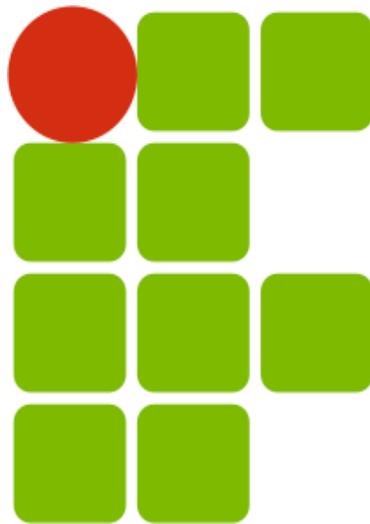




**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**



**INSTITUTO FEDERAL
PARÁ**

**ALINE ROCHA LIMA
NILVETE CARDOSO DOS SANTOS**

**DIAGNÓSTICO SANITÁRIO E AMBIENTAL DA QUALIDADE
DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CAPELINHA MUNICÍPIO
DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA/PA.**

**CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA/PA
2014**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**ALINE ROCHA LIMA
NILVETE CARDOSO DOS SANTOS**

**DIAGNÓSTICO SANITÁRIO E AMBIENTAL DA QUALIDADE
DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CAPELINHA MUNICÍPIO
DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA/PA.**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado específico de Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Pará – IFPA, como requisito para a obtenção do Grau em Tecnologia em Gestão Ambiental. Sob orientação do Prof. Me. Rubens Chaves Rodrigues.

**CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA
2014**

C732d Lima, Aline Rocha

Diagnóstico sanitário e ambiental da qualidade da água de poços do bairro Capelinha Município de Conceição do Araguaia, PA / Aline Rocha Lima, Nilvete Cardoso dos Santos. – Conceição do Araguaia, PA, 2014. 70 f.: il.

Orientador: Prof. Me. Rubens Chaves Rodrigues

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Conceição do Araguaia, PA, 2014.

1. Brasil – saúde e meio ambiente. 2. Saneamento ambiental. 3. Água – parâmetros de qualidade. 4. Água – métodos de tratamento. 5. Estudo de caso. I. Santos, Nilvete Cardoso dos. II. Título.

CDD: 363.70981

Bibliotecário Raimundo Matos Monteiro Junior - CRB/1133

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

Aline Rocha Lima
Nilvete Cardoso dos Santos

**DIAGNÓSTICO SANITÁRIO E AMBIENTAL DA QUALIDADE
DA ÁGUA DE POÇOS NO BAIRRO CAPELINHA MUNICÍPIO
DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA/PA.**

Data de Defesa: ____/____/____

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Prof. Rubens Chaves Rodrigues (Orientador) (IFPA)
Engenheiro Sanitarista (UFPA)
Me. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFPA)

Prof. Fhabio Adolfo Nunes
Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas (UFG)
Esp. em Ensino de Biologia com ênfase em Genética

Prof. Fabio Rodrigues de Melo
Graduado em Licenciatura plena em Biologia (FUNESO)
Esp. em Docência no Ensino da Biologia (FACIMAB)

DEDICATÓRIA

A Deus pela força em todos o momentos, pelas dádivas alcançadas à realização de um sonho.

Vejo que as minhas orações são sempre ouvidas.

Uma a uma, e ao Seu tempo são respondidas...

E é por isso, que posso confiar

que a porta que o Senhor vier abrir para mim,

ninguém poderá fechar.

Aos nossos pais pelo amor e carinho, por contribuírem para mais uma conquista.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela capacidade e coragem de lutar por meus objetivos e alcançar mais esta vitória.

Aos meus familiares, (razão de minha existência) pelo incentivo e apoio.

À minha amiga Nilvete, (que para mim se tornou uma irmã) pela força e companheirismo.

Ao nosso orientador Rubens Chaves, pelo acompanhamento e conhecimentos repassados.

Ao nosso colega Leonaldo Carvalho, pela disponibilidade e auxílio.

Ao Laboratório Regional de Controle e Qualidade da Água para Consumo Humano do 12º Centro Regional da Secretaria de Estado de Saúde Pública de Conceição do Araguaia, pela realização das análises bacteriológicas.

Aos moradores do bairro em estudo pela disposição e atenção.

E por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Aline R. Lima

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças nos momentos mais difíceis, estando comigo quando senti meu mundo desabar, por ter me concedido coragem e sabedoria para enfrentar obstáculos.

A minha Mãe e meu Pai, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, não bastaria um muitíssimo obrigado, ou dizer que não tenho palavras para agradecer por tudo. Mas é o que acontece agora, quando procuro arduamente uma forma verbal de exprimir uma emoção ímpar, uma emoção que jamais seria traduzida por palavras. Todo meu esforço é para ser orgulho pra vocês, e claro pensando no meu futuro. Mãe e Pai Amo vocês!

Ao Professor orientador Me. Rubens Chaves Rodrigues pelo incentivo, por ser um homem exemplar profissionalmente.

Aos professores do curso de graduação em Gestão Ambiental que contribuíram para minha formação.

A minha amiga Aline Rocha pela amizade e paciência durante os momentos de alegria e os momentos pessoais difíceis que passei durante o curso.

Ao colega Leonaldo Carvalho pelo apoio.

Ao IFPA pela bolsa de pesquisa concedida durante a realização de boa parte do trabalho.

Nilvete C. Santos

RESUMO

Saneamento constitui um dos mais sérios problemas ambientais, embora estejam concentrados principalmente nas áreas urbanas de países mais pobres. Estima-se que cerca de $\frac{1}{4}$ da população urbana dos países do 3º mundo não têm acesso à água potável. Diante disso, o presente trabalho buscou avaliar a qualidade da água consumida pelos moradores do bairro Capelina município de Conceição do Araguaia/PA. Com a aplicação de questionário aos moradores, medição da distância entre poços e sumidouros, monitoramento dos poços durante seis meses (entre os meses de Maio e Dezembro de 2013), por meio de coletas de água e análises bacteriológicas, bem como se propôs aos moradores métodos de tratamento de água. Os poços que se encontram próximos dos sumidouros no sentido do fluxo destes, apresentaram contaminação por coliformes totais e E. Coli em repetidas amostras. Os métodos de tratamento proposto foram utilizados por 55% dos moradores em estudo. A pequena distância entre os poços e sumidouros podem ser uma das causas da contaminação de parte dos poços analisados, já que 42% (5 poços) apresentam menos que 15 metros de distância de sumidouros. Diante disso, o poder público e órgãos responsáveis devem dar a devida importância à necessidade de implantação de sistemas coletivos de água e esgoto, que são os mais indicados, todavia, enquanto o município não dispõe desses sistemas, existe a necessidade de implantação de programas governamentais que visam informar a importância de realizar o tratamento da água de soluções alternativas individuais.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea. Saúde pública. Saneamento Ambiental.

ABSTRACT

Sanitation is one of the most serious environmental problems, although they are mainly concentrated in urban areas of poorer countries. It is estimated that about a quarter of the urban population of the countries of the 3rd world do not have access to drinking water. Thus, the present study sought to assess the quality of water consumed by residents of the neighborhood Capelina municipality of Conceição do Araguaia/PA. With the application of a questionnaire to residents, measuring the distance between wells and sinks, monitoring wells for six months (between May and December 2013), through water sampling and bacteriological analysis, and proposed methods as if residents water treatment. The wells that are near sinks in the flow direction of these showed total coliforms and E. coli in samples repeated. The proposed treatment methods were used by 55% of residents in the study. The small distance between the wells and sinks can be a cause of contamination of the wells analyzed, since 42% (5 wells) are less than 15 feet away from sinks. Therefore, public authorities and bodies shall give due regard to the need to implement collective water and sewage systems, which are the most suitable, however, while the municipality does not have such systems, there is a need to implement government programs which aim at informing the importance of performing the treatment of individual alternatives water.

KEYWORDS: Groundwater. Public health. Environmental Sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem de satélite com o bairro Capelinha em destaque.	20
Figura 2: Ciclo hidrológico.	26
Figura 3: Distribuição de água no planeta.	28
Figura 4: Poços utilizados para captação de água subterrânea.	42
Figura 5: Corte explicativo de um sumidouro.	50

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Mapa do Brasil com ênfase ao estado do Pará e ao município de Conceição do Araguaia.....	19
Mapa 2: Visão geral do Bairro Capelinha, com as quadras estudadas mais detalhadas.....	55
Mapa 3: Quadra 1, com a localização e distância entre poços e sumidouros dos pontos monitorados.....	57
Mapa 4: Quadra 2, com a localização e distância entre poços e sumidouros dos pontos monitorados.....	58
Mapa 5: Quadra 3 com a localização e distância entre poços e sumidouros dos pontos monitorados.....	59
Mapa 6: Quadra 4 com a localização e distância entre poços e sumidouros dos pontos monitorados.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Disponibilidade hídrica e consumo de água mundial.	28
Tabela 2: Doenças relacionadas com o abastecimento de água.....	43
Tabela 3: Doenças relacionadas com contaminação fecal.....	52
Tabela 4: Resultado do questionário aplicado aos moradores do bairro Capelinha.	54
Tabela 5: Resultados das análises para coliformes totais e E. Coli realizadas nos 12 poços monitorados.	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Uso do hipoclorito de sódio pelos moradores.	62
Gráfico 2: Limpeza e desinfecção do reservatório de água.	64

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará

ETA – Estação de Tratamento de Água

EUA – Estados Unidos da América

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MUG – 4-metilumbeliferil- β -D-glucoronídeo

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONPG – O-nitrofenil-b-D-galactopiranosídeo

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SAC – Solução Alternativa Coletiva

SAI – Solução Alternativa Individual

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.1 OBEJTIVOS ESPECÍFICOS	17
3 METODOLOGIA	18
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	18
3.2 REALIZAÇÃO DO PROJETO	20
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
4.1 SAÚDE E MEIO AMBIENTE	22
4.2 ÁGUA	24
4.2.1 Ciclo hidrológico	25
4.2.2 Distribuição de água no Brasil e no mundo.....	27
4.2.3 Águas subterrâneas	29
4.3 HISTÓRICO DO TRATAMENTO DA ÁGUA	31
4.4 MÉTODOS DE TRATAMENTO DA ÁGUA PARA CONSUMO	33
4.4.1 Filtração	33
4.4.2 Desinfecção com cloro	34
4.4.3 Fervura	35
4.5 PARAMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	35
4.5.1 Aspectos microbiológicos.....	36
4.6 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA).....	37
4.7 SOLUÇÃO ALTERNATIVA COLETIVA (SAC)	39
4.8 SOLUÇÃO ALTERNATIVA INDIVIDUAL (SAI)	40
4.9 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA	43
4.10 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	44
4.10.1 Solução de esgotamento coletivo.....	45
4.10.2 Solução de Esgotamento Individual	46
4.10.2.1 Caixa de inspeção	46
4.10.2.2 Fossas sépticas.....	46
4.10.2.2.1 Fossa de compartimento único.....	48

4.10.2.2.2 Fossa de compartimento em série	49
4.10.2.2.3 Fossas de compartimentos sobrepostos	49
4.10.2.3 SUMIDOUROS.....	49
4.11 COMPOSIÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO.....	51
4.12 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO	51
4.13 DOENÇAS RELACIONADAS COM OS ESGOTOS.....	52
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
6 CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS.....	66
APÊNDICES	70

1 INTRODUÇÃO

Classicamente, a definição de saneamento baseia-se na formulação da Organização Mundial da Saúde, de que saneamento constitui o “controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem estar físico, mental ou social”. Neste conceito, fica nítido que para a preservação da qualidade ambiental, da saúde e do bem estar da população é necessário investir em obras de Saneamento (DACACH, 1990).

Saneamento constitui um dos mais sérios problemas ambientais, embora estejam concentrados principalmente nas áreas urbanas de países mais pobres. Estima-se que cerca de $\frac{1}{4}$ da população urbana dos países do 3º mundo não têm acesso à água potável. Em virtude do rápido crescimento populacional desses países nos últimos 20 anos, o número de indivíduos não servidos por água potável e saneamento tem aumentado (ROSSI-ESPAGNET *et al.*, 1991).

Por maior que seja o empenho do indivíduo em manter e promover a própria saúde, pouco à de resolver se não houver esforços da comunidade em benefício da saúde coletiva, consubstanciados pelo que se costuma chamar de Saúde Pública, (DACACH, 1990).

A correta implantação e a eficiente operação de sistema de saneamento básico que inclui os sistemas abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de resíduos sólidos e de drenagem pluvial podem ser utilizadas para estimar as taxas de crescimento, desenvolvimento e progresso dos municípios brasileiros, bem como são formas de assegurar a igualdade e os direitos previstos na Constituição Federal do Brasil (PEREIRA, 2003).

Os sistemas de Saneamento deveriam ser prioridades de todas as administrações (municipal, estadual e federal) e da comunidade, o que, portanto, exigiria grande engajamento político, estudos integrados das áreas de urbanismo e engenharia sanitária, participação ativa da comunidade e efetiva fiscalização dos representantes dos setores de Meio Ambiente e de Saúde Pública (PEREIRA, 2003).

