analisar somente os poços localizados na zona urbana da cidade.

REFERENCIAS

Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS. **Educação: Águas subterrâneas, o que são?**. [20--?a]. Disponível em:< <http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2018.

Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS. **Educação: Poços para captação de água**. [20--?b]. Disponível em:< http://www.abas.org/educacao_pocos.php>. Acesso em: 07 de dezembro de 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, 1992.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12212: Projeto de poço para captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro, 1992.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12213: Projeto de captação de água de superfície para abastecimento pública**. Rio de Janeiro, 1992.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12244: Construção de poço para captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro, 1992.

ALBRECHT, Kurt João; CARVALHO, Marco Aurélio de. **A relação entre o revestimento, proteção sanitária de poços tubulares e o manto de alteração de rochas com os riscos ambientais**. [200-?]. Disponível em:< <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23293/15386>>. Acesso em: 02 Março de 2019.

Agência Nacional de Águas – ANA. **Outorga e Fiscalização**. [20--?a]. Disponível em:< <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/outorga-e-fiscalizacao>>. Acesso em: 10 Dezembro de 2018.

Agência Nacional de Águas – ANA. **Indicadores de qualidade**. [20--?b]. Disponível em:< <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/qualidade-da-agua/indicadores-de-qualidade>>. Acesso em: 07 Novembro 2018.

Agência Nacional de Águas – ANA. **O que é SINGREH?**. [20--?c]. Disponível em:< <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-singreh>>. Acesso em: 10 Dezembro 2018.

Agência Nacional de Águas – ANA. **Órgãos Gestores**. [20--?d]. Disponível em:<<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/orgaos-gestores/orgaos-gestores>>. Acesso em: 02 Janeiro 2019.

Agência Nacional de Águas – ANA. **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios**. 2019a. Disponível em: < <http://sar.ana.gov.br/Nordeste>>. Acesso em: 23 Fevereiro 2019.

Agência nacional de águas – ANA. **Monitor de secas: Nordeste**. 2019b. Disponível em: < <http://monitordesecas.ana.gov.br/>>. Acesso em: 31 Janeiro 2019.

Agência Nacional de Águas – ANA. **Atlas Brasil: Abastecimento de água urbano, Panorama nacional**. Brasília, 2010.

Agência Nacional de Águas – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Brasília: 2017.

BRASIL DAS ÁGUAS. **A importância da água**. [20--?]. Disponível em: < <http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em: 09 novembro 2018.

BRASIL. Ministério da saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Secretaria de vigilância em saúde – Brasília, 2006. 213 p.

BRASIL. Ministério da saúde. **Portaria MS nº 2.914/2011: procedimento de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Águas subterrâneas: Um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília, 2007.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. **Da política nacional de recursos hídricos**. Brasília, janeiro de 1997.

CAERN. **Relatório anual 2018 – Qualidade da água: Rafael Fernandes/RN**. 2018. Disponível em: < <http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/caern/DOC/DOC000000000173777.PDF>>. Acesso em: 07 novembro 2018.

CAPP, Nanci; AYACH, Lucy Ribeiro; SANTOS, Tânia Mara Baptista dos, GUIMARÃES, Solange Terezinha de Lima . **Qualidade da água e fatore de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS)**. 2012.

CARMO, João César Cardoso do; COSTA, Pedro Carlos Garcia. Captação de água subterrânea. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Org.) (2016). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 375-415.

CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Apostila da disciplina de hidrologia**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006. Disponível em: < <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2018.

COELHO, Márcia Maria Lara Pinto. Estações elevatórias. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Org.) (2010). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 483-529.

COELHO, Márcia Maria Lara Pinto; LIBÂNIO, Marcelo. Reservaço. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Org.) (2010). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 585-614.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. Porto Alegre: ABRH, 2013.

Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro – DRM/RJ. **Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: Orientações aos usuários**. Rio de Janeiro, 2001.

FERREIRA, Andrea Cristina da Silva; PÁDUA, Valter Lúcio de. Qualidade de água para consumo humano. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Org.) (2016). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 151-217.

GOOGLE LLC. 2019. **Maps – Navegação e transporte público**. (Versão 10.10.1). Disponível em:<
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps>>.

GUIMARÃES, Luiz Ricardo. **Desafios Jurídicos na Proteção do Sistema Aquífero Guarani**. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP, São Paulo, 2007.

