



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS DO SERTÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ VINÍCIUS ELIAS GOMES GALVÃO

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA ÁGUA DE POÇOS DA CIDADE DE
ARAPIRACA-AL

Delmiro Gouveia – AL

2017



JOSÉ VINÍCIUS ELIAS GOMES GALVÃO

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA ÁGUA DE POÇOS DA CIDADE DE
ARAPIRACA-AL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, *Campus* do Sertão, como pré-requisito para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto

Delmiro Gouveia – AL

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

AVIAÇÃO QUALITATIVA DA ÁGUA DE POÇOS DA CIDADE DE
ARAPIRACA-AL

G182a Galvão, José Vinícius Elias Gomes
Avaliação qualitativa da água de poços da cidade de
Arapiraca - AL / José Vinícius Elias Gomes – 2017.
50f.: il.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de
Alagoas, Delmiro Gouveia, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira.

1. Água subterrânea. 2. Poço.
I. Título. II. Arapiraca

CDU 556.15 (813.5) 005

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Campus Sertão/
UFAL – Delmiro Gouveia

Folha de Aprovação

JOSÉ VINÍCIUS ELIAS GOMES GALVÃO

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA ÁGUA DE POÇOS DA CIDADE DE ARAPIRACA-AL

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao corpo docente do Curso de
Engenharia Civil da Universidade Federal
de Alagoas – Campus Sertão e aprovado
em 29 de novembro de 2017.

Antonio Netto

Prof^o. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto – UFAL Campus Sertão (Orientador)

Banca Examinadora:

Lucas da Silva Teixeira

Eng. Lucas da Silva Teixeira – (Examinador Externo)

José Raniery Rodrigues Cirne

Prof^o. Me. José Raniery Rodrigues Cirne – (Examinador Interno)

Antonio Netto

Prof^o. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto – (Orientador)

DEDICATÓRIA

Primeiramente, dedico este trabalho à Deus onipotente, onisciente e grande mestre tutor de todas as coisas, que sempre iluminou meus passos durante esta jornada muito importante da minha vida. Não obstante, dedico ainda à minha família, em especial, a minha mãe, Cícera Aparecida, maior incentivadora, minha base e fortaleza.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, ao total apoio dos meus irmãos e tias durante toda minha vida, e aos meus amigos de república que caminharam junto comigo, me proporcionaram momentos de felicidade e fizeram o que deveria ser difícil se tornar fácil e prazeroso. A todos os professores que me transmitiram o seu maior tesouro, a saber, o conhecimento. À Universidade Federal de Alagoas, pela estrutura e apoio concedidos. Especialmente a meu orientador, Antônio Pedro de Oliveira Netto, que com dedicação e seriedade conduziu-me durante a execução deste trabalho e, sobretudo, pelo conhecimento e ajuda transmitidos.

RESUMO

Arapiraca é uma cidade localizada no centro do estado de Alagoas, com cerca de 234 mil habitantes, e tem sua água captada do Rio São Francisco, na cidade de Traipu-AL, a cerca de 53 km de Arapiraca. Durante anos a cidade de Arapiraca sofre com problema no abastecimento público da região, e com o aumento populacional esse problema se agrava ainda mais. Devido ao abastecimento intermitente de água na região, muitas famílias utilizam de poços rasos para suprir as necessidades de água em suas residências. A captação e utilização de água subterrânea no mundo moderno é um problema, pois não há como sistema público garantir um controle no tratamento dessa água. A população, desinformada, acaba não tratando a água ou tratando de forma incorreta e colocando a saúde de sua família em risco constante. Diante disso, este trabalho objetivou atestar a qualidade da água subterrânea em poços rasos situados no Bairro Cacimbas, no município de Arapiraca-AL, através de análises laboratoriais. As análises foram realizadas em 3 poços, com diferentes cotas altimétricas, para cada poço foram coletadas 3 amostras de 50ml. Os parâmetros que foram analisados durante as análises, foram referentes a presença de nitrato e coliformes na água subterrânea. A partir dos resultados obtidos com as análises, foi possível verificar que o lençol subterrâneo da região apresenta uma água consideravelmente condizente com os parâmetros de potabilidade abordados na Portaria MS Nº 2914/11, porém em um poço foi verificado a presença de coliformes, o que transgride os padrões abordados na referida portaria. Esta alteração nos padrões de potabilidade pode ser atribuída a falta de um sistema de saneamento básico na região, e a utilização de sumidouro como sistema de disposição de dejetos na região, ademais, diferenças na topografia da região faz com que o poço em inconformidade esteja mais suscetível a contaminação.

Palavras-chave: Água subterrânea, Poço Raso, Nitrato, Coliformes.

ABSTRACT

Arapiraca is a city located in the center of Alagoas, it has about 234 thousand inhabitants, and it gets his water from San Francisco River, located in the city of Traipu, 53 miles away from Arapiraca. For many years, the city of Arapiraca has suffered with the problem of public water supply system in the region, the problem has gotten even worse with the population increase. Due to the intermittent water supply in the region, many families uses shallow wells in order to supply their water needs at their houses. The use and capitation of groundwater in the nowadays world is a problem, it because that is no way to the public system to control a groundwater sanitation. The population, usually uninformed, end up not treating the groundwater, or treating it improperly, and it end up putting the whole family heath in danger. The following paper objected to certificate the groundwater quality in shallow wells at Cacimbas neighborhood, in the city of Arapiraca-AL, through laboratorial analysis. The analyses were made in 3 shallow wells, with different altimetric heights, for each well were collected 3 different samples, each one with 50ml. The parameters certified during the analyses, were related to the presence of nitrate and coliforms in the groundwater. Throughout the results, it was possible to certificate that the groundwater was consistent with the parameters of the ordinance MS N° 2914/11, although in one well was detected the presence of coliforms, which violates the standards addressed in ordinance MS N° 2914/11. The alteration in the water potability standard may be attributed to the lack of a basic sanitization system in the region, and the utilization of "sinkhole" as a waste disposal system in the region, in addition, differences in the topography of the region makes the well in nonconformity to be more susceptible to contamination.

Keywords: Groundwater, Shallow Wells, Nitrate, Coliforms.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização de aquíferos em perfil geotécnico.....	15
Figura 2 – Tipos de poços em um perfil geotécnico.....	17
Figura 3 – Percolação da Pluma Contaminante em períodos Secos e Úmidos.....	23
Figura 4 – Esquema do estudo de caso na ETE da Vila dos Remédios.....	24
Figura 5 – Gráficos com valores de pH, teores de amônia, de nitrato, densidade de coliformes totais e bactérias heterotróficas (respectivamente).....	25
Figura 6 – Localização dos poços.....	31
Figura 7 – Poço 1, Poço 2, Poço 3	32
Figura 8 – Mecanismo para Içamento de amostras em poços rasos.....	33
Figura 9 – Içamento de Amostras.....	33
Figura 10 - Hipoclorito de Sódio, solução 2,5%.....	36
Figura 11 – Representação dos Poços e das Fossas Negras.....	40
Foto 12 – Representação das cotas altimétricas e do provável escoamento da água...	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros analisados e método utilizado	34
Tabela 2 – Resultados das análises das águas nos poços	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Procedimento para Tratamento da Água Subterrânea.....	36
Gráfico 2 – Presença de Fossa Séptica nas Residências.....	37
Gráfico 3 - Distância Mínima de 15m entre Poços e Fontes de Contaminação.....	37
Gráfico 4 – Fins para a Água captada dos poços	38
Gráfico 5 - Concepção do Morador em Relação da Qualidade da Água Subterrânea..	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 ÁGUA SUBTERRÂNEA	13
3.2 ASPECTOS CONSTRUTIVOS DE POÇOS	16
3.3 QUALIDADE DA ÁGUA	17
3.3.1 Oxigênio Dissolvido	18
3.3.2 Coliformes Termotolerantes	18
3.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)	19
3.3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5,20})	19
3.3.5 Temperatura da Água	19
3.3.6 Nitrogênio Total	19
3.3.7 Fósforo Total	20
3.3.8 Turbidez	21
3.4 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	21
3.4.1 Construção de poços	21
3.4.2 Esgotos	22
3.4.3 Resíduos Sólidos	29
3.4.4 Agricultura	29
3.4.5 Indústria	30
3.4.6 Postos de combustíveis	31
4 METODOLOGIA	32
4.1 COLETAS	33
4.2 SELEÇÃO DE PARÂMETROS E METODOLOGIA DE ANÁLISE	35

5 RESULTADOS	36
5.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO.....	36
5.2 TIPO DE ABASTECIMENTO.....	36
5.3 TRATAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	36
5.4 DESTINAÇÃO DOS DEJETOS.....	38
5.5 DESTINAÇÃO DA ÁGUA DO POÇO.....	38
5.6 ANÁLISE LABORATORIAL.....	39
6 CONCLUSÃO	43
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
8 APÊNDICE A	48

1 INTRODUÇÃO

A água, recurso essencial para o ser humano, devido a sua escassez tem sido por décadas um problema que afeta grande parte do sertão e semiárido nordestino brasileiro. Na cidade de Arapiraca não é diferente, por mérito da urbanização e do crescimento populacional da cidade, a demanda por água só aumenta e a rede de abastecimento não consegue manter uma continuidade no abastecimento da região. Esse fato foi fator culminante para a obra do canal do sertão, obra bilionária que objetiva trazer água do rio São Francisco para muitos municípios alagoanos e tem como ponto final a cidade de Arapiraca.

Enquanto o abastecimento na cidade de Arapiraca não é regularizado, a população busca por fontes alternativas de captação da água. Dentre as fontes alternativas, a mais utilizada é a captação em poços rasos, conhecidos também como cacimbas, devido ao baixo custo de instalação e a facilidade de operação.

A técnica de captação da água subterrânea é uma medida utilizada a milhares de anos, e foi fundamental para muitas civilizações. Antigamente, a qualidade dessa água não era um problema para a população, a água captada dos poços era pura e própria para consumo. Em dias atuais, devido as diversas fontes de contaminação existentes no mundo moderno, em muitas regiões, a qualidade da água subterrânea está comprometida. O uso da água subterrânea atualmente é um fator de risco para a população, tendo em vista que a água subterrânea pode ser vetor de contaminação de muitas doenças.

No Bairro Cacimbas, o problema fica ainda mais evidente, pois na região não há um sistema de coleta de esgoto implantado. Devido a isso, as famílias da região são obrigadas a ter um sistema de tratamento de efluentes em suas residências. Para a construção de qualquer poço raso, é recomendado que esse poço seja construído em um local com no mínimo 15 metros de distância para qualquer fonte de contaminação. Esses padrões na construção de poços rasos, são muito difíceis de ser controlados em regiões como a do Bairro Cacimbas, pois cada residência possui seu próprio sistema de disposição de dejetos, muitas vezes alocados de forma aleatória no terreno. A melhor alternativa para dispor os dejetos das famílias do Bairro Cacimbas, seria a construção de fossas sépticas, porém devido as construções da região serem antigas e devido à

falta de informação da população durante a construção de suas casas, muitas das residências da região utilizam de sumidouros como sistema de disposição de dejetos, o que agrava ainda mais o problema da contaminação do lençol freático.