As águas captadas do subsolo nem sempre atendem aos padrões de qualidade adequados ao consumo humano, devido a diversos fatores dentre eles a falta de tratamento de esgotos, diante disso, a maneira de atender a população com água tratada, com maior facilidade e controle é por meio do fornecimento de água

em rede geral de distribuição. Todavia, parte da população Brasileira ainda não é atendida com esse Sistema. Segundo dados do Censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2010 a média da população total brasileira atendida com abastecimento de água por rede geral foi de 81,5% e da população urbana de 91,4%. Já com relação ao Sistema de esgotamento Sanitário o Censo 2010 mostrou que a média da população total e urbana atendida por rede geral de esgoto ou drenagem pluvial foi de 52,8% e 62,0% respectivamente.

Sendo que, de acordo com o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS a região Norte apresenta os mais baixos índices de rede de distribuição de água tratada, o estado do Pará, por exemplo, dentre outros se encontra na faixa entre 40% e 60% da população total atendida. Já com relação ao índice de atendimento total com rede coletora de esgoto, a região Norte também apresenta baixos índices, os estados do Pará, Amapá e Rondônia atende menos de 10% da sua população total.

Diante do exposto, o presente trabalho busca diagnosticar a qualidade da água consumida pelos moradores do bairro Capelinha Município de Conceição do Araguaia, já que parte desta não é atendida com Sistema de Abastecimento de Água, e/ou devido à precariedade do sistema aderem a fontes alternativas de abastecimento de água e não dispõe de sistema de esgotamento sanitário coletivo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água consumida pelos moradores do bairro Capelina município de Conceição do Araguaia/PA.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar a distância entre poços e sumidouros;
- ✓ Realizar análise bacteriológica da água;

- ✓ Relacionar a qualidade da água com as doenças de veiculação hídrica existente;
- ✓ Propor aos moradores métodos ou técnicas de tratamento de água;
- ✓ Contribuir com a estimulação de políticas públicas voltadas para a qualidade da água de abastecimento público do município, junto às secretarias municipais de Saúde, Meio Ambiente, Infraestrutura e de Educação do município.

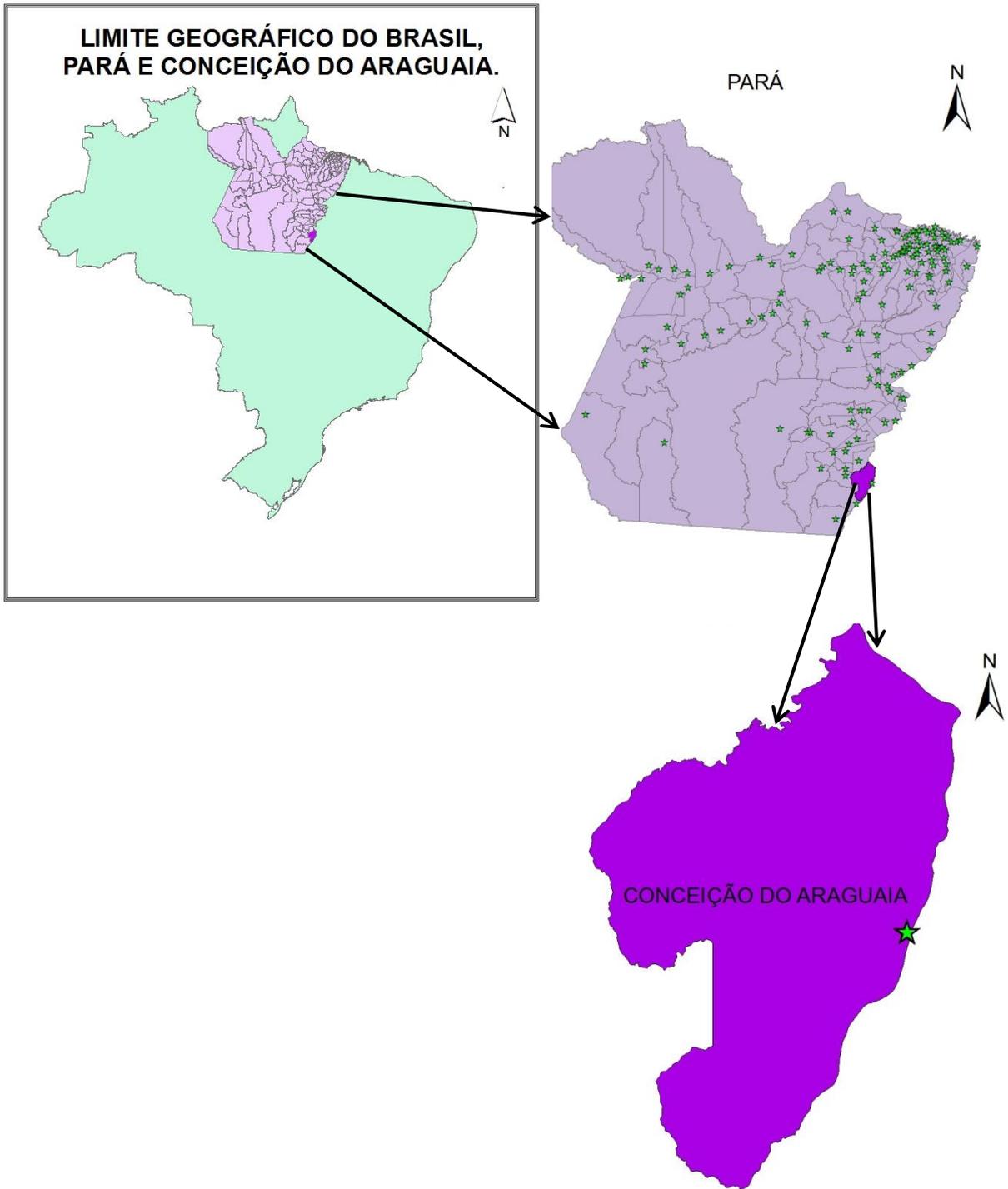
3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido no bairro Capelinha que se localiza na região leste da zona urbana do município de Conceição do Araguaia, sudeste do estado do Pará, no período de janeiro a Dezembro de 2013. De acordo com o IBGE (2010) o município de Conceição do Araguaia possui uma população urbana de 32.464 (trinta e duas mil quatrocentos e sessenta e quatro) habitantes, em 9.549 (Nove mil quinhentos e quarenta e nove) domicílios. O bairro em estudo possui 475 (quatrocentos e setenta e cinco) domicílios, sendo que destes 157 (cento e cinquenta e sete) utilizam poços como solução alternativa de abastecimento de água. A pesquisa foi realizada em 12 domicílios, representando 8% dos que possuem poços no bairro.

No mapa 1 é mostrado o Mapa geográfico do Brasil, dando ênfase ao estado do Pará e ao município de Conceição do Araguaia.

Mapa 1: Mapa do Brasil com ênfase ao estado do Pará e ao município de Conceição do Araguaia.



Fonte: Autoria própria.

Na figura 1 é mostrado o bairro Capelinha em estudo por meio de imagem de satélite.

Figura 1: Imagem de satélite com o bairro Capelinha em destaque.



Fonte: Google Earth (2012).

3.2 REALIZAÇÃO DO PROJETO

O trabalho foi realizado por meio de:

- 1) Levantamento Bibliográfico;
- 2) Levantamento junto aos órgãos de saúde do município (postos e hospitais) buscando verificar a incidência de atendimento a doenças de veiculação hídrica para determinação da área de estudo;
- 3) Seleção das quadras do bairro Capelinha e verificação de quais domicílios possuíam poços. Aquisição de autorizações dos moradores para realização da pesquisa em seus domicílios;
- 4) Aplicação de questionário aos moradores para levantamento de dados;

5) Medição da distância entre poços e sumidouros com a utilização de trena, e obtenção de coordenadas geográficas com receptor GPS de navegação (Garmim) para confecção de mapas da área em estudo;

6) Monitoramento dos poços no período de maio a dezembro, por meio de coletas de água e análises bacteriológicas.

- Coleta das amostras de água dos poços para análise bacteriológica, sendo que as amostras para análise foram coletadas de acordo com as normas indicadas no Manual Prático de Análise da Água da FUNASA (2013) e o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2011).

- Realização das análises bacteriológicas da água: As amostras de água bruta foram coletadas, na torneira antes da reservação, no horário entre 08h30min e 10h00min, sendo colocadas em recipientes de 100 ml e armazenadas em isopor mantidas a temperatura de 4°C contendo gelo, sendo encaminhadas ao Laboratório Regional de Controle e Qualidade da Água para Consumo Humano do 12º Centro Regional da Secretaria de Estado de Saúde Pública de Conceição do Araguaia.

As análises para determinação da ausência/presença de coliformes totais e *Escherichia Coli* foram realizadas de acordo com os procedimentos do “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (2010). As amostras foram processadas através do método de semeio do Substrato Cromogênico-Fluorogênico definido.

Para a execução da análise bacteriológica foram utilizados os seguintes materiais:

- a. Substrato cromogênico (ONPG)/fluorogênico (MUG);
- b. Estufa bacteriológica;
- c. Lâmpada ultravioleta de 365 nm;
- d. Bico de *Bunsen* ou capela.

7) Propôs aos moradores métodos de tratamento de água, por meio da entrega de panfletos e hipoclorito de sódio;

8) Todos os dados foram totalizados e agrupados, sendo, então, elaborados gráficos, tabelas e mapas para facilitar a análise das possíveis interferências na qualidade da água consumida pelos moradores.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Segundo o Banco Mundial (1993 *apud* ALMEIDA, 2010, p. 423), os danos ao meio ambiente podem acarretar três tipos diferentes de custos para o bem-estar atual e futuro da humanidade. Primeiro, a saúde humana pode ser prejudicada. Segundo, a produtividade econômica pode diminuir. Terceiro, o prazer ou a satisfação decorrentes de um meio ambiente limpo o chamado valor de conforto – podem ser perdidos.

Quanto ao fornecimento da água, deve se levar em consideração a quantidade, qualidade e regularidade de fornecimento, que são fatores determinantes para o acometimento de doenças no homem. De acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde (2006) a insuficiente qualidade de água pode resultar em:

I - Deficiências na higiene;

II - Acondicionamento da água em vasilhames, para fins de reservação, que podem ser propícios para procriação de vetores e vulneráveis à deterioração da qualidade;

III - Procura por fontes alternativas de abastecimento, que constituem potenciais riscos à saúde, seja pelo contato das pessoas com tais fontes (risco para esquistossomose, por exemplo), seja pelo uso de águas de baixa qualidade microbiológica (risco de adoecer pela ingestão).

Dentre os problemas ambientais mais sérios quando relacionados com saúde e bem estar humano, estão a água e o saneamento básico, pois nem todos tem acesso à estes. Estima-se que $\frac{1}{4}$ da população urbana dos países emergentes não tem acesso à água potável. Devido ao rápido crescimento da população nesses países e á falta de planejamento adequado o número de indivíduos não servidos por água potável e saneamento tem aumentado e não diminuído (ROSSI-ESPAGNET *et al.*, 1991)

A exposição humana a poluentes no ar, na água, no solo, e nos alimentos é um grande contribuinte, direto e indireto, para o aumento da morbidade e da mortalidade. O importante elo entre o ambiente e a saúde, portanto, é percebido mais facilmente quando ocorre exposição à poluição, tanto na forma aguda, em

episódios com altos níveis de concentração de poluentes, como ao longo do tempo, com baixos níveis de exposição (PHILIPPI, 2005).

Ainda, segundo o mesmo autor, a exposição à poluição ambiental é geralmente involuntária e muitas vezes as pessoas podem ignorar ou nem percebem a presença do(s) poluente(s) e seus possíveis efeitos, e isso impede que elas exerçam algum controle sobre os riscos de exposição. Agentes biológicos, químicos e físicos podem ser encontrados no ambiente exterior ou nos diversos tipos de ambientes interiores e são responsáveis por diferentes efeitos à saúde, desde efeitos subclínicos até doenças graves e morte, dependendo da periculosidade intrínseca do poluente, da intensidade da exposição e da suscetibilidade do indivíduo exposto.

Dentre os principais agentes biológicos encontrados nas águas contaminadas se destacam as bactérias patogênicas, responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas, como a febre tifoide e a cólera, com resultados frequentemente letais. Existem ainda os vírus que são encontrados geralmente nas águas contaminadas por dejetos humanos, com destaque para os casos de poliomelite e hepatite infecciosa. Com relação aos parasitas que podem ser ingeridos através da água, destaca-se a *Entamoebahystolitica*, causadora da amebíase, em alguns casos com complicações hepáticas (D'ÁGUILA *et al*, 2000). Alguns vetores como o *Aedes Aegypti*, também utilizam a água como meio de proliferação.

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, cerca de 4 milhões de crianças morrem a cada ano, como resultado da diarreia causada por infecções por água contaminada, sendo a ocorrência desse problema maior em países onde os saneamentos urbanos e rural por falta de recursos para investimento ou por falta de interesse político, têm sido relegados a segundo plano (MATOS 2010).