HOWE, Kerry J.; HAND, David W.; CRITTENDEN, John C.; TRUSSELL, R. Rhodes; TCHOBANOGLOUS, George. **Princípios de tratamento de água**. São Paulo: Cengage, 2016.

IBGE. **Rafael Fernandes**. 2018. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/rafael-fernandes/panorama>>. Acesso em: 19 Dezembro 2018.

IDEMA. **Perfil do seu município: Rafael Fernandes**. Secretaria de estado do meio ambiente e dos recursos hídricos – Natal, 2008.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: Uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. 2019. Disponível em:< http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/aguas-subterraneas-e-saneamento-basico/Estudo_aguas_subterraneas_FINAL.pdf>. Acesso em: 17 Janeiro 2019.

JACOBI, Pedro Roberto; GRANDISOLI, Edson. **Água e sustentabilidade: desafios, perspectivas e soluções**. São Paulo: IEE-USP e Reconnectta, 2017. 1. ed.

SILVA JÚNIOR, Lauro de Oliveira; CAETANO, Lúcio Carramillo. **Aquíferos**. [201-?]. Disponível em:< <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas--Rede-Ametista/Canal-Escola/Aquíferos-1377.html>>. Acesso em: 08 dezembro 2018.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blucher, 2013.

BARBOSA JÚNIOR, Antenor Rodrigues. **11. Água Subterrânea/ Hidráulica de Poços.** [201-?]. Disponível em:<

http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula%208/Hidraulica%20de%20Pocos_Anteor%20R%20Barbosa%20Jr.pdf>: Acesso em: 07 Janeiro 2019.

JUSTO, Jader Felipe Araújo; SANTOS, Wanderson Lucas Alves dos; SOUZA, Francisco das Chagas Silva. **A bacia do Rio Apodi-Mossoró (RN) como objeto de pesquisa em programas de pós-graduação.** João Pessoa, 2016.

MEDEIROS, Nathalie da Nóbrega; BARBOSA, Erivaldo Moreira. **Outorga do direito de uso das águas: Sustentabilidade e competência.** 2010. Disponível em: < http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo_id=8175&n_link=revista_artigos_leitura >. Acesso em: 21 fevereiro 2019.

MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros de; OLIVEIRA, Marcus Vinicius Siqueira de; SILVA, Danielle Ferreira da. **Ciclo Hidrológico planetário: Abordagens e Conceitos.** UERJ. Rio de Janeiro, 2010.

MORALES, Maria Aparecida Marin; ROBERTO, Matheus Mantuanelli, ANGELIS, Dejanira de Franceschi; ANGELIS, Derlene Attili. **Importância da água para a vida e garantia de manutenção da sua qualidade.** 2016. Disponível em:<

<http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/artigos-cientificos/2016/10-importancia-da-agua-para-a-vida-e-garantia-de-manutencao-da-sua-qualidade.pdf>>. Acesso em: 08 novembro 2018.

MORAES, Nilton Gomes de. **Sistema de Captação de Águas Subterrâneas: Cidade de Caçapava.** CEETEPS, São Paulo, 2011.

NETTO, Azevedo; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. **Manual de hidráulica.** 9. Ed. São Paulo: Blucher, 2015.

NASCIMENTO, Flávia M. F; CARVALHO, José Emílio; PEIXINHO, Frederico Cláudio. **Sistema de informações de água subterrânea – SIAGAS histórico, desafios e perspectivas.** XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal, 2008.

NAGHETTINI, Mauro. Mananciais superficiais: aspectos quantitativos. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Org.) (2016). **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 219-269.

PÁDUA, Valter Lúcio de. Introdução ao tratamento de água. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Org.) (2016). **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 531-583.

PALMIER, Luiz Rafael. Mananciais subterrâneos: Aspectos quantitativos. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Org.) (2016). **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 271-296.

PASSOS, Valdemar Ferreira dos. **Cadastramento e mapeamento de poços tubulares do município de Campinas das Missões.** Santa Maria, 2007.

PEIXOTO, Aristeu Mendes; SOUSA, Julio S. Inglês; TOLEDO, Francisco Ferraz de; REICHARDT, Klaus; FILHO, José Molina. **Enciclopédia agrícola brasileira: S-Z**. Vol. 6. São Paulo: EdUSP, 2006.