Sendo assim, o presente trabalho buscou verificar a qualidade da água subterrânea captada em poços rasos localizados no Bairro Cacimbas, cidade de Arapiraca. Para assim, poder constatar a qualidade da água consumida pela população, bem como identificar os riscos que a população corre decorrentes das finalidades utilizadas para água subterrânea.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade da água subterrânea de poços rasos situados no Bairro Cacimbas no município de Arapiraca em Alagoas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a qualidade da água subterrânea de poços rasos em Arapiraca em relação a contaminação por nitrato;
- Analisar a qualidade da água subterrânea de poços rasos em Arapiraca em relação a contaminação por coliformes;
- Verificar possíveis causas de contaminação do aquífero subterrâneo na região.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água, recurso que cobre atualmente 71% da superfície terrestre, é um recurso fundamental para a existência de vida desde os primórdios da terra. Muitas teorias até afirmam que a origem da vida no planeta terra começou na água. Para o ser humano esse recurso fundamental para a vida, sempre foi motivo crucial para a fixação de populações. As primeiras civilizações da história se localizavam inclusive próximos ao Oriente Médio e litoral do Mediterrâneo Oriental, pois em meio a desertos e terras áridas essas regiões eram férteis pois ficavam próximas as margens de rios como o Nilo, o Tigre, o Eufrates e o Jordão (TURCI, 2008).

Quando a água não era abundante na superfície, as civilizações passaram a utilizar água subterrânea. A utilização da água subterrânea pelo homem, remota de milhares de anos. A utilização da água subterrânea remota cerca de 12000 anos a.C.. Há indícios de que os primeiros povos a utilizarem da água subterrânea foram os chineses, eles foram os primeiros a desenvolver técnicas de perfuração de poços (SABESP, 2006).

O planeta Terra tem a maior parte da sua superfície coberta por água, entretanto, cerca de 98% dessa água encontra-se nos oceanos, o qual devido a concentração de sal torna-se inapropriada para o consumo. Dessa forma, apenas 2% da água do planeta é potável e doce. Ocorre que a maior concentração dessa água se encontra nas geleiras, no qual apenas 0,4% não está congelada, sendo apenas 0,036% da água doce presente nos rios e lagos, os outros a 0,36% são encontrados no subsolo. O Brasil pode-se considerar privilegiado, pois o mesmo detém 12% da água doce mundial, isso corresponde a mais até que todo o continente africano ou europeu.

No que tange as águas subterrâneas, que se encontram abaixo da superfície da terra, preenchendo vazios no solo, como também em certos tipos de rochas, onde a água que infiltrou na superfície da terra e percola nos pequenos vazios do subsolo desempenhando assim um papel essencial no ecossistema. Essa água presente do subsolo contribui de forma fundamental para manutenção de rios, umidade do solo, subsídio para vegetação, abastecimento de cidades, e é uma grande responsável pela evaporação que abastece as nuvens causando as chuvas fundamentais no ciclo hidrológico.

A absorção de água pelo solo depende de vários fatores, como a porosidade do solo uma vez que os solos arenosos tem mais vazios do que solos argilosos permitindo assim uma maior absorção de água; cobertura vegetal, pois a interceptação de água por meio da vegetação causa o fenômeno da evapotranspiração que diminui o percentual de água que atinge o solo e é infiltrada; e inclinação do terreno que quanto maior a inclinação do terreno, maior será o escoamento superficial da água e isso diminuirá o percentual de água infiltrada.

Tendo em vista que vários fatores influenciam no percentual de água que será infiltrado no solo, a distribuição dessa água no subsolo ocorre de forma muito irregular. Mesmo assim, se tratando de água doce, a água presente no subsolo chega a ser 100 vezes maior que água presente na superfície (SHIKWMANOV, 1998 citado em “O Aquífero Guarani”, 2004). Segundo alguns especialistas a quantidade de água presente no subsolo pode chegar a um volume de 60 milhões de km³, porém a grande maioria está a uma profundidade inatingível até o momento, o volume que pode ser atingido na atualidade (até 4000 metros) varia entre 8 e 10 milhões de km³ (CEPIS, 2000 citado em “O Aquífero Guarani”, 2004). No Brasil a quantidade de água subterrânea estimada está na ordem de 112.000 km³, com uma contribuição de 2400 km³/ano à descarga de rios (REBOUÇAS, 1988 citado em MMA, 2003).

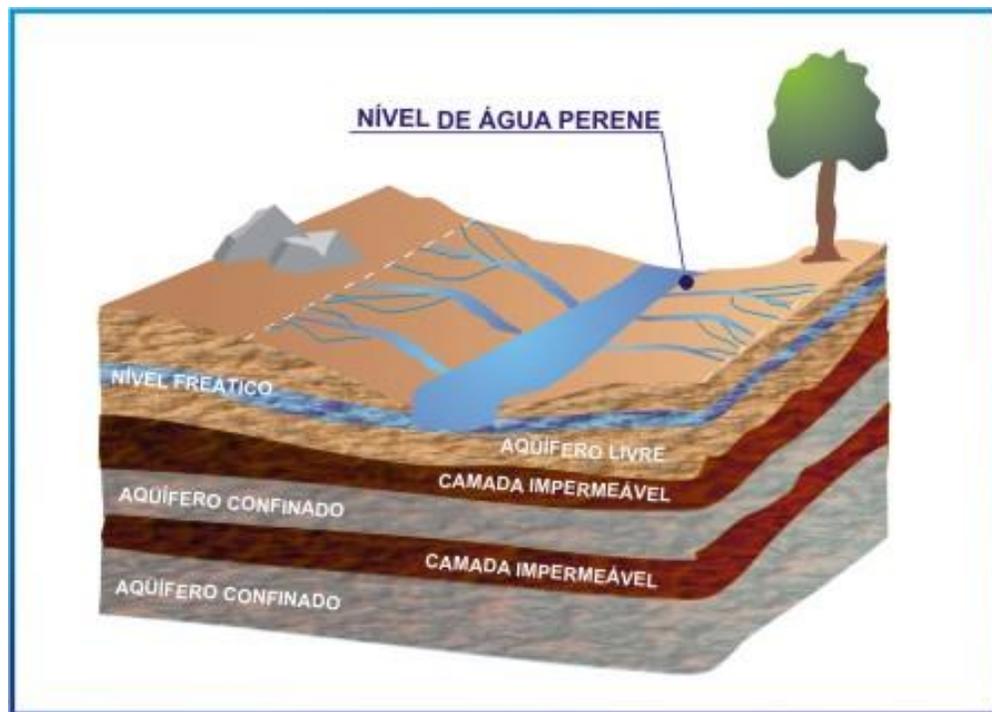
O desenvolvimento de técnicas de extração para a água subterrânea se desenvolveu muito com o passar dos anos. Técnicas para a construção de poços e métodos de bombeamento de água são provas disso. Poços esses que são essenciais para o abastecimento hídrico de muitas cidades importantes. Estima-se que aproximadamente 39% da população brasileira é abastecida exclusivamente com água subterrânea, e cerca de 14% por abastecimento misto (subterrâneo e superficial), (Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2013).

As águas subterrâneas podem ser encontradas em aquíferos a diferentes níveis de profundidade de solo, esses níveis podem variar entre escavações de poços de 15 até 4000 metros de profundidade. Os aquíferos são formações geológicas formadas por rochas que podem vir a armazenar grandes quantidades de água. Esses grandes reservatórios naturais podem ter tamanhos que variam entre alguns km² até milhares de km², e através de poços escavados no solo a população consegue extrair água desses grandes reservatórios.

Os poços com profundidade mais baixa são as denominadas cacimbas, esses são poços captam água do aquífero livre ou freático. No aquífero freático, a água que é encontrada por esses poços intercepta a superfície e infiltra no solo até chegar em uma camada impermeável no solo saturado, formando assim um canal de água subterrânea que está em equilíbrio com a pressão atmosférica.

Esses aquíferos são os mais comuns a serem explorados pela população, e também são os mais vulneráveis a contaminação. Além dos aquíferos freáticos, também os aquíferos confinados ou artesianos. Diferente do aquífero livre, o aquífero confinado está localizado entre duas camadas impermeáveis ou semipermeáveis de rocha, fazendo com a pressão exercida dentro do aquífero seja superior à pressão atmosférica. Como a pressão no interior do aquífero é maior que a pressão atmosférica, no momento da perfuração de um poço, o qual a água pode jorra na superfície da terra com uma pressão elevada.

A figura 1 objetiva demonstrar a localização dos aquíferos em um perfil geotécnico: Figura 1 – Localização de aquíferos em perfil geotécnico.



Fonte: BOSCARDIN BORGHETTI et al. (2004), adaptado de IGM (2001)

3.2 ASPECTOS CONSTRUTIVOS DE POÇOS

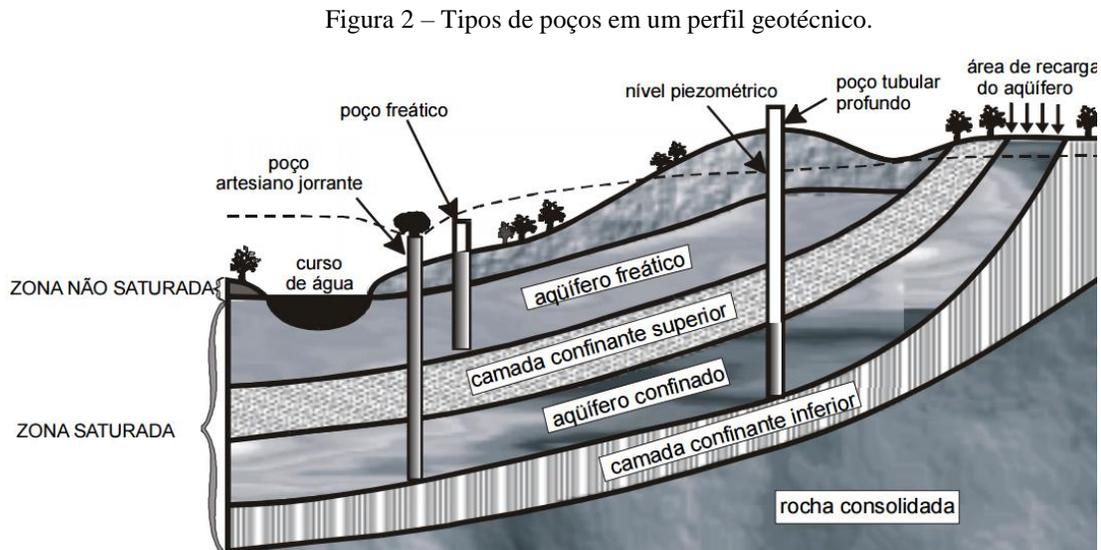
Na execução de qualquer obra de construção de poços, é fundamental se respeitar uma série de aspectos construtivos determinados por norma. Esses aspectos construtivos são fundamentais para que a obra seja executada de forma correta, segura, e para que o poço não fique vulnerável a contaminações.

Para a construção de um poço raso, também conhecido como poço freático, a primeira coisa a se fazer é selecionar o melhor local possível para essa construção. É fundamental para uma boa qualidade da água de um poço, que o mesmo esteja situado o mais longe possível de qualquer fonte de contaminação (BRASSINGTON, 1998). Para um o poço raso, a distância mínima recomendada é de 15m de qualquer fonte de contaminação, também é recomendado que o poço seja construído em uma cota de altura mais elevada em relação a fossa da residência (VALIAS, 2001). Após a escolha do local e escavação do poço, é recomendado se revestir os 3 primeiros metros do poço com concreto para evitar contaminação (VALIAS, 2001).