Uma das maneiras de reverter o quadro existente é investir em saneamento. Segundo dados divulgados pelo Ministério da Saúde, para cada R\$1,00 (um real) investido no setor de saneamento, economizam-se R\$ 4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa. Entretanto, é preciso que se veja o outro lado da moeda, pois o homem não pode ver a natureza como uma fonte inesgotável de recursos, deve-se evitar a devastação dos recursos naturais e colocar em prática o modelo de

desenvolvimento sustentável, que permita o homem conviver com seu hábitat numa relação harmônica e equilibrada. (FUNASA, 2006)

Observa-se que os danos causados ao meio ambiente, podem refletir na saúde pública, diante disso, os métodos de minimização dos impactos ambientais como o saneamento, bem como o tratamento adequado da água antes do consumo são fatores de suma importância para a prevenção dos danos causados à saúde e até mesmo redução dos gastos do governo com a saúde.

4.2 ÁGUA

A água é um componente de fundamental importância para a vida na terra. Todas as reações nos seres vivos necessitam de um veículo que as facilite e que sirva para regular a temperatura em virtude do grande desprendimento de calor resultante da oxidação da matéria orgânica, sendo a água o componente que atende a todas estas exigências. (FUNASA, 2006).

Além de indispensável à vida de todos os seres vivos, o seu fornecimento em quantidade e qualidade é fundamental para a manutenção da vida humana. Em termos quantitativos o volume total de água existente na terra é constante e apenas 2,5% deste é água doce. Contudo, da parcela de água doce, somente 0,3% constitui a porção superficial de água presente em rios e lagos, as quais estão passíveis de exploração e uso pelo homem (SHIKLOMANOV, 1997).

A água não é encontrada pura na natureza, portanto precisa passar por tratamentos antes do consumo, para garantir a sua potabilidade, pois ao cair em forma de chuva, já carrega impurezas do próprio ar. Ao atingir o solo seu grande poder de dissolver e carrear substâncias altera ainda mais suas qualidades. (FUNASA, 2006). Além disso, a qualidade dos mananciais também é comprometida pelo lançamento de efluentes e resíduos. (SVS, 2005).

Existem vários rios que foram poluídos e contaminados e que para remediar esta situação depende de altíssimos investimentos. Um exemplo é o caso do rio Tietê, que segundo o Portal do Governo de São Paulo (2013) o investimento para o período de 2011 a 2015 é de US\$ 2 bilhões, (dois bilhões de dólares), sem considerar investimentos anteriores ao ano de 2011 para despoluição do mesmo.

Observa-se que o custo para remediar uma situação de poluição e contaminação é muito alto.

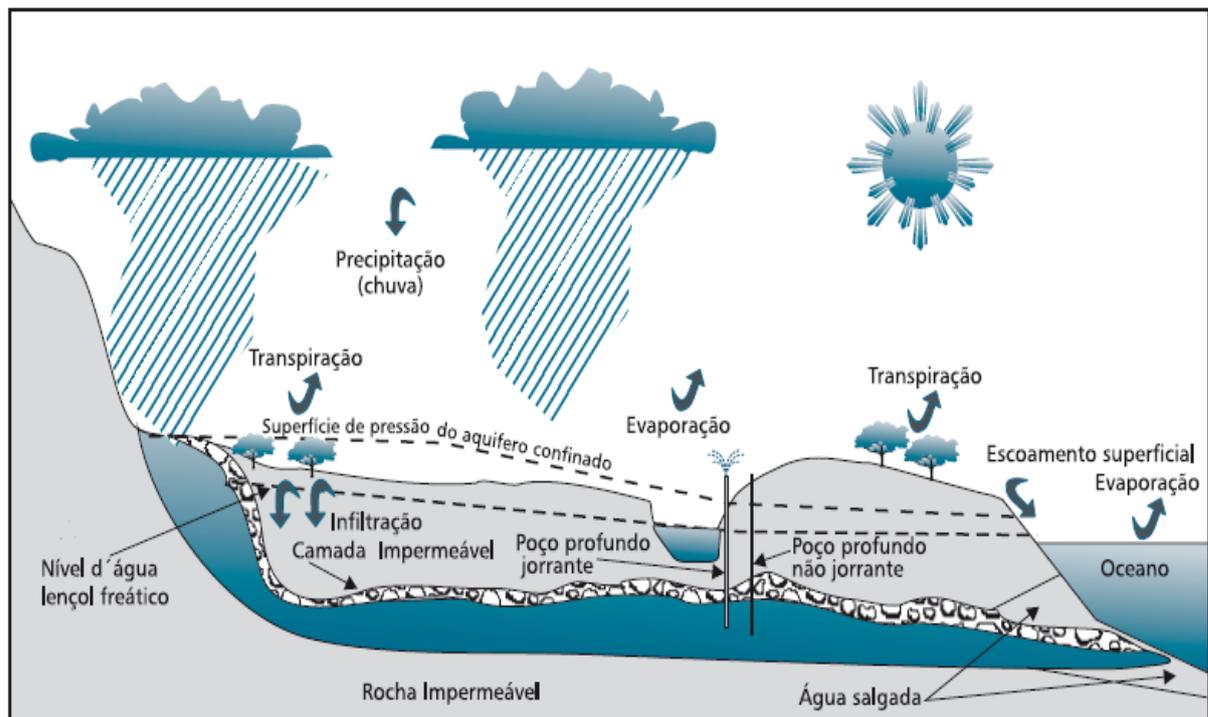
A água como recurso hídrico, só mais recentemente vem sendo tratada, ainda que de maneira tímida, como um recurso finito e vulnerável, e que pode representar obstáculo ao desenvolvimento das cidades e à qualidade de vida (PHILIPPI, 2005).

Para evitar o desperdício de água e conservar os mananciais do Brasil, foi criado o decreto federal nº. 24.643/34 para regulamentar do uso dos recursos hídricos, conhecido como Código de Águas. Esse código já previa a cobrança pelo uso da água conforme a carga poluidora e contemplava vários princípios estabelecidos na Lei nº. 9.433/1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. Todavia, o Código de Águas nunca foi colocado em prática, em virtude da sensação de fartura (PHILIPPI, 2005).

4.2.1 Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico é um processo fundamental para manter o equilíbrio natural do planeta, atuando na dinâmica externa da água, movimentando a água através da atmosfera, superfície (rios, lagos, mares, geleiras e etc.) e subsuperfície (água subterrânea), gerando condições para o aparecimento da vida e de grande importância para suprir as atividades humanas. (ABAS e FIESP, 2004).

Figura 2: Ciclo hidrológico.



Fonte: SVS, 2006.

Estão caracterizadas abaixo as diferentes etapas do ciclo hidrológico:

Precipitação: a Precipitação pode ser considerada a etapa em que a água proveniente do meio atmosférico atinge a superfície terrestre. Existem várias formas de precipitação, como neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve. Dentre estas a mais importante é a chuva uma vez que possui capacidade de produzir escoamento (UFPR, 2010).

Escoamento superficial: é a água proveniente das chuvas que atingem o solo e correm sobre as superfícies do terreno, preenche as depressões, fica retida em obstáculos e finalmente, atinge os córregos, rios, lagos e oceanos. Sendo que, na grande superfície exposta dos oceanos ela entra em processo de evaporação e condensação, formando as nuvens que voltam a precipitar sobre o solo (FUNASA, 2006).

Infiltração: Segundo Oliveira (1976 *apud* SVS, 2006) a infiltração ocorre quando a água precipitada sobre a superfície da terra atinge seu subsolo e esse processo proporciona a formação dos lençóis de água subterrânea, que podem ser classificados em:

- Lençol freático: que é aquele em que a água se encontra livre com sua superfície sob a ação da pressão atmosférica, como as águas de poços freáticos, nascentes, etc.
- Lençol confinado ou artesiano: como o nome já diz a água se encontra confinada, por camadas impermeáveis do subsolo, sujeitas a pressão superior à pressão atmosférica.

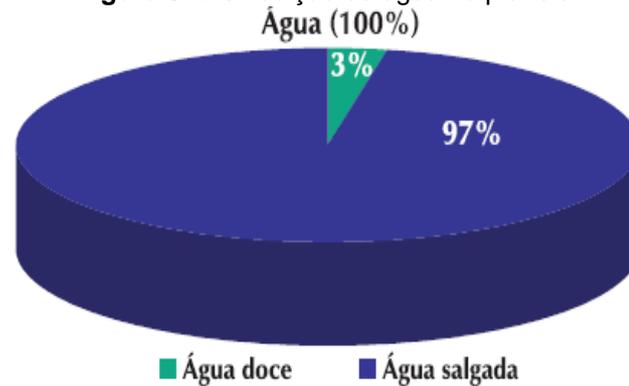
Evapotranspiração: Inclui a água retirada de uma região pelos seguintes mecanismos:

- Evaporação: consiste na transformação da água precipitada (sobre a superfície do solo, a água dos mares, dos lagos, rios e reservatórios de acumulação) em vapor por meio dos fenômenos físicos (GARCEZ E ALVAREZ, 2011).
- Transpiração: por meio deste processo as plantas retiram a umidade do solo, por meio de suas raízes e liberam-na na atmosfera na forma de vapor, por meio dos estômatos existentes nas folhas (SVS, 2006).

De acordo com a SVS (2006), por mais que a quantidade de água que participa do ciclo hidrológico não se altere, por se tratar de um ciclo fechado, podem se alterar a sua distribuição e a sua qualidade nos ambientes que retêm esta água, ainda que transitoriamente (atmosfera, oceanos e continentes). Ou seja, mesmo sabendo que a água precipitada retorna à atmosfera e que isto faz parte de um ciclo constante, são necessários cuidados e atenção para a permanência das águas em boas condições de uso no local de interesse, caso contrário a água pode ficar cada vez mais inacessível àqueles que dela necessitam.

4.2.2 Distribuição de água no Brasil e no mundo

A água é o recurso muito abundante na biosfera. Porém encontram-se distribuído em vários estados (líquido, sólido e gasoso) pelos oceanos, rios, lagos, calotas polares, geleiras, no ar e no subsolo. A água dos oceanos representa cerca de 97% do total disponível no planeta. Da parte restante, aproximadamente 2% estão na forma de gelo e na atmosfera; o que sobra representa água doce (PHILIPPI, 2011).

Figura 3: Distribuição de água no planeta.

Fonte: FUNASA, 2006.

Isso significa que apenas 0,3% do volume total de água do planeta pode ser aproveitado para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios, lagos) e o restante, ou seja, 0,29%, em fontes subterrâneas (poços e nascentes) (FUNASA, 2006). A Parcela de água disponibilizada nos cursos de água é a menor de todas, exatamente de onde retiramos maior parte para uso nas mais diversas finalidades e onde, invariavelmente, lançamos os resíduos dessa utilização, ocasionando um dos maiores problemas ambientais que é a contaminação das águas (PHILIPPI, 2011).

Com relação ao uso das águas superficiais, na tabela 1 encontram-se as disponibilidades hídricas superficiais, e respectivos consumos para alguns países.

Tabela 1: Disponibilidade hídrica e consumo de água mundial.

Pais	Reserva (m ³ /hab/ano)		Consumo (m ³ /hab/ano)	
Brasil	47.000	Rico	Baixo	100 e 500
EUA	10.000	Suficiente	Alto	Entre 1.000 e 2.000
França	3.300	Suficiente	Moderado	Entre 500 e 1.000
China	2.000 a 10.000	Suficiente	Baixo	100 e 500
Israel	< 500	Muito pobre	Baixo	470

Fonte: Rebouças et al (1999 *apud* ABAS e FIESP, 2004).

Cerca de 11,6% da água doce disponível nos mananciais superficiais do planeta estão no Brasil. Entretanto, essa quantidade está distribuída de forma muito heterogênea. A região sudeste, com 42,65% da população do país, possui apenas

6% dos recursos hídricos disponíveis no Brasil, enquanto que a região Norte, com cerca de 6,98% da população, possui 68,5% dos recursos hídricos (NOSCHANG, 2011).

Durante séculos a água foi considerada um bem público de quantidade infinita, à disposição do homem por se tratar de um recurso natural autossustentável pela sua capacidade de autodepuração. Porém, o crescimento das cidades mudou essa perspectiva, pois aumentou de tal forma a quantidade de esgotos lançados nos córregos, rios, represa e lagos próximo às aglomerações, que a capacidade de autodepuração desses corpos receptores foi superada pela carga poluidora dos efluentes (PHILIPPI, 2005).