PINTO-COELHO; MOTTA, Ricardo; HAVENS, Karl. **Gestão de recurso hídricos em tempos de crise**. Porto Alegre: Artmed, 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=qWINDAAAQBAJ&pg=PA218&lpg=PA218&dq=Gest%C3%A3o+de+Recursos+H%C3%ADricos+em+Tempos+de+Crise+pdf+pinto&source=bl&ots=7_2gRrjn3n&sig=n8lmieNTHWJDZW_bVhM2TNoM6a8&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwju5fDZ3JDfAhWJl5AKHcFBCSQQ6AEwDnoECAEQAQ#v=onepage&q=Gest%C3%A3o%20de%20Recursos%20H%C3%ADricos%20em%20Tempos%20de%20Crise%20pdf%20pinto&f=false>. Acesso em: 08 dezembro 2018.

Plano de recursos hídricos. **Bacia Apodi/Mossoró**. [20--?]. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000028892.PDF>>. Acesso em: 23 Janeiro 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=zUDsAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=pesquisa+cientifica&ots=db-5hiubzO&sig=Co_gI-D9khm83CVRG-tS6FP-7Kk#v=onepage&q=pesquisa%20cientifica&f=false>. Acesso em: 07 Janeiro 2019.

Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas – RIMAS WEB. **Apresentação**. CPRM, [20--?]. Disponível em: <<http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php>>. Acesso em: 06 Janeiro 2019.

ROCHA, Francisco Willame Leite; ALVES, Larissa da Silva Ferreira. **A microrregião de Pau dos Ferros (RN) a partir da leitura do índice de desenvolvimento humano (IDH), entre o período de 1991, 2000 e 2010**. Pau dos Ferros, 2015.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 32955, de 7 de Fevereiro de 1991. São Paulo, 1991. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/images/documentos/legislacaoefins/decreto_32955.pdf>. Acesso em: 02 Fevereiro 2019.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM. **Sobre a CPRM**. [20--?]. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM-49>>. Acesso em: 06 Janeiro 2019.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Rafael Fernandes**. Recife: CPRM e PRODEEM, 2005.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM. **Noções básicas sobre poços tubulares**. Recife, 1998.

SIQUEIRA, Leila Aparecida. **Água fonte de vida**. Medianeira, 2011.

SHAMMAS, Nazih k.; WANG, Lawrence k. **Abastecimento de água e remoção de resíduos**. 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2015**. 2015. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>. Acesso em: 30 Janeiro 2019.

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**: Guia do profissional em treinamento: nível 2. SNSA – Brasília: 2009. 83 p.

Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS WEB. **Apresentação**. CPRM, [20--?a]. Disponível em:< <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php>>. Acesso em: 06 Janeiro 2019.

Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS WEB. **Pesquisa Geral**. [20--?b]. Disponível em:< http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php>. Acesso em: 23 Janeiro 2019.

Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS WEB. **Visualizar mapa**. CPRM, 2019. Disponível em:< http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php>. Acesso em: 06 Janeiro 2019.

SOUTO, Lucas Valente; LIMA, Daniela de Freitas; FILHO, Boanerges de Freitas Barreto; DANTAS, Joseney Rodrigues de Queiroz. **O nordeste e a escassez de água: uma abordagem da microrregião de Pau dos Ferros/RN**. São Paulo: 2017.

TROLEI, Adriano Lima; SILVA, Bruno Lopes da. **Os recursos hídricos do Rio Grande do Norte: uma análise da vulnerabilidade territorial ao colapso no abastecimento de água**. 2017. Disponível em:< <https://journals.openedition.org/confins/12901>>. Acesso em: 24 Janeiro 2019.

TSUTIYA, Millton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. 3. Ed. São Paulo: Departamento de engenharia hidráulica e sanitária da escola politécnica da universidade de São Paulo, 2006.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

Organização das Nações Unidas Para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO. **Água e emprego: resumo executivo**. 2016. Disponível em:< <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>>. Acesso em 08 novembro 2018.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

VESILIND, P. Aarne; MORGAN, Susan M.; HEINE, Lauren G. **Introdução a engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage, 2018.

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

DADOS DO PROPRIETÁRIO

Nome:

Data:

CARACTERÍSTICAS DO POÇO

1) Com relação a localização do poço:

Latitude: _____

Longitude: _____

2) Qual o tipo de poço encontrado?

☐ Cacimba

☐ Amazonas

☐ Tubular

3) Com relação a natureza do poço, este encontra-se:

☐ Abandonado

☐ Não instalado

☐ Indefinido

☐ Em operação

☐ Paralisado

4) Com relação ao proprietário do poço, este é:

☐ Particular/familiar

☐ Comunitário

5) Com relação ao método de escavação, o método utilizado para o poço analisado foi:

☐ Escavado manualmente

☐ Perfuração a percussão

☐ Perfuração à ar comprimido

☐ Perfuração rotativa

(Roto-pneumática)

6) O poço possui algum revestimento?