Já para se construir poços tubulares profundos, segundo a cartilha “ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO” realizada pela FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, DMA - Departamento de Meio Ambiente, e pela ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas em 2005, é necessário seguir uma série de passos. Primeiramente, deve-se elaborar um projeto técnico construtivo do poço, que deverá ser realizado por um profissional capacitado que verificará a qualidade da água, a geologia local, e a vazão esperada. O segundo passo é escolher um local para a perfuração do poço, escolha essa que terá objetivo de maximizar os resultados. O terceiro passo é obter uma licença de execução junto ao órgão ambiental responsável. O quarto passo será a contratação de uma empresa idônea e capacitada para a realização da obra. O quinto passo consiste na construção do poço em questão que deverá seguir as normas apresentadas na NBR 12244 da ABNT, por uma empresa registrada no CREA, que de preferência possua um responsável técnico registrado na ABAS. O sexto passo é a entrega de um relatório que deve ser fornecido pela empresa que está realizando a obra, que deve constar dados sobre a construção do poço, geologia local, sobre a vazão, sobre a qualidade da água, e um dimensionamento de uma

bomba para o poço em questão. O sétimo e último passo será a autorização do direito de usar recursos hídricos que também deve ser cedido pelo órgão ambiental responsável, mediante pedido de outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

A Figura 2 a seguir visa demonstrar os diferentes tipos de poços em um perfil geotécnico genérico.



Fonte: Cleary (2001)

3.3 QUALIDADE DA ÁGUA

Um ser humano adulto consome em média 2 litros de água todos os dias, isso chega a corresponder a 3% do seu peso corporal. Sendo assim a probabilidade da qualidade da água que se é consumida interferir diretamente na saúde da população é muito grande. Sabendo disso em 1970 foi criada nos estados unidos o Índice de Qualidade das Águas, pela *National Sanitation Foundation*. Porém só a partir de 1975 o Índice de Qualidade das Águas (IQA), começou a ser utilizado em São Paulo pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), segundo a Agência Nacional de Águas (ANA).

Consequentemente os outros estados brasileiros começaram a utilizar o IQA, e hoje ele é o principal índice de qualidade de água utilizado no país. O intuito principal do IQA é analisar a água bruta, para garantir que a água que será abastecida para a população após o tratamento tenha uma boa qualidade. Essa garantia se dá através da análise de uma série de parâmetros, que em sua

maioria leva em conta uma contaminação causada por esgoto doméstico. Por esse motivo, o IQA deixa de analisar parâmetros que são importantes para se determinar a qualidade de uma água (Ex. metais pesados, compostos orgânicos, pesticidas, protozoários patogênicos).

O IQA conta hoje com 9 parâmetros para se determinar a qualidade da água, segundo a ANA os parâmetros e suas respectivas definições são:

- Oxigênio dissolvido (OD)
- Coliformes Termotolerantes
- Potencial Hidrogeniônico (pH)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})
- Temperatura da Água
- Nitrogênio Total
- Fósforo Total
- Turbidez

3.3.1 Oxigênio Dissolvido

A presença do oxigênio dissolvido na água é fundamento para a sobrevivência de animais aquáticos, como por exemplo peixes, que fazem uso desse oxigênio para respirar. Águas poluídas com esgotos apresentam baixos índices do oxigênio, pois o mesmo é utilizado no processo de decomposição da matéria orgânica presente da água. Locais alagados, onde há um crescimento excessivo de algas, tendem a apresentar altos índices de oxigênio, isso ocorre devido a liberação de oxigênio ocorrida no processo de fotossíntese, realizado pelas algas.

3.3.2 Coliformes Termotolerantes

Bactérias coliformes termotolerantes, são bactérias produzidas no processo intestinal de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos. Quando se detecta presença dessas bactérias em corpos de água, isso é um indicativo de que a água está contaminada por esgoto doméstico. Apesar de não serem bactérias patogênicas, esse coliformes podem ser veículos de

transmissão de doenças de veiculação hídrica (Ex. cólera, febre tifoide, febre paratifoide e disenteria bacilar).

3.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico, é um termo utilizado para expressar a acidez ou basicidade de uma solução. O pH é representado em uma escala de 0 a 14, no qual os valores abaixo de 7 representam soluções ácidas, e os valores de 7 até 14 soluções básicas (CARMOUZE, 1994). O pH é um fator que afeta diretamente o metabolismo de várias espécies aquáticas, e segundo a resolução do CONAMA 357, o pH dos corpos de água devem estar em torno de 6 até 9 para contribuir com a proteção das espécies aquáticas.

3.3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio, é a demanda de oxigênio solicitada pela água para ser usada no processo de decomposição de matéria orgânica. A sigla $DBO_{5,20}$ significa demanda bioquímica de oxigênio consumido em 5 dias a uma temperatura de 20 graus celsius. Valores altos para esse parâmetro indicam que a água terá baixos índices de oxigênio dissolvido, o que compromete todo o ecossistema presente no corpo de água.

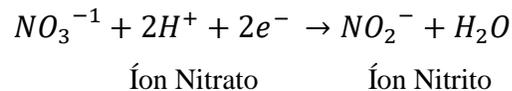
3.3.5 Temperatura da Água

A temperatura do corpo de água influencia diretamente em vários fatores, como por exemplo a viscosidade e tensão superficial da água. Além disso, a temperatura pode interferir na reprodução e no crescimento dos seres presentes no corpo de água. Temperaturas além das suportadas pelos organismos aquáticos podem tornar o ambiente um local inóspito.

3.3.6 Nitrogênio Total

O nitrogênio encontrado na água pode ocorrer na forma de vários compostos como nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. O nitrato é o mais comum a ser encontrado em águas naturais e também o mais tóxico para o ser humano. A contaminação de corpos de água por

nitrato está diretamente relacionada a lançamento irregular de esgotos domésticos e industriais e o chorume oriundo dos aterros de lixo (FREITAS, ALMEIDA, 1998). Altos índices de Nitrato, acima de 10mg/L, em corpos de água são um risco para saúde humana, especialmente de crianças, tendo em vista que o nitrato é o principal responsável pela metahemoglobinemia infantil, que é uma doença letal para crianças. Essa doença ocorre quando o nitrato presente tanto em mamadeiras não esterilizadas quanto no estômago do recém-nascido reduzem parte do nitrato para nitrito.



O Nitrito é combinado com a hemoglobina do sangue do bebê, causando a oxidação da mesma e impedindo o transporte regular de oxigênio para as células. Sendo assim o bebê sofre de insuficiência respiratória e adquire uma coloração azul (BAIRD, 2002).

Em estudo publicado em 2005 pelos pesquisadores Drake e Bauder, no estado de Montana (EUA) durante o período de 1971 e 2003, mostraram que o aumento da concentração de nitrato em águas subterrâneas está diretamente ligado ao crescimento populacional. Isso devido ao uso irregular de fossas sépticas pela população.

3.3.7 Fósforo Total

O Fósforo, assim como o nitrogênio, é um nutriente importante para processos biológicos que podem comprometer a qualidade da água. Um desses processos é a eutrofização das águas, segundo Krukemberghe Ribeiro, 2017, a eutrofização é o processo onde a quantidade excessiva de minerais como fósforo na água, causam uma turbidez que impede a penetração de luz na mesma, sendo assim a fotossíntese é comprometida e há uma redução nos níveis de oxigênio do manancial, implicando na criação de um ambiente inóspito para peixes e algas. Um dos meios de contaminação dos corpos de água por fosforo é oriunda de esgotos domésticos, devido à grande presença de superfosfatos nos detergentes e também devido as fezes. Outro meio é a drenagem da água da chuva em áreas urbanas e agrícolas.

3.3.8 Turbidez

A turbidez indica o grau de penetração da luz através da água. A turbidez é comprometida quando há um excesso de materiais em suspensão na água, tais como argila, silte, algas, areia, e matéria orgânica e inorgânica (MEDEIROS, 2003). Uma das principais fontes de turbidez em corpos de água é a erosão dos solos, um fator que é intensificado em épocas de chuvas. A turbidez é um parâmetro importante, pois a elevada turbidez em águas, solicitará o uso de grandes quantidades de produtos coagulantes nas estações de tratamento de água, o que resultará em um custo elevado para o tratamento da água.

3.4 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Durante anos a civilização humana vem utilizando o solo como local de despejo de dejetos produzidos pela humanidade, e com o passar do tempo e o aumento da população, houve um aumento substancial dessa quantidade de lixo produzida.

O despejo inadequado ou incontrolado desses materiais pode resultar em muitos riscos para a saúde humana. Os corpos de água são um dos ecossistemas que mais sofrem com esse problema, pois a poluição desses mananciais pode ser extremamente nociva tanto para os animais aquáticos, como para a população que faz uso dessa água. Os corpos de água subterrâneos, apesar de estarem mais protegidos que os corpos de água da superfície, também podem ser contaminados caso haja um excesso de poluição com despejo indevido.

Segundo José Luiz Gomes Zoby, (2008), em seu trabalho PANORAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL, existe uma série de fontes de contaminação para a água subterrânea. Segundo Zoby (2008), as principais fontes de contaminação e suas respectivas definições são:

3.4.1 Construção de poços

A construção de poços é um fator crucial para a proteção contra contaminações da água subterrânea, é de fundamental importância que seja respeitada todas as exigências que constam nas normas regulamentadoras para construção de poços regulamentada pela Associação

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mais precisamente na NBR 12244 - Construção de poço para captação de água subterrânea.

No Brasil, o crescimento desordenado da população fez-se necessário em algumas cidades a utilização de poços subterrâneos domésticos para suprir a necessidade da população. Devido à falta de fiscalização por parte das prefeituras, e também devido à falta de informação por parte da população, muitos desses poços são construídos de forma irregular o que compromete a qualidade da água que é consumida pela população. Poços rasos são os que mais se enquadram nessas circunstâncias, devido a simplicidade de execução dos mesmos. Como citado anteriormente, é de fundamental importância que os poços subterrâneos sejam construídos com distância mínima de 15 metros de fontes de contaminação, que eles tenham sua superfície protegida, e que seja feito um revestimento interno nos primeiros metros do poço para evitar contaminação.