A disponibilidade mundial per capita por ano de água doce reduziu de 17 mil m³ em 1950, para 7.300 m³ em 1995. Análises recentes mostram que países com disponibilidade de água abaixo de 1 mil m³/capita/ano podem apresentar problemas crônicos de escassez (UN, 1997 *apud* PHILIPPI, 2005). Essa situação se torna mais crítica com a distribuição desigual e a poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Observa-se que a água é um recurso natural muito importante, sendo utilizada para diversos fins como: geração de energia, irrigação, criação de animais, abastecimento para consumo humano e fins industriais, recreação, pesca, composição e harmonia paisagística e até mesmo a recepção de efluentes domésticos e industriais, desde que de forma controlada. Portanto, a preservação da vegetação, o uso e a ocupação adequados do solo nas bacias contribuintes influenciam diretamente na preservação da qualidade das águas. (SVS, 2006)

4.2.3 Águas subterrâneas

Existem registros de que a utilização de águas subterrâneas iniciou por volta de 12.000 a. C., acreditando-se que os chineses foram os primeiros a dominar a técnica de perfurar poços. Os persas também construíram túneis e poços para atingirem os aquíferos. E por volta do século XII, foi despertado o interesse geral na perfuração de poços, quando se perfurou com sucesso um poço em Artois, França no ano de 1126, sendo que a palavra “artesiano” deriva do nome dessa localidade (DINIZ et al, 2004).

As águas subterrâneas são consideradas a principal reserva de água potável do mundo, sendo que estas podem ser captadas dos aquíferos artesianos ou freáticos por meio de poços (tubular profundos ou poços rasos). Porém a comunidade abastecida por poços rasos que captam água em aquíferos freáticos estão mais suscetíveis a contaminações (SVS, 2006). Abaixo se encontram descritas algumas características dos aquíferos e dos poços utilizados para captar a água subterrânea.

Aquíferos são reservatórios naturais de águas subterrâneas capazes de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. Podem ser de variados tamanhos de poucos km² a milhares de km², ou também, podem apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros de profundidade. E podem ser classificados em aquíferos porosos, quando ocorrem em rochas sedimentares; aquíferos fraturados ou fissurados, quando ocorrem em rochas ígneas ou metamórficas e aquíferos cársticos, quando formados em rochas carbonáticas (ABAS E FIESP, 2004).

Quando o aquífero está localizado entre duas camadas impermeáveis, como a argila, diz-se que ele está confinado ou em condições artesianas. Sendo denominado artesiano e a sua pressão é superior à atmosférica. A extração da água se dá por meio de perfuração de poço tubular profundo, com profundidades variáveis, dependendo da localidade. Quando a perfuração atinge o lençol artesiano, a água se eleva até o topo do aquífero, muitas vezes jorra acima da superfície do solo (PHILIPPI, 2005).

Devido à localização das águas subterrâneas, ou seja, a uma certa profundidade do solo, estas tem na potabilidade a sua principal característica e constituem, geralmente, fonte mais segura para obtenção de água de consumo do que os rios e outros mananciais de superfície, já que a filtração natural proporcionada pelo solo elimina na maioria dos casos, o material orgânico, os microrganismos e grande parte dos solutos. O tratamento da água subterrânea inclui apenas a cloração, como forma de se precaver de problemas sanitários e a adição de algum alcalinizante, com vistas a eliminar a sua agressividade caso necessário (MATOS, 2010).

Apesar das águas subterrâneas representarem uma fonte mais segura para obtenção de água quando comparada com as águas superficiais, deve-se levar em consideração que devido ao crescimento desordenado das cidades as ações

antropogênicas tem causado problemas relacionados com a qualidade desta água, ocasionado dúvidas quanto à qualidade técnica dos poços utilizados para captação da água subterrânea.

De acordo com Rebouças (2004) os poços possuem qualidade técnica duvidosa devido à possibilidade de contaminação das águas por esgotos domésticos, vazamento de combustíveis e de estoques de produtos químicos, percolação de líquidos vários de depósitos de resíduos domésticos e industriais, etc.

Portanto, as formas de uso e ocupação do meio físico são fundamentais no controle da poluição das águas subterrâneas. Considerando que as águas poluídas dos aquíferos serão restituídas aos rios, nas zonas de descarga do fluxo subterrâneo poderá haver também, degradação da qualidade das águas superficiais (MATOS, 2010).

4.3 HISTÓRICO DO TRATAMENTO DA ÁGUA

Com o fim do nomadismo, surgiram os assentamentos, iniciados pela capacidade de produzir os alimentos e não apenas coletá-los. A necessidade da água em quantidade adequada para suprir as necessidades levou as comunidades a se fixarem próximas à rios e lagos. Porém nessa época as pessoas não relacionavam água impura às doenças. Nesses primórdios da civilização, como as comunidades eram de pequeno porte para a quantidade de recursos existentes, os efeitos da captação de água e lançamento dos dejetos eram desprezíveis, porém com o aumento da população e com a ocupação desordenada, acentua-se a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (PROSAB, 2009).

Na Índia há 4.000 a. C., já existia orientação para que as pessoas utilizassem o método fervura ou fizessem a exposição da água ao sol, utilizassem peças de cobre aquecidas que deveriam ser mergulhadas na água várias vezes, complementado com filtração e resfriamento posterior em potes cerâmicos. O uso de alumínio para remover sólidos suspensos parece ter ocorrido pela primeira vez no Egito em 1.500 anos a.C. (BAKER; TARAS, 1981).

Porém, foi necessário muito tempo para o ser humano reconhecer que a qualidade da água não poderia ser julgada apenas por sua avaliação sensorial. Até

por volta de 500 a. C., os tratamentos primitivos da água se concentravam em melhorar sua cor, odor e sabor (PROSAB, 2009).

No entanto, as cidades cresceram e a falta de água e de coleta de esgotos geraram inúmeros problemas como a ocorrência de endemias e a proliferação de pestes. Então os trabalhos para melhorar a salubridade das cidades recomeçaram nos séculos XIV e XV e pode-se dizer que a moderna engenharia sanitária começou em 1815, na Inglaterra, e desenvolveu-se após a epidemia de cólera em 1831. A primeira lei sanitária inglês data de 1848 (BRITO, 1943).

Durante o século XVIII, o conhecimento científico acumulado até então possibilitou aos cientistas maior entendimento referente a origem e efeito dos contaminantes presentes nas fontes de água, especialmente aqueles que não eram visíveis a olho nu e que nem sempre estavam associados a cor, odor ou sabor. Estudos realizados pelo médico John Snow, sobre epidemias, como a epidemia da cólera que levou mais de 600 pessoas à óbito em menos de uma semana, foram de suma importância para demonstrar a veiculação de doenças pela água. (PROSAB, 2009).

No início do século XX ainda não havia padrões de qualidade para a água potável. Porém nos Estados Unidos, na década de 1890, a *United States Public Health Service* (USPHS) propôs um esforço cooperativo para a padronização dos testes bacteriológicos, evoluindo para a primeira edição do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (Métodos Padronizados para o Exame de Água e Esgoto) (PROSAB, 2009). Esta referência determina os aspectos da água e técnicas de análise de água residuais.

Ainda segundo pesquisas realizadas pelo PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (2009), a primeira norma de qualidade da água válida em todo o território nacional foi editada em 1977. Desde as pioneiras normas dos EUA e diretrizes da OMS – Organização Mundial da Saúde até os dias de hoje, em sucessivas atualizações, a tendência é sempre de aumento (considerável) do número de parâmetros regulamentados e de valores máximos permitidos (VMP's) cada vez mais rigorosos.

4.4 MÉTODOS DE TRATAMENTO DA ÁGUA PARA CONSUMO

Todos gostam de ter água potável sem nenhuma contaminação, sem cheiro e bem clara. Porém, no seu estado natural, a água raramente tem essas características. Por essa razão ela é levada do manancial para a estação de tratamento. O conceito de potabilidade implica o atendimento a padrões mínimos exigidos para que a água a ser consumida não seja transmissora de doenças aos seres humanos. O tratamento da água tem por finalidade melhorar a qualidade da água de abastecimento ao público, atendendo diversas finalidades:

- Higiênicas – remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros microorganismos, de substâncias nocivas, redução do excesso de impurezas e dos teores elevados de compostos orgânicos;
- Estéticas – correção da cor, sabor e odor;
- Econômicas – redução de corrosividade, cor, turbidez, ferro, manganês, sabor, odor (SAAE, 2006).

A eliminação dos agentes patogênicos também pode ser feita por morte natural, com armazenamento da água por determinado período antes e após o tratamento, por meio da radiação ultravioleta, que pode ser origem solar ou artificial, e por ação de agentes químicos oxidantes que têm ação de desinfecção, como hipoclorito de sódio, cromo, iodo, prata e ozônio (PHILIPPI, 2005).

4.4.1 Filtração

A filtração doméstica tem condições de remover cistos, ovos, cercárias e outros microorganismos relativamente grandes, todavia apenas a filtração não é suficiente para eliminar todos os microorganismos prejudiciais a saúde, sendo que os menores devem ser removidos por meio de métodos de desinfecção (DACACH, 1990).

4.4.2 Desinfecção com cloro

A desinfecção da água passou a ser utilizada a partir das descobertas da teoria microbiana por Pasteur, em meados do século XIX. Segundo essa teoria, as doenças eram causadas por agentes infecciosos que penetravam o organismo do ser humano, principalmente pela água contaminada. Necessitando então de métodos de desinfecção, buscando eliminar os microrganismos da água que podem ser patogênicos (PHILIPPI, 2005).

A desinfecção é realizada visando destruir os microrganismos patogênicos presentes na água – bactérias, protozoários, vírus e germes. Uma vez que os processos físico-químicos usualmente utilizados no tratamento da água, não assegura a remoção total dos microrganismos (RICHTER, 2009).

Dentre os agentes de desinfecção o mais utilizado para purificação da água é o cloro, devido ser facilmente disponível e relativamente barato como gás (cloro elementar, Cl_2), líquido (hipoclorito de sódio) ou sólido (hipoclorito de cálcio) (RICHTER, 2009).

De acordo com Philippi (2005) a forma mais utilizada é a aplicação de compostos de cloro que, ao penetrarem a célula microbiana, ocasionam reações químicas no seu sistema de enzimas, comprometendo sua atividade metabólica.

O processo de cloração também é utilizado para a oxidação do ferro e do manganês presentes na água, para remoção do Ácido Sulfídrico (H_2S) e para controle de odores e sabores produzidos por determinadas substâncias decorrentes, por exemplo, da presença de materiais fenólicos, assim como a remoção de algas e limos (PHILIPPI, 2005).

Segundo a portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre igual a 0,5mg/l. É obrigatória a manutenção de, no mínimo 0,2mg/l em qualquer ponto da rede de distribuição. Recomenda-se que a cloração seja realizada em pH inferior a oito e tempo de contato mínimo de trinta minutos.

4.4.3 Fervura

A fervura é o aquecimento da água para que a 100°C entre em ebulição e permaneça durante no mínimo 15 minutos para ser suficiente a destruição dos microrganismos (DACACH, 1990).

Pequenas quantidades a serem consumidas para beber e para preparar alimentos podem ser tratadas por meio da fervura. Esse tipo de tratamento é recomendado em casos de surtos epidêmicos ou situações de emergência, em localidades onde a água distribuída não tiver a garantia de potabilidade. Todavia, quando fervida a água passa a ter sabor desagradável porque perde o ar dissolvido nela. Antes de ser consumida, portanto, ela pode ser colocada em contato com o ar, a fim de retornar o sabor (PHILIPPI, 2005).

Buscando recuperar da atmosfera os gases perdidos durante a fervura, alguns sanitaristas recomendam que seja submetida a uma aeração e esta deve permanecer no mesmo recipiente em que foi fervida, pois a mudança de recipiente pode correr risco de contaminação (DACACH, 1990).

4.5 PARAMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA

A água considerada potável deve atender padrões de qualidade definidos por legislação própria de cada país. Dentre estas exigências estão a completa ausência de microrganismos patogênicos, de substâncias tóxicas ou venenosas, além de limites para a presença de matéria orgânica e mineral em solução (MATOS, 2010).

Os padrões de potabilidade e os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano, no Brasil são definidos pelo Ministério da Saúde, Portaria nº 2.914/2011. A referida portaria apresenta os parâmetros e os seus respectivos valores de aceitação que uma água ofertada ao consumo humano deverá apresentar.

4.5.1 Aspectos microbiológicos

Os indicadores da qualidade da água bruta (in natura) mais utilizados são as bactérias do grupo coliforme. Segundo o Ministério da Saúde, estas estão presentes no intestino humano e de animais de sangue quente, sendo eliminadas nas fezes em números elevados (10^6 - 10^8 /g). Entretanto, o grupo dos coliformes inclui bactérias não exclusivamente de origem fecal, podendo ocorrer naturalmente no solo, água e plantas. Além disso, principalmente em climas tropicais, os coliformes apresentam a capacidade de multiplicarem-se na água (SVS, 2006).

O uso de bactérias coliformes como indicadoras de contaminação fecal apresenta uma grande vantagem, que é a presença das mesmas em grandes quantidades nos esgotos domésticos, já que cada pessoa elimina bilhões dessas bactérias diariamente. Dessa forma, havendo contaminação da água por esgotos domésticos, é muito grande a chance de se encontrar coliformes em qualquer parte e em qualquer amostra de água, o que não acontece, por exemplo, no caso de metais pesados, que se diluem bastante na massa líquida e muitas vezes não são detectados nas análises de laboratório. Além disso, a identificação de coliformes é feita facilmente, já que as bactérias pertencentes a esse grupo fermentam a lactose do meio de cultura, produzindo gases que são observados nos tubos de ensaio (SVS, 2006).