☐ Sim

☐ Não

a) Se sim, qual?

☐ Alvenaria

☐ Tubulação de ferro

☐ Outros

☐ Material pré-moldado

☐ Tubulação de PVC

7) O poço possui alguma tampa de proteção?

☐ Sim

☐ Não

a) Se sim, qual das opções citadas abaixo foi utilizada para realizar a lacração do poço?

☐ Chapa soldada

☐ Concreto

☐ Tampa rosqueável com cadeado

☐ Outros

☐ Válvula de segurança

8) Qual o diâmetro apresentado pelo poço?

9) Caso o poço analisado seja tubular, este possui filtro?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, este é constituído de qual dos materiais citados abaixo?

☐ Aço preto ☐ Aço inox ☐ Outros
☐ Aço carbono ☐ Chapa de latão

10) Caso o poço analisado seja tubular, este possui pré-filtro?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, este é composto de qual material?

☐ Silte ☐ Areia ☐ Cascalho

11) A quanto tempo o poço está sendo utilizado?

☐ Menos de 1 ano ☐ Mais de 5 anos
☐ 5 anos ☐ Outros

12) Qual a profundidade apresentada pelo poço?

☐ Até 10 metros ☐ Entre 20 e 30 metros ☐ Entre 50 e 100 metros
☐ Entre 10 e 15 metros ☐ Entre 30 e 40 metros ☐ Mais de 100 metros
☐ Entre 15 e 20 metros ☐ Entre 40 e 50 metros ☐ Não conhecida

13) Qual a profundidade do nível estático apresentada pelo poço?

☐ Até 10 metros ☐ Entre 20 e 30 metros ☐ Entre 50 e 100 metros
☐ Entre 10 e 15 metros ☐ Entre 30 e 40 metros ☐ Mais de 100 metros
☐ Entre 15 e 20 metros ☐ Entre 40 e 50 metros ☐ Não conhecida

14) Qual a profundidade do nível dinâmico apresentada pelo poço?

☐ Até 10 metros ☐ Entre 10 e 15 metros ☐ Entre 15 e 20 metros

- ☐ Entre 20 e 30 metros ☐ Entre 40 e 50 metros ☐ Mais de 100 metros
☐ Entre 30 e 40 metros ☐ Entre 50 e 100 metros ☐ Não conhecida

15) A vazão do poço é conhecida?

- ☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, qual a vazão apresentada pelo poço?

16) O poço possui sistema de bombeamento?

- ☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, qual dos sistemas listados abaixo?

- ☐ Bomba submersa ☐ Cata-vento
☐ Bomba cinética ☐ Outro

17) O poço possui laje de proteção?

- ☐ Sim ☐ Não

18) Foi realizado o processo de cimentação no poço?

- ☐ Sim ☐ Não

19) O poço possui projeto de engenharia?

- ☐ Sim ☐ Não

20) O poço possui outorga de uso juntamente ao órgão responsável?

- ☐ Sim ☐ Não

CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO

21) A utilização da água do poço para o consumo é importante?

- ☐ Sim ☐ Não

22) Para quais usos é destinada a água do poço?

- ☐ Agricultura familiar ☐ Consumo ☐ Irrigação de grandes áreas
☐ Lavagem de roupas ☐ Limpeza domestica
☐ Preparo de alimentos ☐ Outros

23) É realizado algum tratamento prévio com relação a água do poço?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, qual dos listados abaixo:

☐ Filtro ☐ Cloro ☐ Outros

24) Quantas pessoas são beneficiadas pela água do poço?

☐ 2 ☐ 5 ☐ Mais de 15

☐ 3 ☐ Mais de 5 ☐ Mais de 20

☐ 4 ☐ Mais de 10

25) A residência utiliza alguma outra fonte de abastecimento de água, além da água de poço?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, qual?

☐ Abastecimento por ☐ Carro pipa ☐ Empresa de distribuição
concessionaria ☐ Cisternas ☐ Outros

26) Qual a principal fonte de abastecimento de água utilizada pela residência?

☐ Água de poço ☐ Carro pipa ☐ Outro

☐ Concessionaria ☐ Cisternas

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

27) Foi realizada algum tipo de análise da qualidade da água?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim qual?

28) Com relação a qualidade apresentada pela água, esta apresenta odor?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, esta característica de odor, se apresenta com qual intensidade?