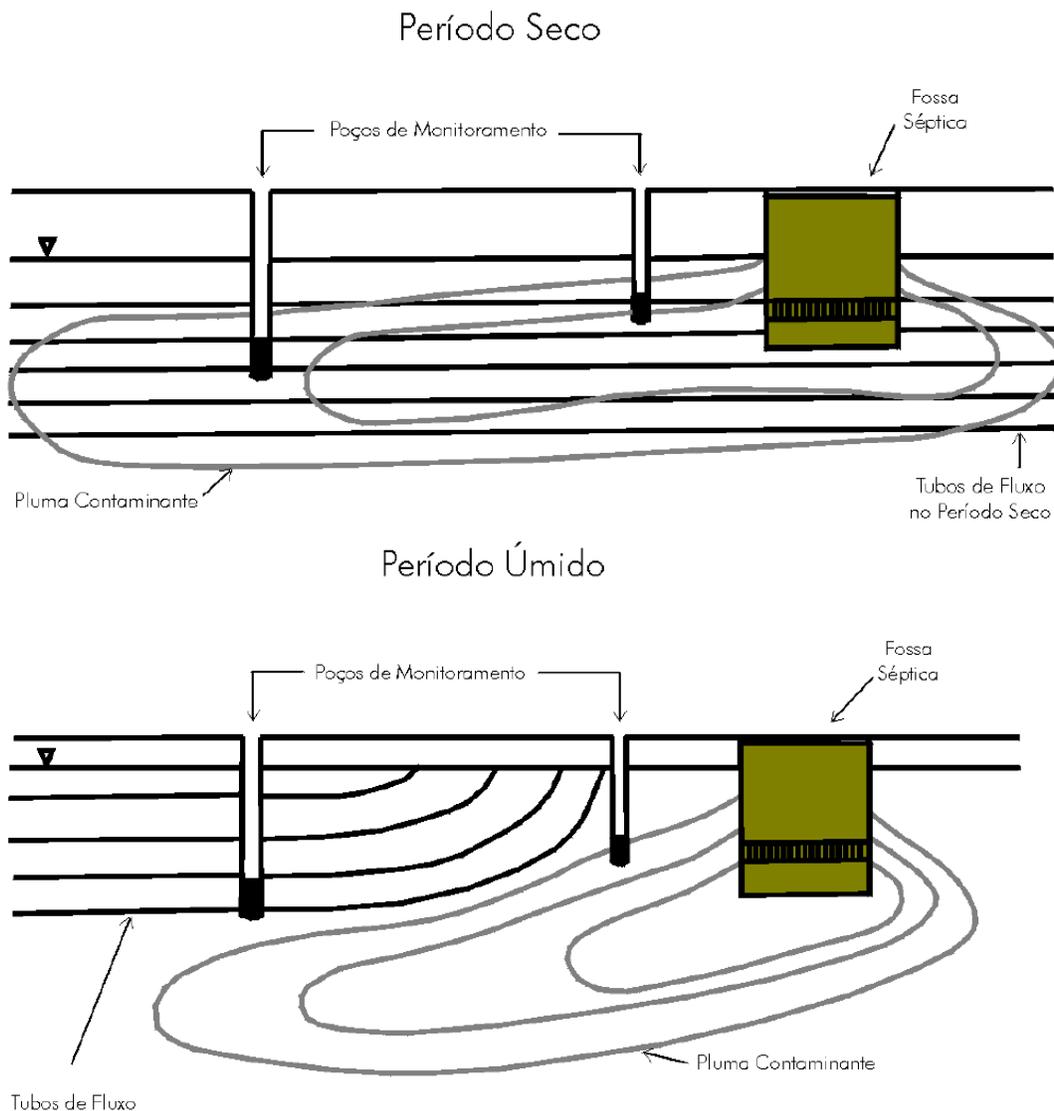
3.4.2 Esgotos

A disposição inadequada de esgotos urbanos também é um fator preocupante em relação a contaminação da água subterrânea. No Brasil, de acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento, estima-se que apenas 50,3% dos municípios brasileiros contatam com saneamento básico (BRASIL, 2005). Se tratando de tratamento de esgotos, esse índice é ainda pior, pois estima-se que apenas 42,7% dos esgotos gerados em áreas urbanas são tratados (SNIS, 2015). A contaminação das águas subterrâneas devido à falta de saneamento básicos, advém principalmente da utilização de fossas negras, que são buracos onde são depositados os dejetos produzidos pela residência, contaminando assim, através de infiltração no solo, todo o lençol freático.

Outro fator preocupante da falta de saneamento básico, é a disposição inadequada das águas contaminadas por produtos de limpeza, essas águas também podem infiltrar no solo e ao chegar no lençol freático elas podem comprometer a qualidade da água, uma vez que contaminada com esgoto sanitário podendo conter elevadas concentrações de nitrato, bactérias patogênicas e até vírus.

O trabalho realizado por Claudia Varnier e Ricardo Hirata, no ano de 2000, no estado de São Paulo, buscou caracterizar o impacto que as fossas sépticas causam, através da análise 58 poços de monitoramento, com profundidade de até 3,9 m, situados em uma área de 2500m². A região em questão, estava situada na planície do rio Tietê, na área ocorria um aquífero livre que apresentava condutividade hidráulica horizontal média de cerca 10⁻⁶ m/s. Os resultados da pesquisa apresentaram níveis de nitrato acima do permitido nos poços, e também demonstraram uma divergência na contaminação dos poços entre períodos secos e períodos úmidos, isso ocorreu devido aos vazios do solo estarem mais preenchidos com água durante os períodos úmidos. A figura 3 demonstra como a pluma contaminante percola no solo nos períodos secos e úmidos do ano na região da planície do rio Tietê.

Figura 3 – Percolação da pluma contaminante em períodos secos e úmidos.

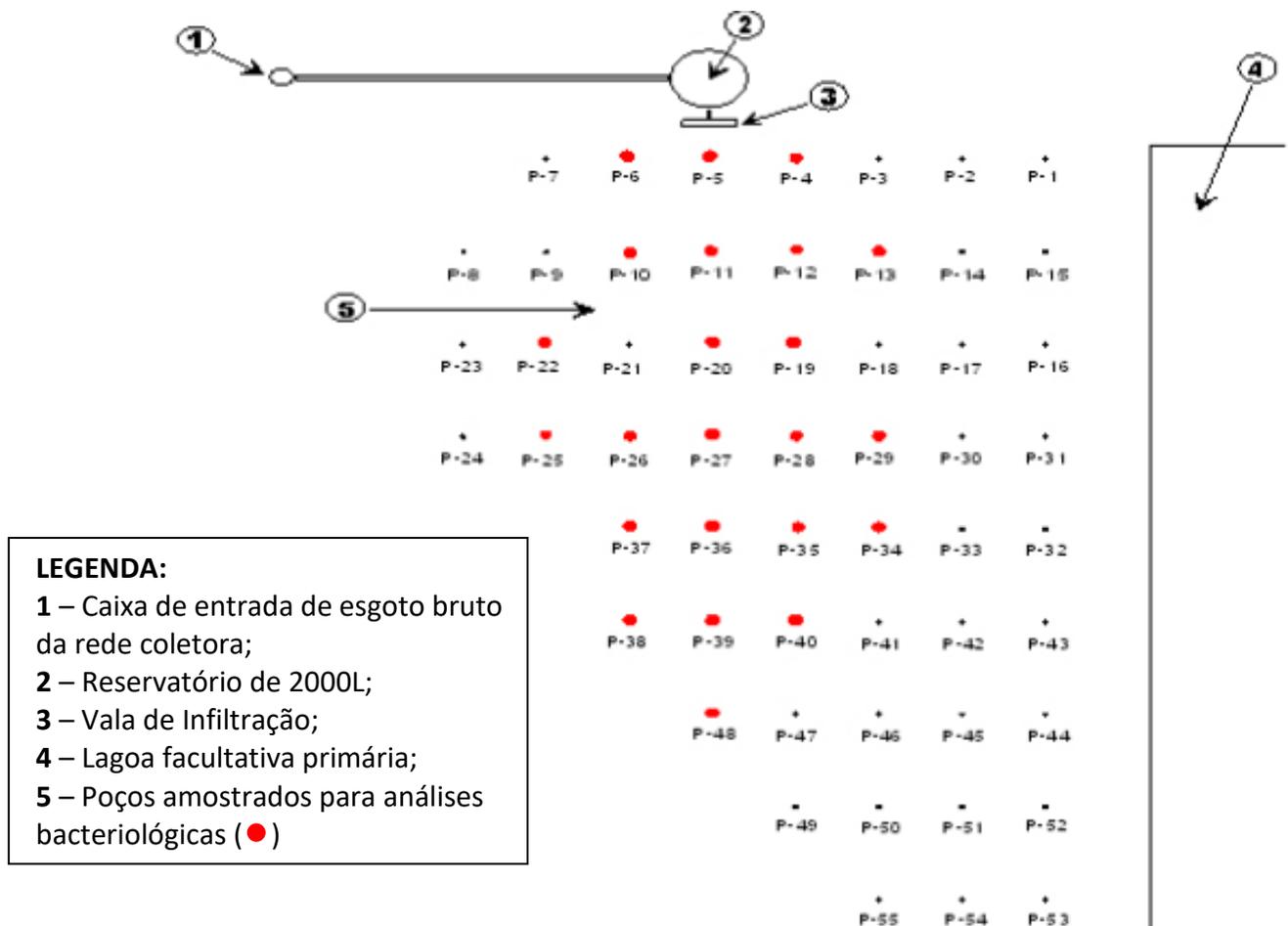


Fonte: Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil (2000)

Em um estudo realizado na cidade de Salesópolis – SP, pelos pesquisadores Virginia Maria Tesone Coelho e Uriel Duarte, buscou investigar como se caracterizava a pluma de contaminação de esgoto em uma área ensaiada. Na primeira etapa, foi coletado diretamente da Estação de Tratamento de Esgotos de Vila dos Remédios cerca de 2000L de esgoto bruto, o mesmo depositado em um reservatório de onde foi lançado com vazão constante para uma trincheira escavada no solo. Em uma segunda etapa, dessa vez um com volume de cerca de 20000L de esgoto, que foi depositado na trincheira ao longo de quatro meses. Para o estudo,

foram escavados 55 poços rasos, com aproximadamente dois metros de profundidade, que foram espalhados na região de ensaio, como se pode claramente observar na figura 4. Seguindo normas técnicas para a coleta de água, e realizando análises físico-químicas-bacteriológicas na água coletada sistematicamente ao longo de todo período de análise, foi possível encontrar a velocidade de deslocamento da pluma, 2,76 cm/h. Em relação a contaminação, percebeu na primeira semana a chegada da pluma de esgoto nos poços, alcançando limite máximo de contaminação na segunda semana, e um decaimento bacteriológico com o decorrer do tempo.

Figura 4 – Esquema do estudo de caso na ETE da Vila dos Remédios.



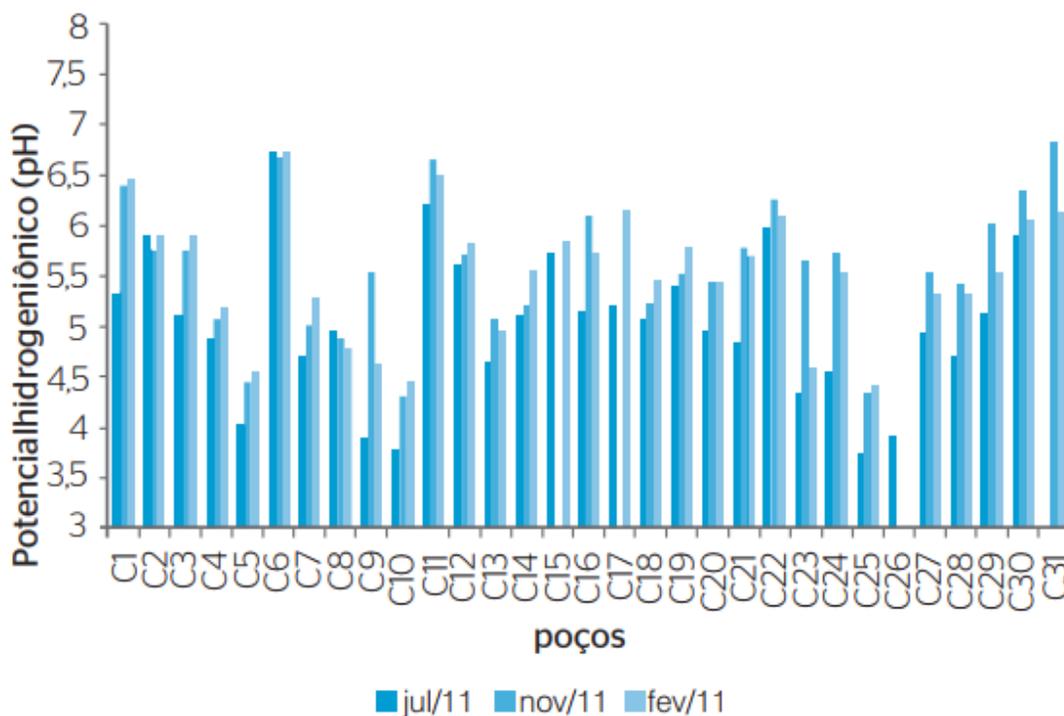
Fonte: Potencial de contaminação de aquífero freático por esgoto doméstico – Quantificação do decaimento bacteriológico (2004)