De acordo com a portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, se for detectada a presença de coliformes, em 100 ml de água ações corretivas devem ser adotadas, pois esta deixa de ser potável e conseqüentemente imprópria para o consumo humano.

De acordo com Jr. et al (2004), o grupo de coliformes é formado por um número de bactérias que incluem os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e enterobactéria. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas, que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5° C e são capazes de fermentar o açúcar.

Conforme o manual da FUNASA (2009), a razão da escolha desse grupo como indicador de contaminação da água, deve-se aos seguintes fatores: estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; a sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal;

estes são facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água; também possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais e incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; além disso, são mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos.

As principais características dos coliformes totais são: bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver-se na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24 - 48 horas e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (SVS, 2006).

Já a *Escherichia coli* distinguem-se dos demais coliformes por possuírem as enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase; fermentam a lactose e o manitol com produção de ácido e gás e produzem indol a partir de triptofano a 44°C - 45°C em 24 horas; são oxidase-negativas e não-hidrolisam a uréia. Algumas cepas crescem a 37°C , mas não a 44°C - 45°C , outras não fermentam a lactose (cerca de 10%) ou são indol-negativas (cerca de 3%-5%) (OMS, 1995 *apud* SVS, 2006).

4.6 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

De acordo com a portaria 2.914 (2011), o sistema de abastecimento de água para consumo humano consiste de 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.

A água é captada no manancial e levada à ETA (estação de tratamento de água) por meio de um sistema de captação que é constituído de estruturas e dispositivos, sendo que a maioria dos sistemas possui estação elevatória, que é um conjunto de obras destinadas a recalcar a água para a unidade seguinte ou aumentar a vazão e/ou pressão em adutoras ou redes de distribuição de água. As

adutoras são canalizações que conduzem a água entre as unidades que precedem a rede de distribuição ou entre a captação e ETA. A ETA propriamente dita pode ser definida como o local onde são realizados o tratamento da água, levando-se em consideração os padrões de potabilidade estabelecidos pela norma vigente. Após ser tratada, a água é destinada a um reservatório que regulariza as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condiciona as pressões na rede de distribuição, esta última finalizando o sistema e responsável por colocar água potável à disposição dos consumidores por meio de tubulações e órgãos acessórios (TSUTIYA, 2005).

A principal diferença em relação às soluções alternativas coletivas reside no fato de que em todo sistema de abastecimento de água o responsável pela prestação do serviço é o município, mesmo que a prestação dos serviços seja concedida a um ente público vinculado à outra esfera administrativa (como é o caso dos serviços prestados pelas Companhias Estaduais) ou a um ente privado (SVS, 2007).

O objetivo dos sistemas de abastecimento de água (SAA), além de assegurar o conforto às populações e prover parte da infraestrutura das cidades, visam prioritariamente superar os riscos à saúde impostos pela água. Porém para cumprir esses objetivos é necessário que haja um adequado e cuidadoso desenvolvimento de todas as suas fases: a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção (SVS, 2006).

Sabe-se que o sistema de abastecimento de água seria o sistema mais viável para abastecer uma comunidade, pois do ponto de vista sanitário é mais fácil supervisionar e controlar um manancial do que fazer a supervisão de um grande número de mananciais e de sistemas. Porém em muitos municípios a realidade é diferente, como exemplo podemos citar o estado do Pará que apesar de apresentar disponibilidade hídrica elevada tanto superficial quanto subterrânea, é um dos estados onde os sistemas de abastecimento de água são bastante precários, então as pessoas recorrem à soluções alternativas de água para suprir suas necessidades.

Segundo a ANA (2010) no estado do Pará, a COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará) presta serviços de abastecimento de água a 41% dos municípios, sendo os demais sistemas de abastecimento operados por serviços municipais de saneamento, em geral prefeituras (80 sedes) e por uma empresa

privada que abastece boa parte do Tocantins – 5 sedes. Em Belém existe um caso peculiar onde há a atuação conjunta da COSANPA e do SAAEB – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém. Porém, mais da metade dos municípios do estado (77 sedes urbanas) não possuem tratamento de água distribuída à população. Ao todo, 58% dos municípios necessitam de alguma adequação em seus sistemas de produção de água, 35 sedes municipais requerem novos mananciais, devido a problemas de disponibilidade hídrica ou qualidade das águas. Sendo necessários investimentos de aproximadamente R\$ 680,6 milhões nos sistemas de abastecimento de água.

Observa-se a necessidade de investimento por parte do poder público nos sistemas de abastecimento de água no estado do Pará, pois como já foi citado no decorrer do trabalho é necessário que a população tenha acesso à água de qualidade para suprir suas necessidades e evitar problemas relacionados à saúde que possivelmente possa advir de água sem tratamento.

4.7 SOLUÇÃO ALTERNATIVA COLETIVA (SAC)

De acordo com a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, Solução alternativa coletiva de abastecimento de água, consiste no abastecimento destinado a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial com ou sem canalização e sem rede de distribuição.

Após a captação a água recebe tratamento e posteriormente é armazenada em um reservatório normalmente dotado de torneira pública ou realizada a distribuição direta por chafariz. Do chafariz ou torneira pública a população abastece sua residência. Outra possibilidade é ao invés do uso de torneira pública ou chafariz a água ser transportada até os moradores por intermédio de veículos transportadores, muitas vezes os populares “caminhões-pipa” (SVS, 2006).

Os veículos transportadores são bastante difundidos no Brasil e são utilizados para atender a população que ainda não faz o uso de água encanada e até mesmo de municípios que contam com sistemas de abastecimento mas sofrem problemas de intermitência. Existindo ainda situações em que existem os chafarizes/torneiras públicas e os caminhões – pipa (SVS, 2006).

Segundo a Funasa (2013), a instalação de uma solução coletiva depende da aceitação conjunta dos moradores a serem atendidos. Sendo de suma importância levar alguns fatores em consideração como:

- A comprovação de posse do terreno onde a solução será construída, conforme legislação vigente;
- A apresentação do licenciamento ambiental ou sua dispensa emitida por órgão ambiental competente;
- A apresentação do termo de responsabilidade pela operação e manutenção da solução proposta pelo proponente.

Além disso, segundo a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, o responsável pela solução alternativa coletiva de abastecimento de água deve requerer, junto à autoridade municipal de saúde pública, autorização para o fornecimento de água tratada, mediante a apresentação dos seguintes documentos:

- Nomeação do responsável técnico habilitado pela operação da solução alternativa coletiva;
- Outorga de uso, emitida por órgão competente, quando aplicável; e
- Laudo de análise dos parâmetros de qualidade da água previstos na Portaria 2.914.

4.8 SOLUÇÃO ALTERNATIVA INDIVIDUAL (SAI)

De acordo com a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde Solução Alternativa Individual de abastecimento de água consiste na modalidade de abastecimento que atende a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.

As fontes mais frequentes de SAI são os poços rasos ou profundos, as nascentes e minas, a captação de água de chuvas e em menor proporção, as águas superficiais (SVS, 2006).

Os poços tubulares profundos (artesianos), são os poços que utilizam sonda perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4" a 36" e profundidade de até 2000 metros, por meio de obra de engenharia geológica, para captação da água subterrânea (ABAS E FIESP, 2004).

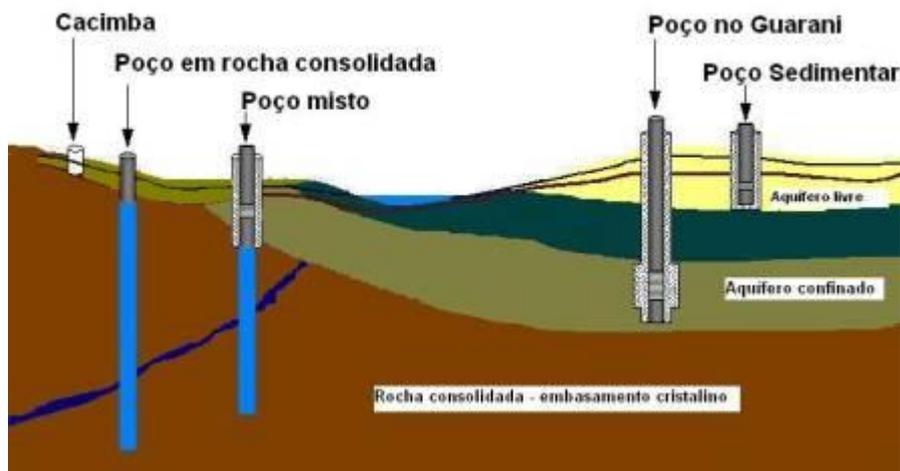
O poço pode ser revestido com tubos de aço ou cloreto de polivinil – pvc, dependendo do tipo de solo, para evitar desmoronamento ou contaminação. Pode ainda ser equipado com filtros e às vezes pré-filtro, na entrada da água do aquífero para o poço. As principais características do poço tubular profundo são: vazão, nível estático (nível da água no poço sem bombeamento), nível dinâmico (nível durante o bombeamento), profundidade de instalação da bomba (normalmente dez metros abaixo do nível dinâmico) (FUNASA 1999, ABNT 1990d).

Os poços tubulares rasos são assim denominados quando captam água do lençol freático, ou seja, a água que se encontra acima da primeira camada impermeável e em geral são dificilmente maiores que 20 metros de profundidade. Na localização de um poço raso, devem ser levadas em consideração as seguintes condições básicas: potência do lençol freático, localização no ponto mais elevado do lote, localização o mais distante possível e em direção contrária a de escoamentos subterrâneos provenientes de poços conhecidos ou prováveis origens de poluição como fossas, sumidouros, passagens de esgotos, etc. (CISAM/AVAP, 2006).

Segundo a Funasa (2013) para construção de poços rasos ou freáticos alguns cuidados devem ser levados em consideração para evitar a extração de água contaminada, como: verificar a necessidade de autorização junto ao órgão responsável, para a execução do poço, observar a distância mínima de 15 metros de fossas seca, sumidouro (poço absorvente) e 45 metros de qualquer outra fonte de contaminação, pocilgas, lixões, galeria de infiltração entre outros. Além disso, o poço deverá ser preferencialmente perfurado em local livre de inundação e em nível mais alto do terreno.

Na figura 4 estão representados os tipos de poços para a captação de águas subterrâneas.

Figura 4: Poços utilizados para captação de água subterrânea.



Fonte: ABAS E FIESP (2004).

Os poços existentes para captação de águas subterrâneas podem ser caracterizados da seguinte maneira:

- a) Cacimba, poço raso e poço amazonas: são construídos manualmente.
- b) Poço perfurado em rochas consolidadas ou cristalinas: são também conhecido como semi – artesiano.
- c) Poço misto: poço perfurado em rochas inconsolidadas e consolidadas pode ser chamado também semi – artesiano.
- d) Poço no Aquífero Guarani: poço perfurado em rochas consolidadas e inconsolidadas, com grandes diâmetros (até 36”) e profundidades (até 2.000 metros), também chamado de artesiano, jorrante ou não.
- e) Poço Sedimentar: perfurado em rochas geralmente inconsolidadas, pode ser chamado também de semi – artesiano (ABAS E FIESP, 2004).

Inúmeras comunidades, na maioria das vezes de porte pequeno, fazem o uso da água proveniente de poços rasos que captam água em aquíferos freáticos, bastante suscetíveis à contaminação. Na maioria dos casos a contaminação da água ocorre devido à inexistência de redes coletoras de esgotos, acarretando o emprego extensivo de fossas negras e pela escavação e revestimento inadequado dos poços (SVS, 2006).

4.9 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

A água pode afetar a saúde humana de várias maneiras seja pela ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, nos usos domésticos em geral, na agricultura, na indústria e no lazer. Sendo que os efeitos da água para a saúde pode ser distribuído em duas categorias:

- Os riscos relacionados com o contato direto com a água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitos), ou por meio de insetos vetores que precisam da água para seu ciclo biológico; e
- Os riscos decorrentes de poluentes radioativos e químicos, que normalmente são provenientes de acidentes ambientais e esgotos industriais.

Tabela 2: Doenças relacionadas com o abastecimento de água.