☐ Forte ☐ Média ☐ Fraca

29) Com relação a qualidade apresentada pela água, esta apresenta gosto?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, esta característica de gosto, se apresenta com qual intensidade?

☐ Forte ☐ Média ☐ Fraca

30) Com relação a qualidade apresentada pela água, esta apresenta cor?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, esta característica de cor, se apresenta com qual intensidade?

☐ Forte ☐ Média ☐ Fraca

31) A água retirada do poço é salobra?

☐ Sim ☐ Não

32) O poço encontra-se próximo a alguma possível fonte de contaminação?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, qual?

☐ Cemitério ☐ Lixão ☐ Fossa séptica

☐ Posto de gasolina ☐ Esgotos industriais ☐ Outros

33) Qual a distâncias entre a fonte de contaminação e o poço?

☐ 1 metro ☐ 4 metros ☐ Mais de 10 metros

☐ 2 metros ☐ 5 metros ☐ Mais de 15 metros

☐ 3 metros ☐ Mais de 5 metros ☐ Mais de 20 metros

34) A água já apresentou problemas relacionados a estes possíveis contaminantes?

☐ Sim ☐ Não

a) Se sim, quais?

APÊNDICE B



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ENTREVISTA: RESPONSÁVEL PELA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS – PREFEITURA DE RAFAEL FERNANDES - RN

Nome:

Cargo:

Data:

1) A cidade possui alguma secretaria destinada a gestão de recursos hídricos?

2) A prefeitura ou algum órgão específico, realiza algum controle cadastral relacionado aos poços perfurados na cidade?

☐ Sim

☐ Não

3) A prefeitura possui alguma relação com os órgãos responsáveis pela gestão de recursos hídricos?

4) Os poços de domínio público da cidade possuem outorga para uso da água subterrânea?

☐ Sim

☐ Não

a. Se não, indique o motivo.

5) Há projetos destinados a expansão do número de poços públicos na cidade?

☐ Sim

☐ Não

a. Se sim, há previsão para o número de poços?

☐ Sim

☐ Não

i. Se sim, determine a previsão de aumento no número de poços:

ii. Se sim, determine o tempo:

☐ Menos de 1 anos

☐ Mais de 3 anos

☐ 2 anos

☐ Outros

6) Futuramente, pretende-se tornar o abastecimento público de toda a cidade provida da água dos poços de domínio público do município?

☐ Sim

☐ Não

7) A perfuração de poços na cidade trouxe benefícios relacionados a qualidade de vida da população?

☐ Sim

☐ Não

8) É realizado algum prévio tratamento na água antes desta ser liberada para uso da população?

☐ Sim

☐ Não

a. Se sim, qual das opções abaixo?

☐ Filtro

☐ Outros

☐ Adição de cloro

9) Com relação ao processo de execução dos poços, por quem esta foi realizada?

10) Com relação ao processo de perfuração dos poços, por quem esta foi realizada?

11) Antes da perfuração e execução dos poços foi realizado algum estudo prévio na área de perfuração?

☐ Sim

☐ Não

a. Se sim, como foi realizada a análise para perfuração dos poços?

12) Durante a perfuração dos poços havia a presença de algum profissional habilitado para realizar a fiscalização da operação?

☐ Sim

☐ Não

13) É realizada alguma fiscalização periódica com relação a qualidade da água?

☐ Sim

☐ Não

a. Se sim, determine o período:

☐ Semanal

☐ Semestral

☐ Mensal

☐ Outros

14) É realizada alguma manutenção sobre o sistema de abastecimento provindo dos poços?

☐ Sim

☐ Não

a. Se sim, informe o tipo de manutenção realizada:

15) A partir de qual iniciativa surgiu a necessidade de perfuração dos poços para complemento do Sistema de abastecimento de água da cidade?

16) Os poços de domínio público da cidade estão relacionados ao Sistema de Abastecimento de Água da cidade (CAERN)?

☐ Sim

☐ Não

a. Se sim, determine a relação existente:

17) Os poços perfurados apresentam projeto de engenharia?