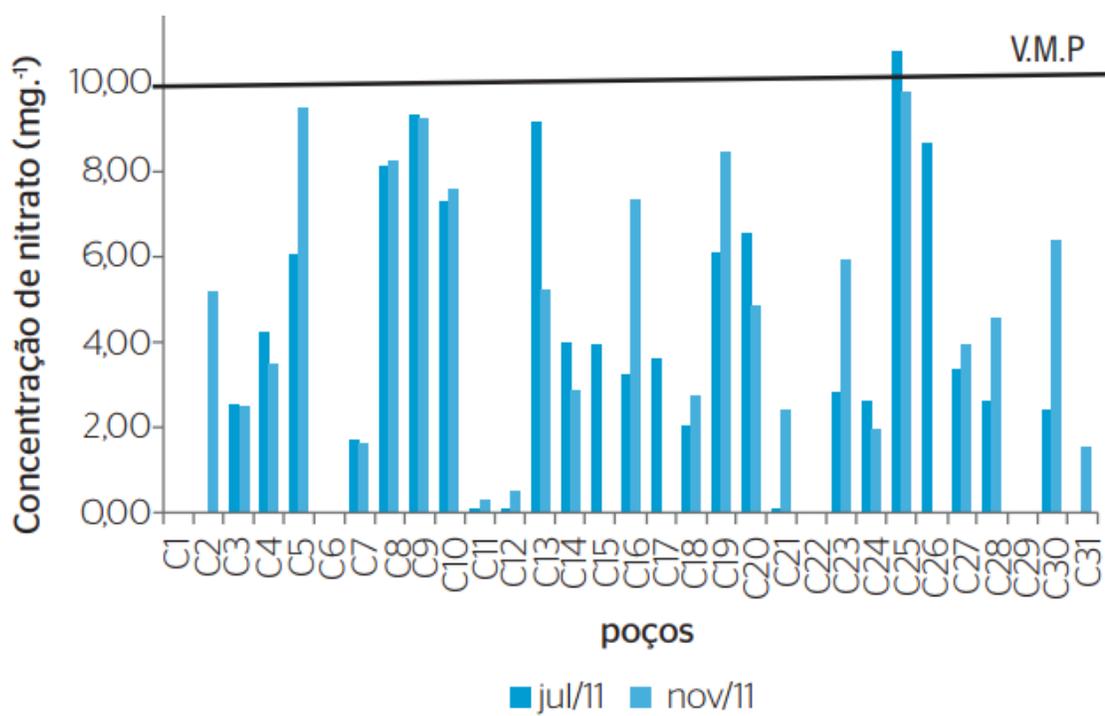
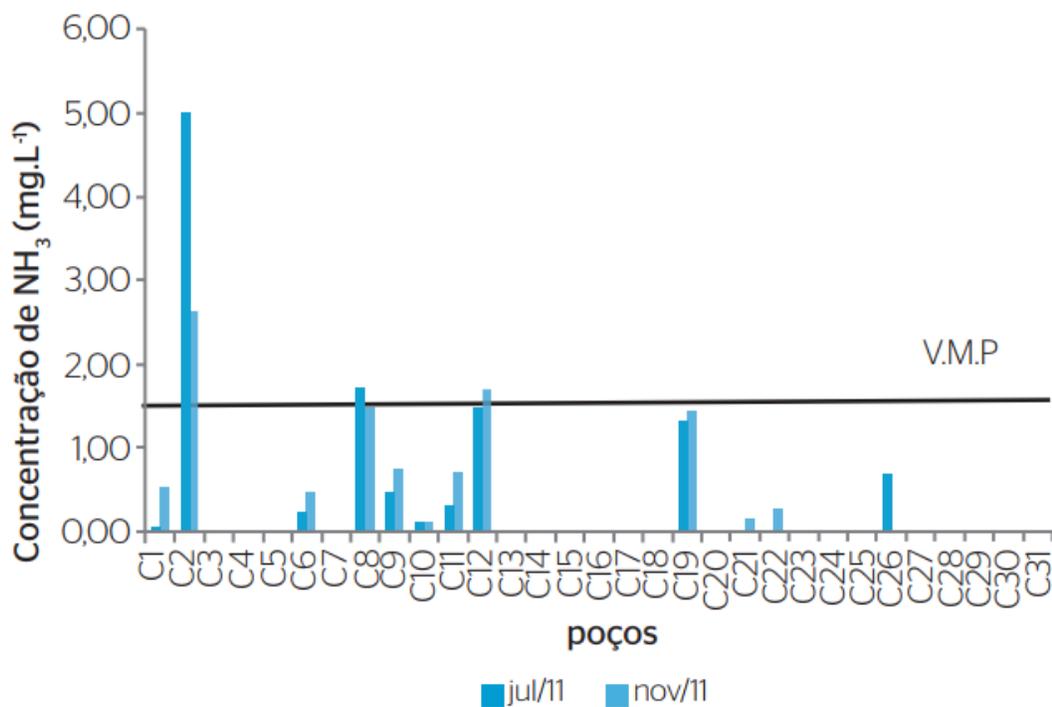
Na cidade de Cuiabá, um grupo de pesquisadores que tinham como objetivo avaliar os impactos causados na qualidade química e bacteriológica do lençol subterrâneo devido à ausência de saneamento básico, realizaram um estudo em 31 poços do tipo cacimba em toda área do Bairro Pedra Noventa. As coletas foram realizadas em períodos distintos levando em consideração a

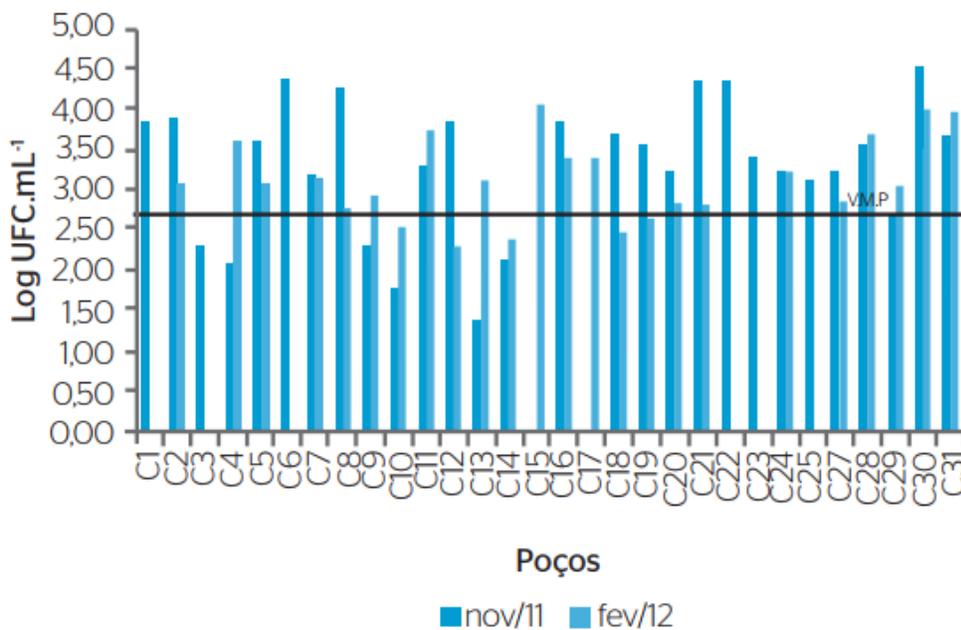
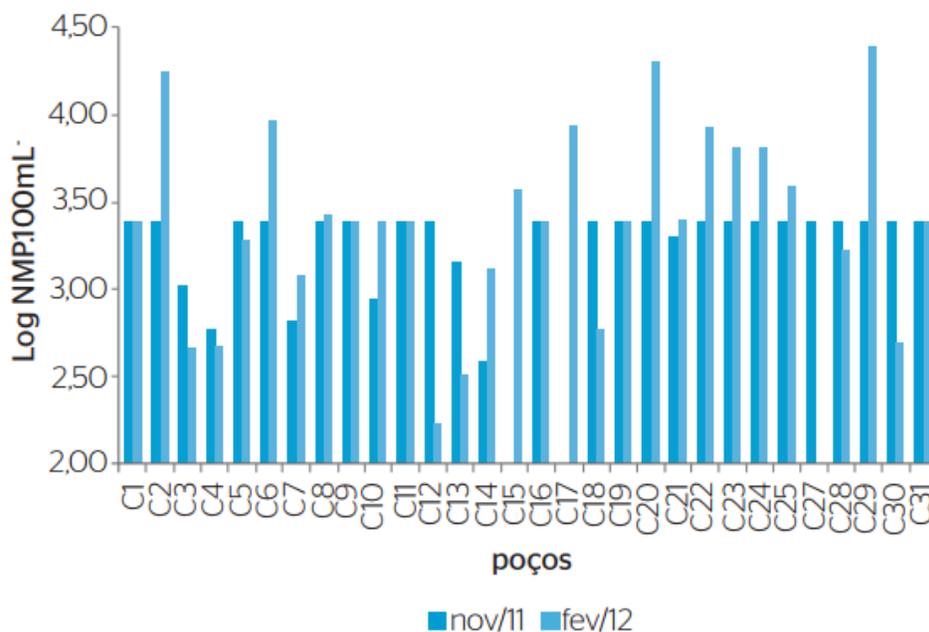
ocorrência de chuvas na região. Em julho de 2011, foram realizadas as coletas das amostras de água considerando o período mais seco, e em novembro de 2011 e fevereiro de 2012, foram realizadas as coletas para análise dos períodos mais chuvosos.

Os resultados das análises não apresentaram parâmetros químicos em concentrações muito elevadas, em contrapartida parâmetros como pH, a amônia, o nitrato e o fosfato tenham apresentado concentrações superiores aos valores máximos permissíveis para consumo, bem como os parâmetros bacteriológicos, tais como coliformes totais e bactérias heterotróficas segundo consta a Portaria 2.914/2011, como se pode observar claramente nos gráficos a seguir:

Figura 5 – Gráficos com valores de pH, teores de amônia, de nitrato, densidade de coliformes totais e bactérias heterotróficas (respectivamente).







Fonte: Eng Sanit Ambient (2014)

Isso decorre provavelmente devido as fossas sépticas, que são intensamente distribuídas na região. Em relação as divergências entre os períodos chuvosos e secos, notou-se flutuações sazonais nas concentrações dos cátions e ânions, sendo as concentrações menos expressivas em períodos secos e concentrações mais expressivas nos períodos chuvosos.

3.4.3 Resíduos Sólidos

Um dos maiores problemas resultantes do crescimento populacional e da modernização é a disposição dos resíduos sólidos. No Brasil, em 2014, foi gerado em média cerca de 195 mil toneladas de lixo urbano por dia, sendo que 58,4% desses resíduos tiveram destinação correta fazendo uso de aterros sanitários para a disposição desse lixo, os outros 41,6% foram dispostos em aterros controlados e lixões, isso corresponde a cerca de 81 mil toneladas por dia, o que corresponde a um total de 3.334 municípios brasileiros que ainda não fazem disposição adequada dos resíduos sólidos (ABRELPE, 2014).

Em relação as águas subterrâneas, a disposição inadequada do lixo urbano pode ser extremamente poluente. A decomposição anaeróbia da matéria orgânica no lixo urbano gera gases poluentes e chorume.

Chorume é um líquido escuro de odor forte constituído basicamente de substâncias orgânicas, como carbono e nitrogênio, materiais inorgânicos, como mercúrio, cobre, chumbo, arsênio, cádmio, cobalto e cromo (CARDOSO, 2011). Com a disposição inadequada dos resíduos sólidos, o chorume produzido infiltra no solo e pode chegar até o lençol freático.