TRANSMISSÃO	DOENÇA	AGENTE PATOGENICO	MEDIDA
Pela água	Cólera Febre tifóide Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarreia aguda	<i>Vibrio cholerae</i> O 1 e O 139; <i>Salmonella typhi</i> ; <i>Giardia lamblia</i> ; <i>Entamoeba histolytica</i> ; <i>Hepatite virus A e E</i> ; <i>Balantidium coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. coli</i> enterotoxogênica e enteropatogênica, enterohemolítica, <i>Shigella</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Astrovirus</i> , <i>Calicivirus</i> , <i>Norwalk</i> , <i>Rotavirus A e B</i> ;	- Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo humano, uso doméstico e coletivo; - Proteger de contaminação os mananciais e fontes de água;
Pela falta de limpeza, higienização com a água.	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase	<i>Sarcoptes scabiei</i> ; <i>Pediculus humanus</i> ; <i>Chlamydia trachomatis</i> ; <i>Haemophilus aegyptius</i> ; <i>Salmonella typhi</i> <i>m</i> , <i>S. enteritidis</i> ; <i>Trichuris trichiura</i> ; <i>Enterobius vermicularis</i>	- Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; - Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento

	Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase	<i>S;</i> <i>Ancylostomaduodenal</i> <i>e;</i> <i>Ascaris lumbricoides;</i>	no domicílio; - Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; - Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática (a cada seis meses);
Por vetores que se relacionam com a água	Malária Dengue Febre amarela Filariose	<i>Plasmodiumvivax, P. malarie e P. falciparum;</i> <i>Grupo B dos arbovírus;</i> <i>RNA vírus;</i> <i>Wuchereriabancrofti;</i>	- Eliminar o aparecimento de criadouros de vetores com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros); - Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos;
Associado a água	Esquistossomose Leptospirose	<i>Schistosoma mansoni;</i> <i>Leptospirainterrogans;</i>	- Controlar vetores e hospedeiros intermediários.

Fonte: Saunders, (1976 *apud* FUNASA, 2007).

4.10 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Sistema de esgoto sanitário, segundo a norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), é “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”. E esgoto doméstico segundo a mesma norma é o “despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas”.

Segundo Nuvolari (2011) a implantação de sistema de esgotamento sanitário tem três principais finalidades, são os aspectos: higiênico, social e econômico.

Do ponto de vista higiênico, o objetivo é a prevenção, controle e a erradicação das muitas doenças de veiculação hídrica, uma vez que, essas são responsáveis por altos índices de mortalidade precoce, sobretudo infantil. Nesse

sentido, o sistema promove o tratamento e lançamento do efluente nos corpos receptores de forma segura, sem causar contaminação dos mesmos.

Sob o aspecto social, visa à melhoria da qualidade de vida da população, pela eliminação de odores desagradáveis, bem como manutenção da qualidade das águas naturais para consumo e recreação.

Do ponto de vista econômico, o objetivo envolve questões relacionadas com o aumento da produtividade, em particular da produtividade industrial e agropecuária, devido à melhoria ambiental urbana e rural, à proteção aos rebanhos e ao maior rendimento dos trabalhadores.

Os dejetos humanos podem ser veículos de germes patogênicos de várias doenças, entre as quais febre tifoide e paratifoide, diarreias infecciosas, amebíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, ascaridíase, etc. Por isso, torna-se imprescindível dar destinação adequada aos esgotos, visando impedir seu contato com o homem, com as águas de abastecimento, com vetores (moscas, baratas), e alimentos (FUNASA, 2007).

A água subterrânea com fluxo entre 1m a 3m por dia pode acarretar no transporte de bactérias a uma distância de 11m no sentido do fluxo. A própria natureza faz o processo de autodepuração, todavia o adensamento populacional dificulta esse processo, necessitando do saneamento para acelerar a destruição das bactérias e evitar a contaminação humana (FUNASA, 2007).

4.10.1 Solução de esgotamento coletivo

A medida que a concentração humana aumenta, as soluções de caráter coletivo denominadas sistemas de esgotos, devem substituir as soluções individuais de destino dos esgotos domésticos (FUNASA, 2007).

Os sistemas de esgotamento sanitário lançam seus efluentes direta ou indiretamente, para os corpos d'água, que são formados pelo conjunto de águas superficiais e subterrâneas. O grau de condicionamento que deverá ser submetido o efluente sanitário depende da capacidade do corpo receptor em harmonia com sua utilização, de modo que este não sofra alterações nos padrões de qualidade estabelecidos para a região (JORDÃO e PESSÔA, 2009).

Os processos de tratamento de esgoto são constituídos por uma série de operações unitárias utilizadas para a remoção de substâncias indesejáveis ou transformações desta em outras mais aceitáveis. As operações mais importantes são: Troca de gás, gradeamento, sedimentação, flotação, coagulação química, precipitação química, filtração, desinfecção e oxidação biológica (JORDÃO e PESSÔA, 2009).

4.10.2 Solução de Esgotamento Individual

Para atender as soluções individuais, tais como residências ou condomínios isolados, há a opção de se utilizar fossas sépticas (FS), também denominadas de decanto-digestores. O efluente das FS poderá ser lançado em sumidouros (SU), valas de infiltração (VI) ou passar antes por valas de filtração (VF) ou por filtros anaeróbios e fluxo ascendente (FAFA), antes da disposição final, que poderá ser feita também em rios ou córregos (NUVOLARI, 2011).

4.10.2.1 Caixa de inspeção

A rede de esgoto da moradia deve passar inicialmente por um caixa de inspeção, que serve para fazer a manutenção do sistema, facilitando o desentupimento, essa caixa deve ter 60cm x 60 cm e profundidade de 50 cm, construída a cerca de 2 metros de distância da casa. Caixa construída em alvenaria, ou pré-moldada, com tampa de concreto (figura 4). (CAESB, 2011)

4.10.2.2 Fossas sépticas

Registros históricos apontam com inventor do tanque séptico “Jean Louis Mouras” que construiu na França, em 1860, um tanque de alvenaria, onde passava os esgotos domésticos antes de ir para o sumidouro. Sendo este tanque aberto 12 anos depois e o mesmo não apresentava acumulada a quantidade de sólidos que se

era estimada previamente, em função da redução do efluente líquido do tanque (FUNASA, 2007).

Segundo a Funasa (2007), tanque séptico consiste em compartimentos fechados com a finalidade de reter os esgotos domésticos por um período de tempo que depende do tipo de fossa empregado, de modo a permitir a decantação dos sólidos e reter o material graxo contido nos esgotos transformando-os bioquimicamente em compostos e substâncias mais estáveis e simples.

As fossas sépticas ou decanto-digestores consistem geralmente de uma câmara, cuja função é permitir a sedimentação, o armazenamento dos sólidos sedimentáveis (lodo) e a sua digestão, que ocorre em ambiente anaeróbio. Dessa decomposição é gerado o gás natural ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$), além de pequenas quantidades de gás sulfídrico (H_2S), mercaptanas, escatóis etc. Fazendo-se um paralelo com o tratamento convencional, por meio de lodos ativados, a fossa séptica substitui ao mesmo tempo, o decantador primário e o digestor de lodos de uma estação convencional, contudo, sem nenhum consumo de energia (NUVOLARI, 2011).

O volume total da fossa ou do tanque séptico, seguindo a terminologia adotada pela NBR 7229 (ABNT, 1993) é a somatória dos volumes de sedimentação, digestão e de armazenamento de lodo.

De acordo com a NB-41/81 (*apud* DACACH, 1990) os esgotos domésticos devem ser tratados e dispostos de maneira que as seguintes condições sejam atendidas:

- a) Nenhum manancial destinado ao abastecimento domiciliar corra risco de poluição;
- b) As condições próprias à vida nas águas receptoras não sejam prejudicadas;
- c) As condições de balneabilidade de praias e outros locais de recreação e esportes não sejam danificadas;
- d) Não venha a ser observado odores desagradáveis, presença de insetos e outros inconvenientes;
- e) Não haja poluição do solo que afete direta ou indiretamente pessoas e animais.

De acordo com Dacach (1990), no início do funcionamento da fossa, não existe lodo nem espuma, os volumes aumentam com o decorrer do tempo, até que o lodo atinja determinada altura, quando a fossa deverá passar por limpeza para que continue funcionando adequadamente. Sendo que segundo a NB-41/81 essa altura

é atingida após certo período de funcionamento da fossa, devendo essa ser limpa no mínimo uma vez por ano.

No entanto, por falta de orientação ou mesmo comodidade dos usuários desse sistema, normalmente as fossas funcionam por vários anos, sendo limpa somente quando ocorre o entupimento devido o acúmulo excessivo de lodo e espuma. Com isso a fossa perde sua função, uma vez que seu efluente normalmente é um líquido de baixa turbidez, embora de odor pútrido, passando a levar consigo matéria sólida, que por sua vez é capaz de tampar rapidamente o terreno nos sumidouros e nas valas de infiltração (DACACH, 1990).

Segundo a NB-41/81 *apud* Dacach (1990) podem ser empregadas fossas sépticas de câmara única, de câmaras em série e de câmaras sobrepostas, cada uma integrada pela câmara de decantação, de digestão e de espuma. Para diferenciar os tipos de fossas com a devida vênia, pode-se usar o termo compartimento no lugar de câmara.

A eficiência da fossa séptica de compartimento único ou de compartimento sobreposto varia de 30 a 50% quanto à remoção de DBO_5 e da fossa séptica de compartimentos em série, de 35 a 55%. Sendo variações válidas para as capacidades previstas nas normas vigentes, (DACACH, 1990).

4.10.2.2.1 Fossa de compartimento único

Nesse tipo de fossa se processam conjuntamente os fenômenos da decantação e da digestão, onde na parte inferior fica a câmara de digestão com os lodos armazenados, mais acima a câmara de decantação onde o esgoto escoar horizontalmente e na parte superior a câmara de espuma onde flutuam as gorduras e graxas, sem que haja separação física entre esses compartimentos ou câmaras (DACACH, 1990).

4.10.2.2.2 Fossa de compartimento em série

É uma fossa de compartimento único com paredes perfuradas introduzidas transversalmente dentro desta, visando uniformizar o fluxo horizontal de esgoto, a fim de que seja detida maior parcela de matéria em suspensão (DACACH, 1990).

De acordo com Jordão e Pessôa (2009) as fossas de compartimento em série são recomendadas quando se almeja um efluente de boa qualidade, visto que se espera que a maior parte dos sólidos fique retida no primeiro compartimento.

4.10.2.2.3 Fossas de compartimentos sobrepostos

Caracterizam-se por possuir duas câmaras distintas, nas quais os processos de decantação e digestão ocorrem independentes, sendo também conhecidas como fossas Imhoff e fossas Ohms (DACACH, 1990).

As fossas de compartimentos sobrepostos apresentam a vantagem de possuir maior capacidade de tratar os esgotos, tratando maior quantidade em menos tempo de detenção, enquanto as fossas de compartimento único tratam entre 12 e 24 horas os esgotos na vazão média, as de compartimento sobrepostos tratam em 2 horas na vazão máxima. Esse menor período de detenção deve-se a decantação mais rápida das partículas, pois nas de compartimento único os gases resultantes da digestão do lodo sobem em forma de pequenas bolhas contrariando o movimento de descida das partículas mais densas, retardando sua deposição, o que em contrapartida não ocorre nas de compartimentos sobrepostos, pois os gases da digestão do lodo liberam-se sem atravessar o líquido existente na câmara de decantação (DACACH, 1990).

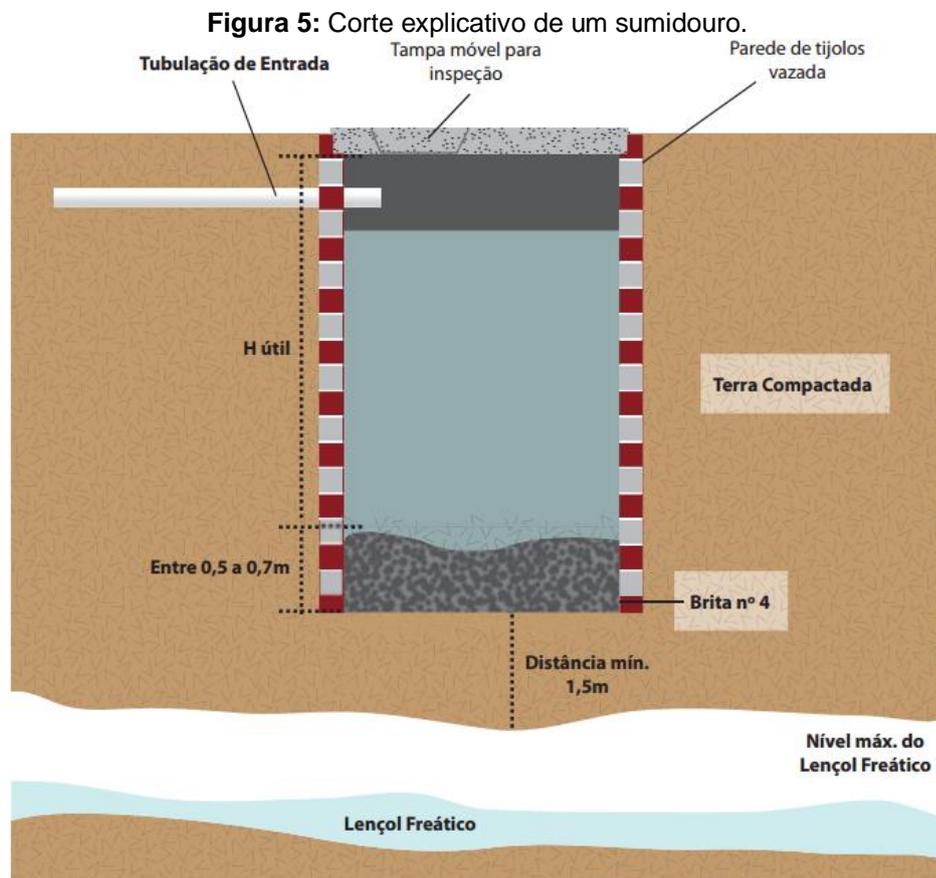
4.10.2.3 SUMIDOUROS

O lançamento de esgotos domésticos no subsolo é uma prática natural e antiga, visto que pesquisas arqueológicas registaram que desde cerca de 6.000 anos os habitantes da região Sul do antigo império Caldeu lançavam seus esgotos e covas com profundidades que variavam de 12 a 15 metros (FUNASA, 2007).