☐ Sim

☐ Não

**APÊNDICE C - Imagens da situação atual dos poços analisados no Município de Rafael
Fernandes - RN**

Identificação: Poço nº 1
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Particular
Latitude: -6,18814
Longitude: -38,2233771
Profundidade: 50 m
Vazão: 370 l/h



Identificação: Poço nº 2
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Particular
Latitude: -6,195064
Longitude: -38,226515
Profundidade: 50 m
Vazão: 1500 l/h



Identificação: Poço nº 3
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Particular
Latitude: -6,1894633
Longitude: -38,2221209
Profundidade: 50 m
Vazão: 170 l/h



Identificação: Poço nº4
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Particular
Latitude: -6,195632
Longitude: -38,223176
Profundidade: 50 m
Vazão: 700 l/h



Identificação: Poço nº 5
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Particular
Latitude:-6,1928855
Longitude:-38,224628
Profundidade:52 m
Vazão: 1200 l/h



Identificação: Poço nº 6
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Particular
Latitude:-6,188792
Longitude:-38,223784
Profundidade:80 m
Vazão:830 l/h



Identificação: Poço nº 7 Tipo de poço: Tubular Proprietário: Particular Latitude: -6,1841152 Longitude: -38,2176506 Profundidade: 80 m Vazão: 1200 l/h	
Identificação: Poço nº 8 Tipo de poço: Tubular Proprietário: Particular Latitude: -6,1841163 Longitude: -38,2176521 Profundidade: 38 m Vazão: 700 l/h	
Identificação: Poço nº 9 Tipo de poço: Tubular Proprietário: Particular Latitude: -6,188877 Longitude: -38,223925 Profundidade: 48 m Vazão: 400 l/h	
Identificação: Poço nº 10 Tipo de poço: Tubular	Não foi permitido que fossem retiradas fotos do poço.

Proprietário: Particular Latitude: -6,192649 Longitude: -38,227479 Profundidade: 48 m Vazão: 600 l/h	
Identificação: Poço nº 11 Tipo de poço: Tubular Proprietário: Comunitário Latitude: -6,185229 Longitude: -38,221393 Profundidade: - Vazão: -	
Identificação: Poço nº 12 Tipo de poço: Tubular Proprietário: Comunitário Latitude: -6,19235 Longitude: -38,223151 Profundidade: - Vazão: -	

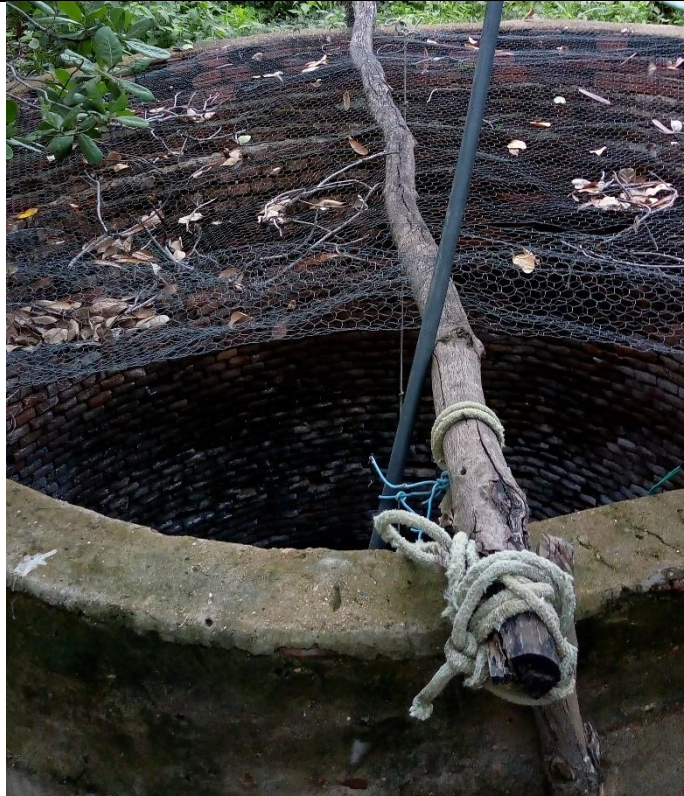
Identificação: Poço nº 13
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Comunitário
Latitude: -6,19688
Longitude: -38,225964
Profundidade: -
Vazão: -



Identificação: Poço nº 14
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Comunitário
Latitude: -6,193835
Longitude: -38,224115
Profundidade: -
Vazão: -



Identificação: Poço nº 15
Tipo de poço: Amazonas
Proprietário: Particular
Latitude: -6,197697
Longitude: -38,222532
Profundidade: 7 m
Vazão: -



Identificação: Poço nº 16
Tipo de poço: Tubular
Proprietário: Particular
Latitude: -6,192438
Longitude: -38,222737
Profundidade: 50 m
Vazão: 2500 l/h