Em pesquisa realizada em Belo Horizonte, no ano de 2004, pelo pesquisador Walter Duarte Costa, foram analisadas duas situações distintas: a de um lixão que operou durante o período de 1967 e 1972, e a de um aterro que operou de 1972 até 2004. Na região do lixão, mesmo 30 anos após a desativação, foi encontrado na água subterrânea local, altos índices de contaminação por metais. Na região do aterro, foi detectado que havia um despejo inadequado de chorume em córregos, sem qualquer tratamento, o que possibilitava a infiltração desse material que contaminaria as águas subterrâneas. Esse chorume, apresentava elevados índices de contaminação bacteriológica, e também altas concentrações de metais. Foi possível observar, que o chorume se encontrava a princípio muito salinizado, com valores para sólidos dissolvidos em cerca de 8.835 mg/L; com condutividade elétrica média de 23.762 μ mhos/cm, dureza total média de 1.026 mgCaCO₃; cloretos com média de 3.800 mg/L; e sulfetos com média de 14,28 mg/L.

3.4.4 Agricultura

Devido à grande demanda de produtos agrícolas gerada pelo crescimento populacional, cada vez mais a humanidade vem fazendo uso de técnicas modernas para suprir essa demanda. A utilização de fertilizantes e agrotóxicos são práticas comuns utilizadas para potencializar a produção de produtos agrícolas, o Brasil está entre os maiores consumidores do mundo de agrotóxicos. Os agrotóxicos são produtos utilizados para afastar pragas que comprometam a produção agrícola, estima-se que em 2001, foram utilizadas cerca de 158,7 mil toneladas de agrotóxicos, para 50,7 milhões de hectares de área plantada no Brasil (IBGE, 2004).

Os fertilizantes por outro lado, são produtos ricos em nutrientes que são destinados a potencializar o crescimento da produção agrícola. Os principais nutrientes exigidos na agricultura são o nitrogênio, potássio, e o fósforo. Dentre eles, o que mais oferece risco sobre a água subterrânea é o nitrogênio, ocorrendo em forma de nitrato.

Segundo reportagem de Vanessa Barbosa para a revista Exame, em 2016, a China, grande potência mundial, conta com cerca de 80% da sua água subterrânea contaminada. Durante as análises realizadas em cerca de 2.103 poços subterrâneos, foram constatados uma série de produtos químicos, tais como manganês, flúor e triazóis (usados geralmente em herbicidas). A China, desde 1990, detém o título de maior consumidora de fertilizantes nitrogenados do mundo, o que possibilita um aumento do cultivo para solicitar a demanda do país, porém causa danos ambientais muito sérios. Em 32,9% dos poços verificados, a água foi classificada como grau 4, o que a torna segura somente para uso industrial, e em 47,3% dos poços, a água foi classificada como grau 5, o que indica que ela está ainda mais contaminada. Para solucionar o problema, o Ministro da Proteção Ambiental da China, em 2011, lançou um programa com intuito de atenuar a contaminação da água subterrânea que duraria até 2020.

3.4.5 Indústria

O processo de industrialização inevitavelmente gera dejetos, muitas vezes contaminados com produtos tóxicos, que normalmente atingem os solos e rios. Esses dejetos contaminados, dependendo da suscetibilidade do aquífero, pode vir a infiltrar no solo e contaminar a água subterrânea. Em uma pesquisa feita pelo ministério da saúde em 2004, foi constatado que no

Brasil existe em torno de 15 mil áreas com contaminação tanto do solo como da água, e que cerca de 1,3 milhões de habitantes estão diretamente expostos nestas regiões.

No estado de São Paulo, a indústria é a segunda atividade que mais contamina, ela é responsável por 18% de todas as áreas contaminadas. Nessas regiões, os contaminantes encontrados em sua maioria foram: hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, combustíveis líquidos, metais, solventes aromáticos e solventes halogenados (CETESB, 2004).

3.4.6 Postos de combustíveis

Combustíveis derivados do petróleo, são compostos de hidrocarboneto que em possíveis vazamentos desses combustíveis podem vir a contaminar a água subterrânea. Esses vazamentos podem vir a ocorrer na produção, no transporte, no manuseio, e principalmente no armazenamento que é feito através de tanques no solo que estão suscetíveis a vazamentos. Segundo a divisão de tecnologia de riscos ambientais da CETESB, somente no estado de São Paulo de 1996 até 2009, se foi realizado cerca de 554 atendimentos emergenciais em postos de combustíveis relacionados a vazamento de combustível. Devido a esse número elevado de atendimentos, no Brasil, no ano de 2000 foi elaborado a resolução nº 273 do CONAMA, que estabelece que os postos de combustíveis dependerão de uma licença ambiental para que possam se instalar e operar.

Em estudo realizado por pesquisadores da Universidade Federal de Alagoas, no ano de 2010, realizado na cidade de Maceió, que conta com cerca de 60% de seu abastecimento de água oriundo de águas subterrâneas, foi detectado que cerca de 80% dos postos de combustíveis atuavam de forma irregular, sem licença ambiental. No ano de 2006, existiam cerca de 186 postos de combustíveis atuando em Maceió, dentre eles 20 postos com mais de 30 anos, o que caracteriza uma situação irregular, tendo em vista que é recomendado a troca ou restauração de tanques de combustíveis sempre a cada 30 anos (SANTOS, 2006). Postos de combustíveis apresentam um sério risco para a contaminação do solo, especialmente em cidades que dependem dos mananciais subterrâneos para seu abastecimento, foi detectado que no caso de Maceió se faz necessário uma maior fiscalização para que haja um cumprimento da legislação vigente (SILVA, 2010).

4 METODOLOGIA

No dia 12 de julho de 2017, foi realizado no município de Arapiraca, localizado a cerca de 130 km da capital Maceió, coletas de aproximadamente 50 mL de água em triplicata para 3 poços situados no Bairro Cacimbas. O Bairro é localizado na área urbana de Arapiraca, e tem como ocupação predominante de cunho residencial com poucas praças e áreas de lazer.

No que se refere ao saneamento básico, o Bairro não possui rede coletora de esgoto e devido à presença acentuada de construções arcaicas, em um tempo onde a consciência ambiental não estava difundida para a população local, a maioria das residências faz uso de fossas negras para despejo dos dejetos produzidos nas residências. Desta maneira a qualidade da água subterrânea captada por poços rasos na região é muito relevante para as famílias que habitam a região. Os poços estão precisamente localizados (Figura 6):

- Poço 1: 9°45'35" S / 36°39'48" O
- Poço 2: 9°45'34" S / 36°39'47" O
- Poço 3: 9°45'35" S / 36°39'52" O

Figura 6 – Localização dos poços.



Fonte: Google Maps

Em relação ao relevo da região, com o auxílio de informação colhidas por GPS, foi possível identificar uma diferença de relevo entre a superfície do terreno onde os 3 poços estão situados no que diz respeito a altimetria.

- Poço 1 – 255 m em relação ao nível do mar;
- Poço 2 – 253 m em relação ao nível do mar;
- Poço 3 – 246 m em relação ao nível do mar.

Figura 7 – Poço 1, Poço 2, Poço 3 (respectivamente).



Fonte: Arquivo Pessoal

4.1 COLETAS

No que diz respeito as coletas, foram realizadas em dois momentos diferentes, objetivando analisar a situação da água dos poços em relação a sazonalidade climática da região. Sendo assim, as coletas foram realizadas após dias estiagem, e outra após dias chuvosos. Para evitar contribuições externas no momento da coleta, estas foram realizadas através de um içamento de um coletor universal esterilizado, eliminando assim qualquer fonte de contaminação externa que possa afetar os resultados.

O mecanismo desenvolvido para a coleta foi fabricado utilizando fios rígidos moldados de maneira que fosse possível o acoplamento do coletor universal. Para garantir a estabilidade do mecanismo no momento do içamento foi preso cadeado na parte inferior do mecanismo, onde o

objetivo principal é gerar um peso, garantindo que a água coletada permaneça no coletor no momento do içamento (Figura 8).

Figura 8 – Mecanismo para Içamento de amostras em poços rasos.



Fonte: Arquivo Pessoal

No que tange ao içamento das amostras, o mesmo foi realizado manualmente através da tampa de inspeção dos poços analisados. Para cada poço foi retirado um volume de água correspondente a cerca de 150ml, o que representa o volume de 3 coletores universais parcialmente cheios, por coleta.

Figura 9 – Içamento de Amostras.



Fonte: Arquivo Pessoal

4.2 SELEÇÃO DE PARÂMETROS E METODOLOGIA DE ANÁLISE

A escolha dos parâmetros foi feita levando em consideração a maior possível fonte de contaminação, que é o esgoto, e também as limitações técnicas no processo de análise. Sendo assim, os parâmetros concernem basicamente em relação as concentrações de nitrato e de coliformes na água subterrânea.

As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório de Saneamento Ambiental – LSA, localizado no *Campus* A.C. Simões da UFAL, em Maceió – AL.

Foram monitorados os parâmetros descritos na Tabela 1, segundo métodos descritos pela *American Public Health Association* - APHA (2017).

Tabela 1 – Parâmetros analisados e método utilizado.

Parâmetro analisado	Método de análise
N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	Espectrofotométrico
Coliformes fecais (UFC/mL)	Petrifilm

5 RESULTADOS

5.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

Um questionário foi desenvolvido (Apêndice A) com função principal de compreender as características de utilização dos poços rasos nas residências, bem como caracterizar o tipo de abastecimento. No mesmo foi perguntado dados sobre tratamentos a água consumida, destinação da água na residência, sobre distância mínima entre o poço e a fossa, e também sobre a qualidade da água advinda dos poços. O questionário foi aplicado aos residentes das casas que tiveram os poços analisados, com objetivo principal de fazer uma análise concisa sobre a situação da água subterrânea no que implica ao abastecimento de água nas residências da região.

5.2 TIPO DE ABASTECIMENTO

Em relação ao tipo de abastecimento, todas as residências relataram que utilizam de um abastecimento misto entre os poços e a rede de abastecimento público. Foi relatado também, que o abastecimento é preferencialmente da rede pública, com solicitação dos poços somente quando a demanda não é compreendida.

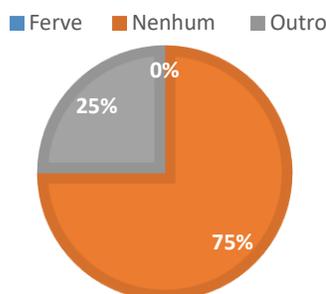
5.3 TRATAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

No que se refere ao tratamento da água proveniente do poço, 75% das residências relataram não realizar nenhum tratamento, os outros 25% relataram a utilização esporádica de hipoclorito de sódio nos reservatórios com intenção principal de desinfecção da água (Gráfico 1). É válido ressaltar que o cloro é o principal agente oxidante utilizado em águas de abastecimento visando a inativação dos microrganismos patogênicos proliferadores de doenças de veiculação hídrica. As primeiras aplicações do cloro como agente regular no processo de desinfecção de águas de abastecimento datam do final do século XIX e início do século XX em países como Alemanha, Inglaterra e Estados Unidos, se proliferando para o resto do mundo, incluindo o Brasil.

Na residência que utiliza hipoclorito de sódio para desinfecção, segundo o próprio morador, a dosagem utilizada para um reservatório de 1000L de água é de 50ml, o mesmo é fornecido pelo Ministério da Saúde, como pode ser observado na figura 10. Segundo a Portaria MS N° 2914/11, deve-se manter um mínimo de 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda extensão do sistema de distribuição. A dosagem recomendada pelo Ministério da Saúde para a utilização do hipoclorito de sódio (2,5%) é de 2 gotas por litro, estima-se que 50ml tenham cerca de 1000 gotas, sendo assim 50ml do hipoclorito de sódio fornecido pelo Ministério da Saúde tem capacidade de desinfetar cerca de 500 L de água. Desta forma, a dosagem de hipoclorito de sódio utilizada não tem capacidade de desinfecção para o volume de água que foi diluída, para o reservatório em questão é recomendado a utilização de ao menos 100ml (dois frascos).