Os sumidouros recebem os efluentes diretamente das fossas sépticas, sendo também conhecidos com poços absorventes, possui vida útil longa devido a facilidade de infiltração do líquido praticamente isento de sólidos causadores da colmatção do solo (JORDÃO e PESSÔA, 2009).

Segundo a ABNT, NBR nº 13.969/97 sumidouro “é a unidade de depuração e de disposição final do efluente de tanque séptico verticalizado em relação à vala de infiltração”. Por este motivo, seu uso é favorável somente nas áreas, onde possa garantir a distância mínima de 1,50 m (exceto areia) entre o fundo do sumidouro e o nível do aquífero.

Os sumidouros podem ser construídos em alvenaria de tijolo comum, furado ou anéis de concreto. Para o uso do tijolo comum, estes devem ser colocados afastados entre si, com argamassa só na horizontal, pois as paredes não podem ser revestidas. A laje de cobertura deve ser de concreto armado dotado de abertura para inspeção. E o fundo será na própria terra batida, tendo apenas uma camada de brita nº. 04 variando entre 50 e 70 centímetros de altura, conforme figura 5. (CAESB, 2010).



Fonte: CAESB, 2010.

4.11 COMPOSIÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO

Boa parte da água de abastecimento, após sua utilização transforma-se em esgoto, podendo ser doméstico ou industrial, de maneira geral o esgoto doméstico é composto por matérias orgânicas e inorgânicas nas formas dissolvidas, coloidal e em suspensão, que se apresentam em diferentes proporções segundo múltiplas situações (PHILIPPI, 2005).

Segundo Nuvolari (2011) o esgoto é líquido cuja composição, quando não contém resíduos industriais, é de aproximadamente:

99,87% de água;

0,04% de sólidos sedimentáveis;

0,02% de sólidos não sedimentáveis; e

0,07% de substâncias dissolvidas.

Dada a forte prevalência da água na composição do esgoto, admite-se que suas propriedades físicas são as mesmas da água e, portanto, suas reações à ação de forças externas também são as mesmas. Daí que o escoamento do esgoto, em tubulações e canais é tratado como se fosse de água (NUVOLARI, 2011).

De acordo com Pereira (2003) as características físicas, químicas e biológicas variam de acordo com o padrão socioeconômico da comunidade, as condições climáticas, o consumo per capita de água, dentre outros fatores.

Segundo a Funasa (2007), as principais características físicas dos esgotos domésticos são: matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez e variação de vazão. E é devido ao percentual de sólidos que ocorre os problemas de poluição das águas, gerando a necessidade de tratamento dos esgotos.

4.12 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO

O destino adequado dos dejetos humanos visa essencialmente o controle e à prevenção de doenças a eles relacionada. Objetivando evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água, o contato de vetores com os dejetos, propiciar o costume a novos hábitos higiênicos à população e promover o conforto e atender ao senso estético (FUNASA, 2007).

De acordo com a Funasa (2007), a ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias ocasionadas pela falta de destinação adequada aos esgotos, podem levar a inatividade ou reduzir a potencialidade do trabalho humano. Nesse sentido, a destinação adequada dos dejetos, contribui para:

- O aumento da vida média do homem;
- Para a redução da mortalidade em consequência da redução de doenças;
- Diminuição das despesas com tratamento de doenças evitáveis;
- Redução dos custos com tratamento de água de abastecimento, pela prevenção da poluição dos mananciais;
- Redução da poluição das praias e dos locais de recreação em águas;
- Preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixes.

4.13 DOENÇAS RELACIONADAS COM OS ESGOTOS

De acordo com a Funasa (2007) o destino inadequado dos dejetos humanos está relacionado a ocorrência de um grande o número de doenças. Que podem ser transmitidas pelo:

- Contato direto da pele com o solo contaminado por larvas de helmintos, provenientes de fezes de portadores de parasitoses;
- Contato direto da pele com coleções de água contaminada por cercarias;
- Ingestão de alimentos e água contaminados diretamente pelos dejetos;
- Ingestão de alimentos contaminados por vetores;
- Ingestão de alimentos contaminados por falta de higiene pessoal; e
- Ingestão de carnes suínas e bovinas contaminadas com cisticercos viáveis.

Tabela 3: Doenças relacionadas com contaminação fecal.

Doenças	Agentes patogênicos	Transmissão	Medidas
Bactéria Febre tifoide e paratifoide Cólera Diarreia aguda	Salmonellatyphi e paratyphi Vibriocholerae O1 e O139	Fecal-oral em relação a água	Abastecimento de água (implantação e /ou ampliação de sistema)

	Shigellasp. Escherichia coli, Campylobacter e Yersiniaenterocolitica		
Vírus Hepatite A e E Poliomielite Diarreia aguda	Vírus da hepatite A Vírus da poliomielite Vírus Norwalk Rotavírus Astrovirus Adenovírus Calicirus		Imunização Qualidade da água/desinfecção
Protozoário Diarreia aguda Toxoplamose	Entamoebahistolytica Giardia lambia Cryptosporidium spp. Balantidium coli Toxoplasma gondi		Instalações sanitárias (implantação e manutenção)
Helmintos Ascaridíase Tricuríase Ancilostomíase Esquistossomose Teníase Cistecercose	Ascaris lumbricoides Trichuristrichiura Amcylostomaduodenale Shistosoma mansoni Taeniasolium Taeniasaginata Taeniasolium	Fecal-oral em relação ao solo (gehelmintose) Contato da pele com água contaminada Ingestão de carne mal cozida Fecal-oral, em relação a água e alimentos contaminados	Esgotamento sanitário (implantação e/ou ampliação do sistema) Higiene dos alimentos

Fonte: Barros, (1995 *apud* Funasa, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 4 são mostrados os dados obtidos na pesquisa realizada com os moradores do bairro Capelinha município de Conceição do Araguaia.

Tabela 4: Resultado do questionário aplicado aos moradores do bairro Capelinha.

QUAL A PROFUNDIDADE DO POÇO?	18M 41,5%	13M 41,5%	11M 17%
JÁ CONTRAIU ALGUMA DOENÇA DE VEICULAÇÃO HÍDRICA	SIM 42%	NÃO 58%	HOUVE DIAGNÓSTICO MÉDICO? Não
SOLUÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO INDIVIDUAL	SUMIDOURO 100%	FOSSA SÉPTICA 0%	COMPLETO 0%
PROBLEMAS COM O SISTEMA DE TRATAMENTO INDIVIDUAL	SIM 8%	NÃO 92%	SE SIM, QUAL? Mau cheiro

Fonte: Autoria própria.

Em 12 domicílios foi aceito o desenvolvimento do projeto, sendo nesses aplicados o questionário conforme a tabela 4, constatando-se que cinco poços (41,5%) possuíam 18 m de profundidade e sete (58,5%) possuíam menos que 18 m. Como possuem menos que 20 metros de profundidade, a água captada é pertencente ao lençol freático, ou seja, se encontra acima da primeira camada impermeável, o que pode tornar vulnerável a saúde das pessoas que consomem da mesma, visto que esta camada de água é mais propícia à contaminação.

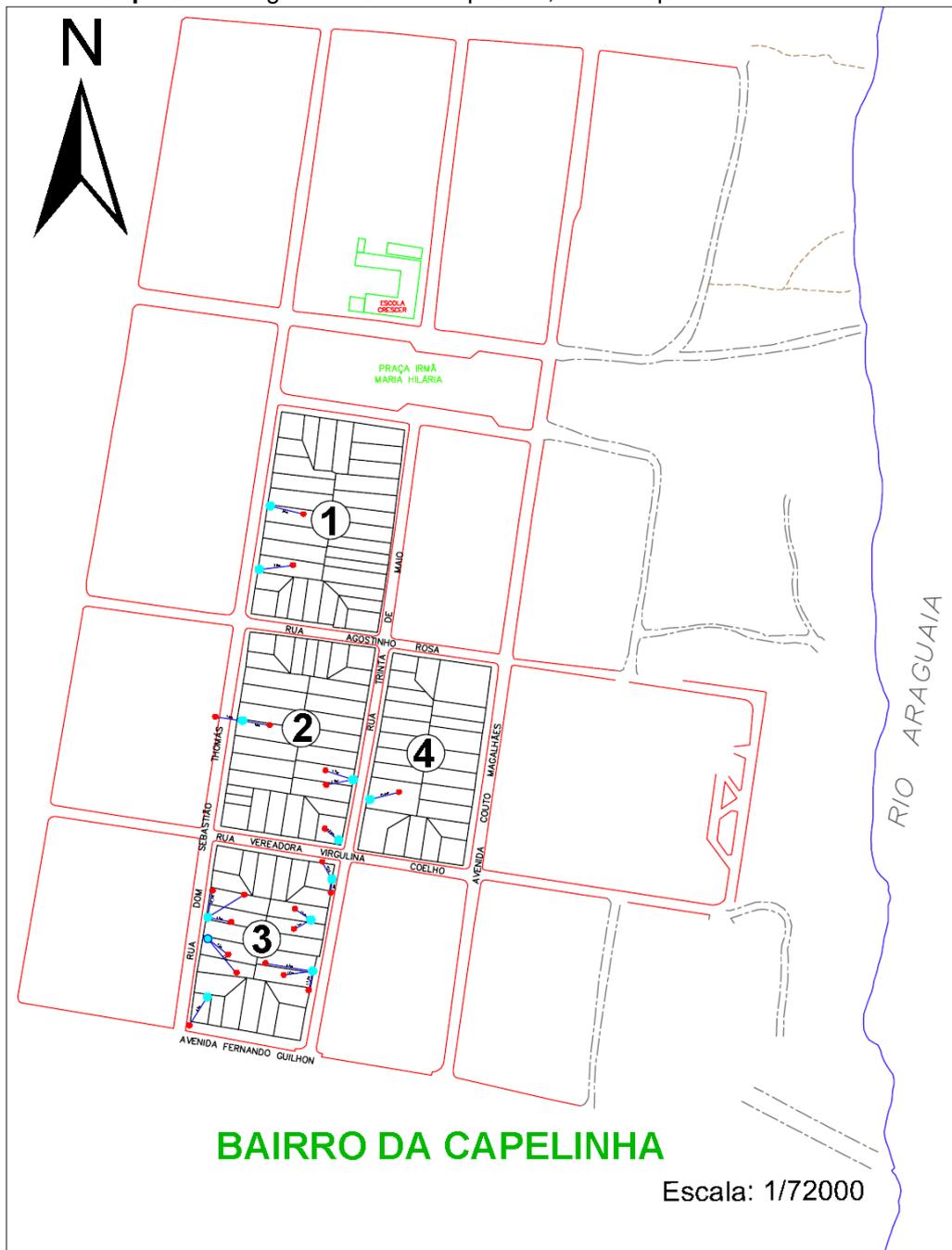
É mostrado na tabela 4 que 42% dos moradores já contraíram alguma doença de veiculação hídrica, o que pode estar relacionado com a qualidade da água consumida. De acordo com os moradores o sistema de abastecimento de água da cidade é ineficiente com relação à quantidade e aos padrões organolépticos de qualidade, o que leva vários moradores recorrem às soluções alternativas individuais, que na maioria dos casos são construídas em desacordo com as normas exigidas, comprometendo a saúde das pessoas que consomem desta água.

Observa-se na tabela 4 que 100% dos domicílios possuem sumidouro e 8% destes apresentam mau cheiro como ponto negativo. O ideal seria a utilização de solução de esgotamento coletivo, pois por meio deste existe um maior controle pelos

órgãos de saúde. Na ausência da solução de esgotamento coletivo, pode ser utilizado como alternativa a solução de esgotamento individual, que deve ser composto por caixa de inspeção, tanque séptico e sumidouro. Como não existe tanque séptico para tratamento primário podem ocorrer vários problemas, como contaminação do lençol freático, do solo e o surgimento de odores indesejáveis.

No mapa 2, é mostrado as quadras onde foram realizada as análises bacteriológicas da água dos poços e a distancia destes para os sumidouros.

Mapa 2: Visão geral do Bairro Capelinha, com as quadras estudadas.



Fonte: Autoria própria.

Na tabela 5, encontram-se relacionados os meses e os pontos em que houveram contaminação por coliformes totais e E. coli.