Gráfico 1 - Procedimento para Tratamento da Água Subterrânea.

TRATAMENTO DA ÁGUA



Fonte: Autoria Própria (2017)

Figura 10 - Hipoclorito de Sódio, solução 2,5%



Fonte: <https://www.tuasaude.com>

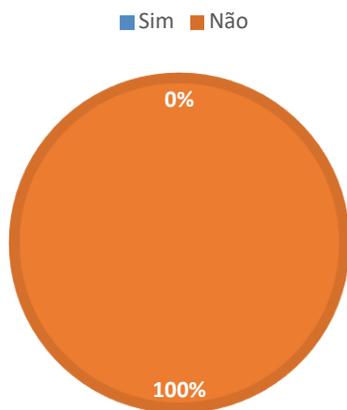
5.4 DESTINAÇÃO DOS DEJETOS

Em relação a destinação dos dejetos produzidos na residência, devido a inexistência de uma rede coletora de esgoto no bairro, as únicas reais opções para a população da região são a utilização de fossa séptica ou, na inexistência da mesma, o uso exclusivo de sumidouros. No caso das residências analisadas, 100% relatou o uso de sumidouros como destinação dos dejetos produzidos.

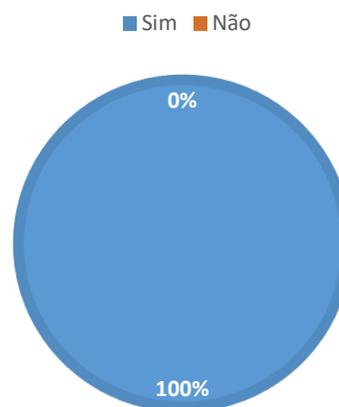
Recomenda-se que poços para captação de água subterrânea estejam situados a uma distância mínima de 15 metros em relação a qualquer fossa, ou fonte de contaminação. Nas residências pesquisadas, foi perguntado aos moradores o que eles acreditam em relação a distância estabelecida entre o poço e o sumidouro da residência. Segundo os próprios moradores, os poços atendem a essa especificação e estão localizados a distâncias superiores a 15 metros do sumidouro da residência.

Gráfico 2 e 3 – Presença de Fossa Séptica nas Residências e Distância Mínima de 15m entre Poços e Fontes de Contaminação.

POSSUI FOSSA SÉPTICA ?



DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE POÇO E SUMIDOURO É ATENDIDA?



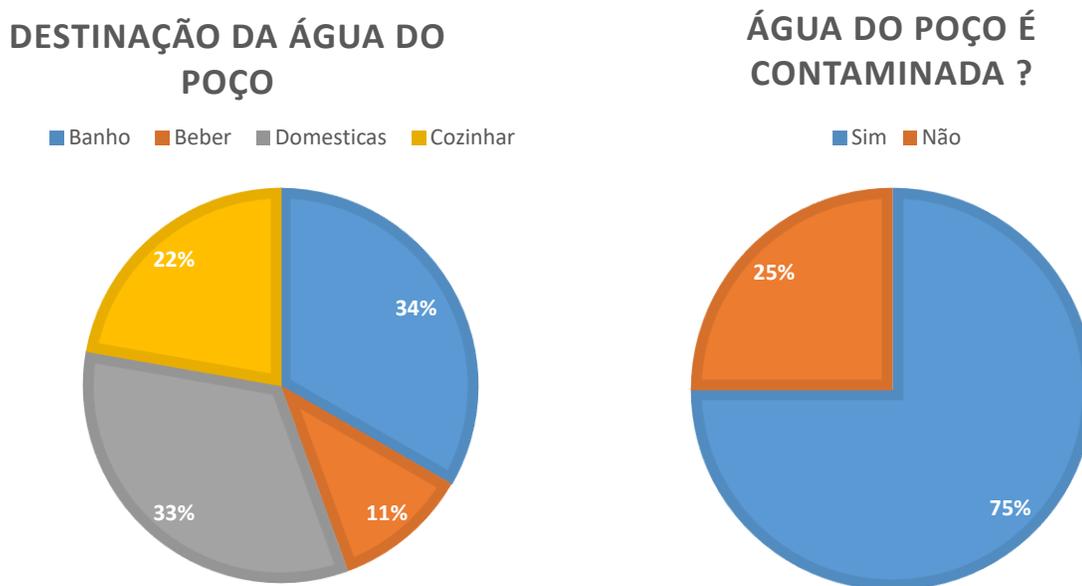
Fonte: Autoria Própria (2017)

5.5 DESTINAÇÃO DA ÁGUA DO POÇO

Compreender a destinação da água subterrânea na região é de suma importância para entender os reais riscos que a população pode estar correndo a partir da utilização dessa água.

Sendo assim, foi perguntado sobre a destinação utilizada pela população para a água subterrânea, em todos os casos a água era destinada para diversos fins, dessa forma a porcentagem de água utilizada para cada fim pode ser estimada com auxílio do gráfico a seguir. Do mesmo modo, foi perguntado nas residências analisadas, como a população considera a situação atual do poço no que se refere a qualidade da água subterrânea local.

Gráfico 4 e 5 – Fins para a Água captada dos poços e Concepção do Morador em Relação da Qualidade da Água Subterrânea.



Fonte: Autoria Própria (2017)

5.6 ANÁLISE LABORATORIAL

Dentre os poços analisados, o poço 1 apresentou os melhores resultados no que se refere a qualidade da água. Em contrapartida, o poço 2, foi o que apresentou os maiores índices de contaminação, e o único a apresentar índices de coliformes fecais. Os resultados obtidos com as análises podem ser observados na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Resultados das análises das águas nos poços, onde NO₃⁻ se refere a Nitrato, ND a não detectável e UFC a unidades formadoras de colônias

DATA		Poço 1		
12.08.17		A	B	C
Parâmetros	Unidade			
NO ₃ ⁻	mg / L	0.17	0.02	ND
Coliformes fecais	UFC / mL	ND	ND	ND
DATA		Poço 2		
12.08.17		A	B	C
Parâmetros	Unidade			
NO ₃ ⁻	mg / L	1.00	ND	1.50
Coliformes fecais	UFC / mL	ND	130	150
DATA		Poço 3		
12.08.17		A	B	C
Parâmetros	Unidade			
NO ₃ ⁻	mg / L	0.50	0.50	0.08
Coliformes fecais	UFC / mL	ND	ND	ND

Fonte: Aatoria Própria (2017)

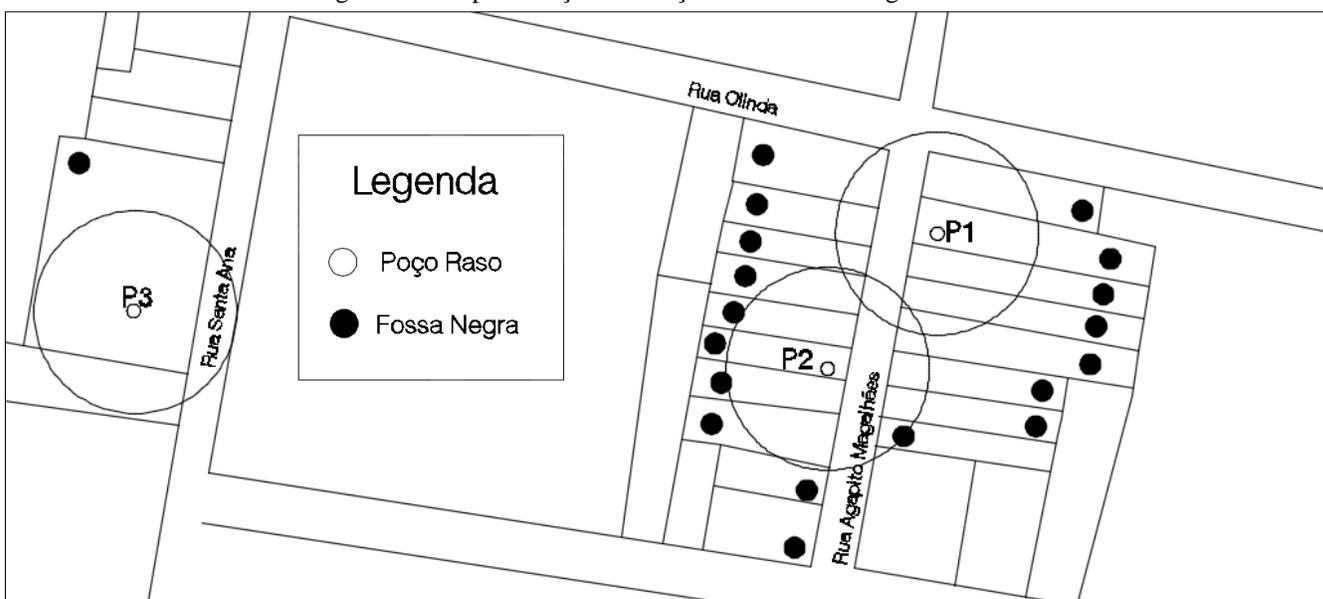
- Coliformes fecais:** Nas análises realizadas nas amostras dos poços 1 e 3 não foram detectados índices de coliformes presentes na água. No poço 2, foi detectado índices de coliformes nas amostras. Apesar dos índices encontrados apresentarem valores baixos no que se refere a presença de coliformes por mL, o fato de haver presença de coliformes, caracteriza uma inconformidade com a Portaria MS N° 2914/11, que exige ausência de coliformes totais na água saída da estação de tratamento.
- Nitrato:** Os 3 poços apresentaram valores de Nitrato em suas amostras, porém valores muito baixos. A maior concentração de nitrato ocorreu em uma amostra do poço 2, foi de 1,5 mg/L, o que está dentro do aceitável em relação a Portaria MS N° 2914/11. A Portaria MS N° 2914/11 estabelece um valor máximo de 10mg/L

de nitrato, valores abaixo do referido não apresentam riscos à saúde e estão de acordo com os padrões de potabilidade, sendo assim os 3 poços estão em conformidade no que se refere a presença de nitrato.

Em resumo, os índices de contaminação por nitrato apresentaram valores muito baixos, quase que insignificantes no que se refere ao padrão de potabilidade da água. Em relação a indicies de contaminação por coliformes fecais no poço 2, pode-se atribuir ao não cumprimento da distância mínima de 15m em relação a fossa negra presente na residência e nas residências vizinhas. Para constatar a real distância, após os resultados das análises foi feito um levantamento na região a fim de identificar a localização das fossas nas residências.

Para as casas que tiveram os poços analisados, a distância foi medida com exatidão. Já para as casas circunvizinhas, foi perguntado aos moradores se a fossa estava presente na frente ou nos fundos do terreno. Com auxílio de mapas via satélite, foi possível desenhar os lotes que podem vir a interferir nos padrões de potabilidade da água dos poços analisados, para que assim, se consiga criar um perímetro fictício em torno dos poços, com um círculo de raio igual a 15m, e ver quais são suas reais fontes de contaminação. A representação gráfica, da posição dos poços analisados e das fossas negras presentes na região pode ser observada na figura 11 a seguir:

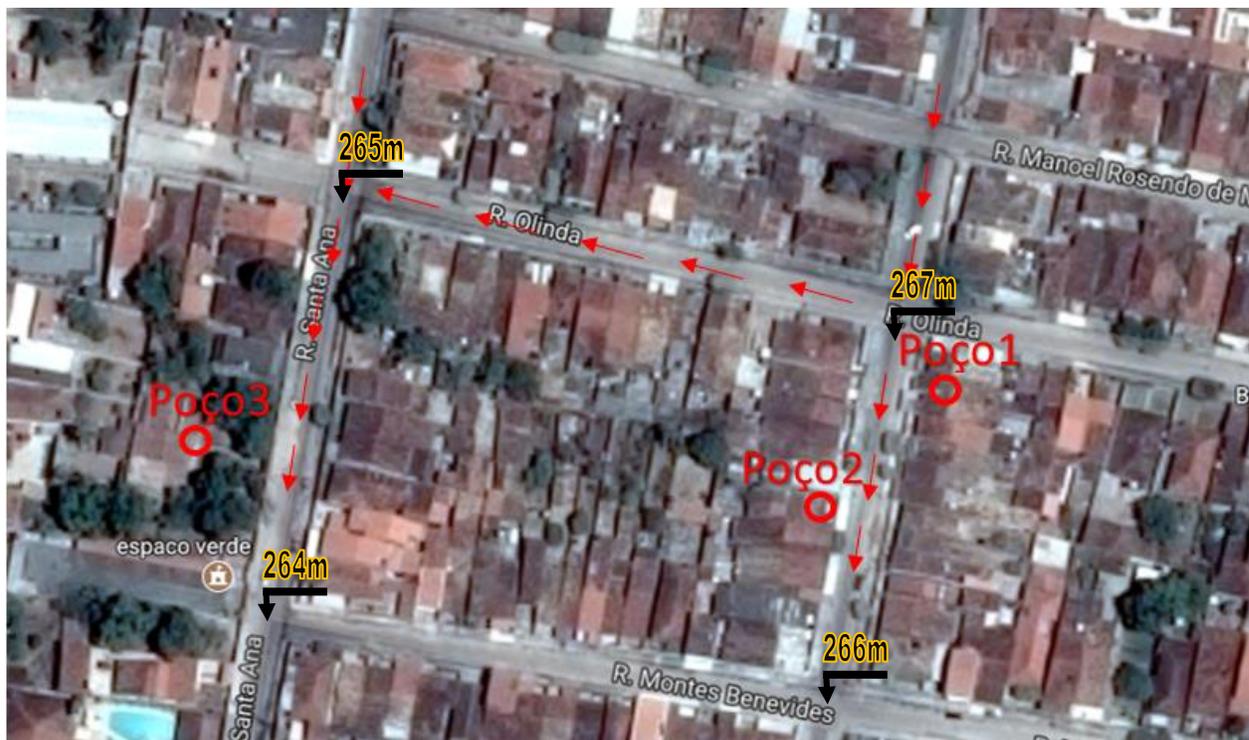
Figura 11 – Representação dos Poços e das Fossas Negras.



Fonte: Autoria Própria (2017)

A seguir, a imagem de satélite representando o provável caminho que água percorre considerando a topografia local.

Foto 12 – Representação das cotas altimétricas e do provável escoamento da água.



Fonte: Autoria Própria (2017)

Como pode ser observado na figura 11, o poço 2 é o que apresenta maior possibilidade de contaminação, isso devido à proximidade com possíveis fontes de contaminação. Este fato pode explicar os índices de coliformes totais encontrados nas amostras laboratoriais. Outro fato que foi relatado pelo proprietário do poço 2, é que anteriormente a fossa negra da residência estava localizada no meio do terreno, que teve problemas estruturais devido a colmatação do solo e foi aterrada e desativada.

Outro fator que pode explicar a inconformidade no poço 2, se refere ao caminho que água percorre devido a topografia local, pode-se observar na figura 12 que o poço 2 está localizado no meio do bloco e pode ter sua água contaminada devido a fontes de contaminação presentes em residências que se encontram em níveis altimétricos superiores.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu caracterizar as condições da água subterrânea de uma região do Bairro Cacimbas no município de Arapiraca. Para a população isso é de suma importância, tendo em vista que o estudo é inédito naquela região. Atualmente, a rede de abastecimento público de Arapiraca não consegue fornecer água continuamente para a população, sendo assim a rede de abastecimento trabalha com esquema de rodízio de abastecimento e a falta de água é um problema recorrente em toda a cidade de Arapiraca. Sendo assim, muitas famílias recorrem ao uso de poços para suprir suas necessidades e o conhecimento sobre a qualidade dessa água é extremamente relevante para a população.

Como a utilização de um consumo de água misto entre poço e rede de abastecimento é fundamental para que se tenha um abastecimento contínuo na cidade de Arapiraca, a não utilização da água subterrânea não é uma opção. Sendo assim, as medidas que devem ser tomadas pela população relacionadas ao consumo da água advinda dos poços rasos, concernem basicamente em restringir o uso da água não tratada para atividades domésticas. É de suma importância também, que toda a população tenha conhecimento sobre os índices de potabilidade da água que está consumindo, para isso, é fundamental que a Secretaria Municipal de Saúde de Arapiraca realize testes nas águas dos poços de todas as regiões da cidade. Para que assim, ela tenha conhecimento da qualidade da água que a população está consumindo, e possa realizar palestras ou outras iniciativas a fim de conscientizar a população dos riscos de consumo de água não tratada e quais medidas devem ser tomadas para reduzir esses riscos.

Dos três poços analisados na pesquisa, todos apresentaram concentração de nitrogênio, na forma de nitrato, dentro dos valores permitidos pela portaria de potabilidade da água. Em um deles houve a presença de coliformes, o que está em desacordo com a portaria citada. Ressalta-se que a distância entre o ponto de captação da água e o local de destinação final dos resíduos líquidos domésticos tem grande influência nas características físico-químicas e microbiológicas da água de consumo. Além disso, a topografia local pode auxiliar numa provável disseminação da pluma poluidora devido ao arraste do contaminante via lençol freático. Fato esse que pode explicar a maior concentração de coliformes no poço 2 avaliado.

No presente trabalho, devido basicamente a falta de recursos, foram analisados apenas 3 poços em uma pequena área da cidade, mesmo assim a pesquisa foi relevante pois ela dá subsídios para a experimentos similares, além de alertar moradores da região sobre a qualidade da água subterrânea, resultando em um maior cuidado com a água que será consumida na região. Porém, seria muito interessante um estudo mais amplo que abrangesse todos os Bairros de Arapiraca, tornando o estudo relevante para toda a população, cerca de 234.185 (IBGE, 2017), o que daria subsídio para a Secretaria Municipal de Saúde atuar e melhorar a qualidade de vida e a saúde de toda a população.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Lançado o panorama dos resíduos sólidos 2014 da ABRELPE**. Disponível em: <<http://abes-sp.org.br/noticias/19-noticias-abes/6908-lancado-o-panorama-dos-residuos-solidos-2014-da-abrelpe>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

ANA. **Conjuntura Recursos Hídricos. Brasil**. 2013, pg 105

APHA. (2017). *Standard methods for the examination of waste and wastewater*. American Public Health Association, Washington, D.C. 23rd Ed.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL. São Paulo: Grappa Editora e Comunicação, 2014. Acesso em: 16 mar. 2017.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman. 622p., 2002.

BARBOSA, Vanessa. **80% da Água Subterrânea da China Está Contaminada**. EXAME, 2016.

BORGHETTI, Nadia Rita Boscardin. **Aquífero guarani: a verdadeira integração dos Países do MERCOSUL**. Curitiba: Os Autores, 2004.

BRASIL. IBGE. Censo Demográfico, Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=247&t=brasil-tem-melhora-qualidade-ar-continuam-intensos-desflorestamento-uso-fertilizantes-agrotoxicos&view=noticia>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

_____. **Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005**. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

BRASSINGTON, R. *Alumbramiento de aguas: guía para la construccion y mantenimiento de suministros de agua privados*. 2. Ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1998. 242 p.

CARDOSO, Mayara. **Chorume**. [S.L], jan./mar. 2011. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/chorume/>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

CARMOUZE, J. P. **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo – Editora Edgard Blucher – FAPESP. 1994, 253p.

COELHO, V. and Duarte, U. (2008). **Potencial de contaminação de aquífero freático por esgoto doméstico – Quantificação do decaimento bacteriológico.** *Águas Subterrâneas*, v.22(n.01), pp.01-12.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relação de áreas contaminadas no Estado de São Paulo.** Novembro / 2004. 2004 b.

COSTA, W. **CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR RESÍDUO SÓLIDO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE – MG.** XIII Congresso Brasileiro de águas Subterrâneas, 2004.

DRAKE, V.M., BAUDER, J.W. 2005. *Ground Water Nitrate-nitrogen Trends in Relation to Urban Development*, Helena Montana, 1971-2003. *Ground Water Monitoring and Remediation*, vol. 25, n.2, p. 118-130.

FREITAS, M. B. & ALMEIDA, L. M., 1998. **Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário.** In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. CD-ROM, São Paulo: Sonopress-Rimo.

MEDEIROS, P.R.P. Subprojeto 1.1.b – **Determinação da carga de nutrientes do São Francisco na região da foz: Relatório final.** In: Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco (ANA/GED/PNUMA/OEA). Universidade Federal de Alagoas, 2003.

RIBEIRO, Krukemberghe Divino Kirk da Fonseca. **"Eutrofização";** *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/eutrofizacao.htm>>. Acesso em 13 de março de 2017.

SANTOS, M.V.C. **Aspectos Legais e identificação das principais fontes de contaminação dos aquíferos na cidade de Maceió,** monografia de graduação, 2006.

SILVA, D., MIGLIORINI, R., SILVA, E., LIMA, Z. MOURA, I. (2014). **Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT).** *Eng Sanit Ambient*, v.19(n.1), pp.43-52.

SILVA, M. et al. **POSTOS DE COMBUSTÍVEIS E CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ASPECTOS LEGAIS.** IV Congresso de Engenharia, Ciência e Tecnologia, Maceió, 2010.

SNIS, **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento,** www.snis.com.br (Acessado dezembro de 2017).

SUBTERRÂNEAS, ABAS-Associação Brasileira De Águas. **Poços Tubulares Profundos, uma alternativa viável.** *Revista Direcional Condomínios*, [S.L]. Disponível em: <<http://www.abas.org/abasinforma/148/paginas/13.htm>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

TURCI, Érica. **Civilizações Hidráulicas: Mesopotâmia**. Disponível em:
<<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/historia/civilizacoes-hidraulicas-mesopotamia.htm>>.
Acesso em: 04 dez. 2017.

VALIAS, A.P.G.S.; ROQUETO, M.A.; HORNINK, D.G.; KOROIVA, E.H.; VIEIRA, F.C;
ROSA, G.M.; SILVA, M.A.M.L. **Cartilha de orientação de águas de poços rasos e de
nascentes e clorador por difusão**. São João da Boa Vista: Faculdade de Medicina Veterinária
Octávio Bastos, 200. P.11.

VARNIER, C. HIRATA, R. **CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR
NITRATO NO PARQUE ECOLÓGICO DO TIETÊ**. *1st Joint World Congress on
Groundwater*, 2010.

8 APÊNDICE A

Questionário				
	Poço	Rede de Abastecimento Pública	Ambos	
Qual o tipo de abastecimento utilizado?				
	Ferver	Nenhum	Outro	
Procedimento para tratamento da água subterrânea?				
	Sim	Não		
Possui fossa séptica?				
	Sim	Não		
Se não, a distância entre sumidouro e o poço está regular?				
	Banho	Beber	Domésticas	Cozinhar
Quais as destinações da água do poço?				
	Sim	Não		
Na sua concepção a água do poço é contaminada?				