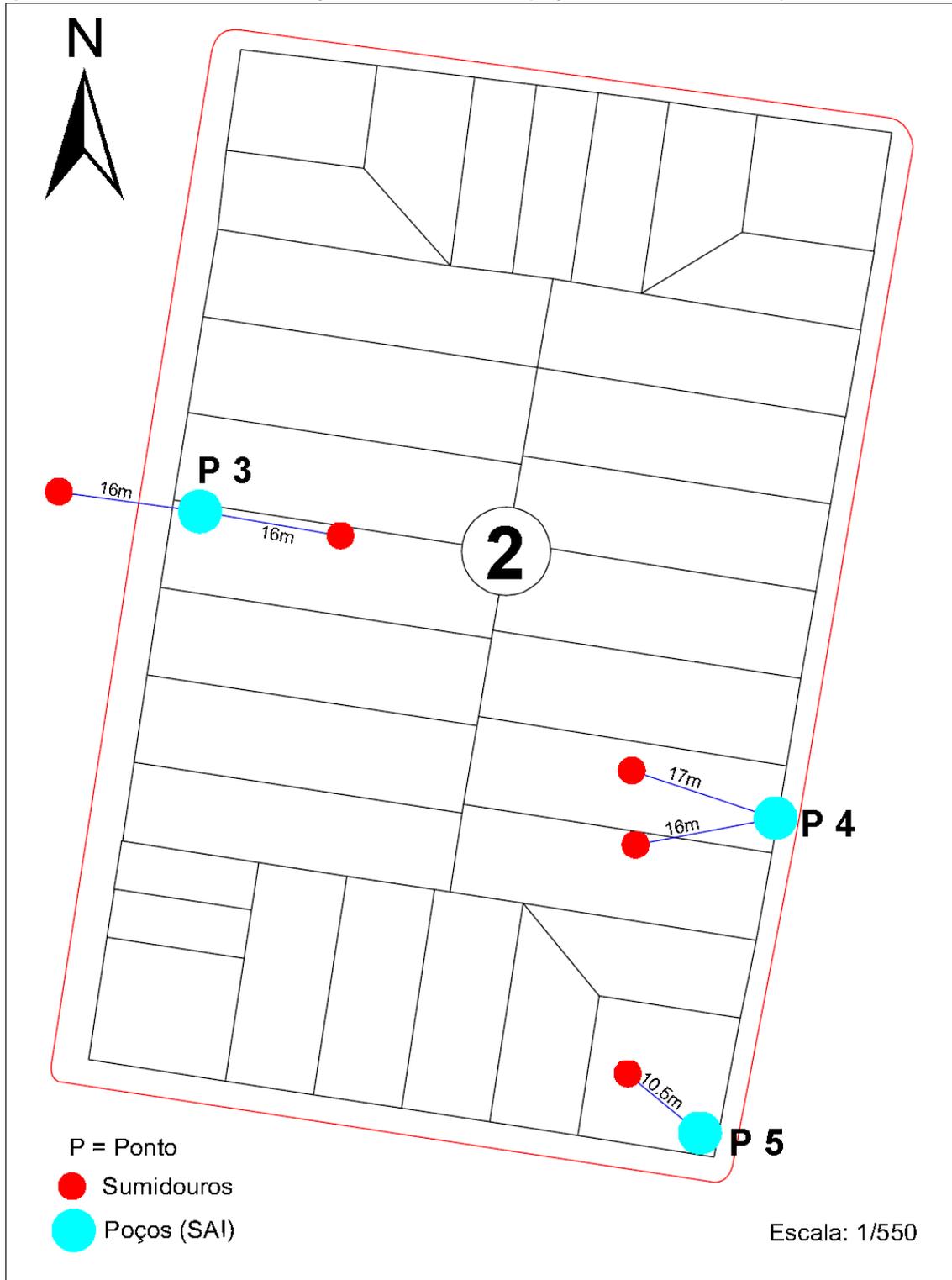
Tabela 5: Resultados das análises para coliformes totais e E. Coli realizadas nos 12 poços monitorados.

	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
	Col. Total	E. coli										
P 1											X	X
P 2							X				X	X
P 3											X	X
P 4											X	X
P 5									X	X	X	X
P 6											X	
P 7			X						X		X	
P 8											X	X
P 9											X	X
P 10			X				X				X	X
P 11	x		X		X	X	X		X	X	X	X
P 12												

Fonte: Autoria própria.

Nos mapas 3, 4, 5 e 6 é mostrado a distancia entre os poços e sumidouros e suas respectivas localizações nos lotes.

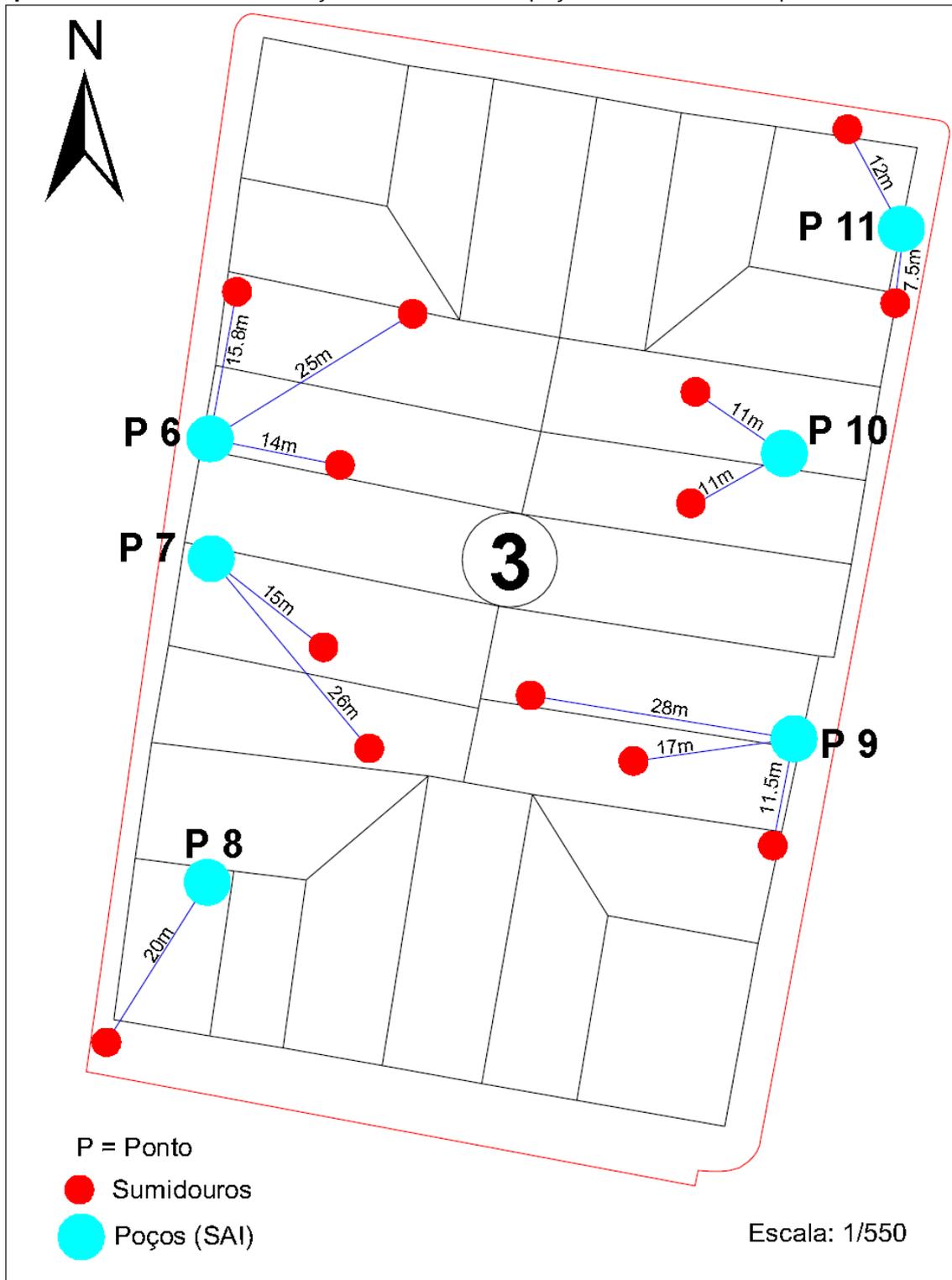
Mapa 4: Quadra 2 com a localização e distância entre poços e sumidouros dos pontos monitorados.



Fonte: Autoria própria.

Na quadra 2, monitorou-se 03 pontos, observando-se que nos pontos 3 e 4 houve um resultado positivo para coliformes totais e fecais. E no ponto 5, dois resultados positivos para coliformes totais e fecais.

Mapa 5: Quadra 3 com a localização e distância entre poços e sumidouros dos pontos monitorados.

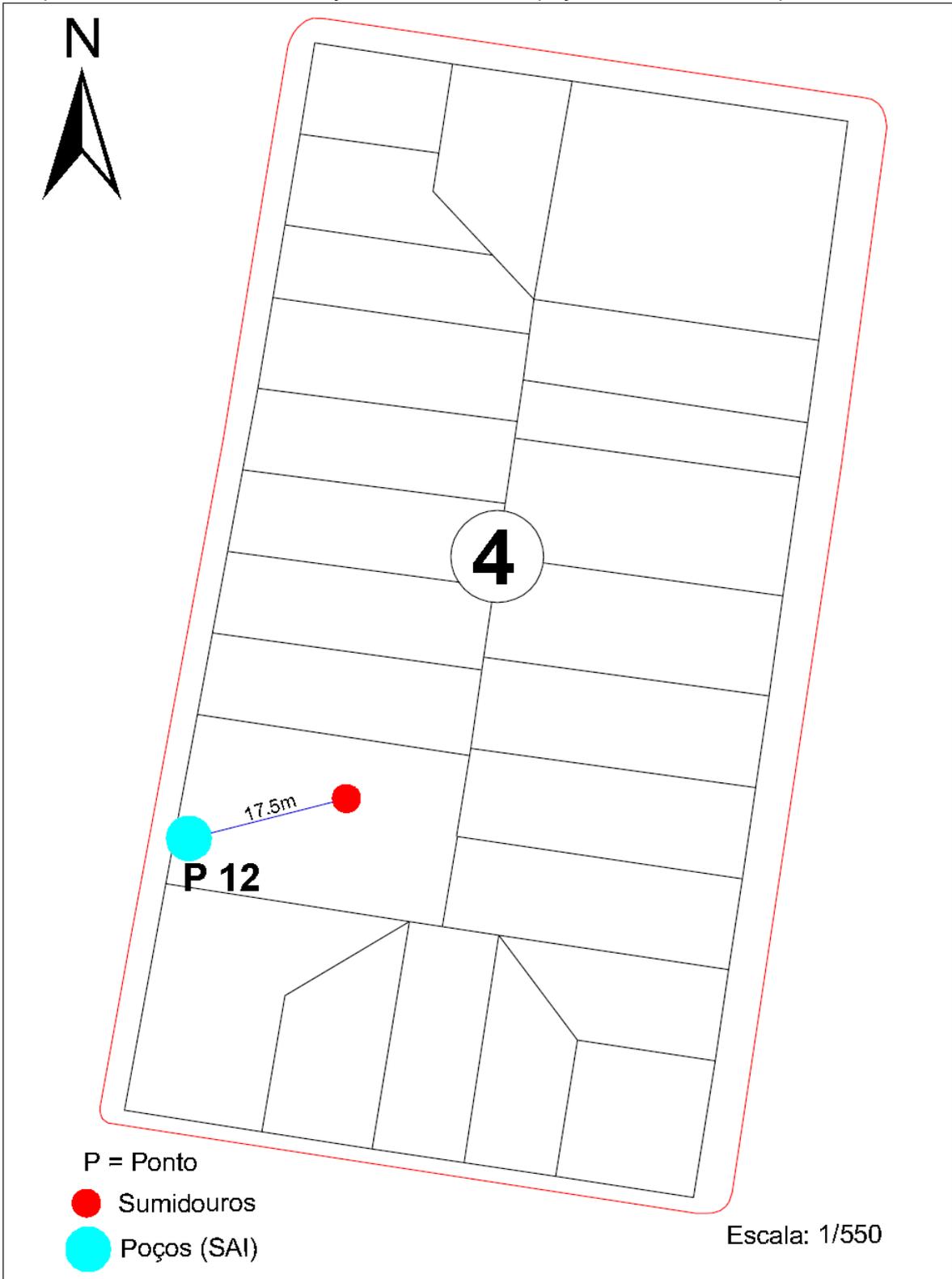


Fonte: Autoria própria.

Como mostrado no mapa 5, foram monitorados seis pontos na quadra 3. Sendo que destes, dois pontos obtiveram maior número de amostras positivas. Onde no ponto 10 teve presença de coliforme totais em 3 amostras e fecais em 1. E

no ponto 11 as 6 amostras apresentaram resultados positivos para coliformes totais e 3 positivos para fecais.

Mapa 6: Quadra 4 com a localização e distância entre poços e sumidouros dos pontos monitorados.



Fonte: Autoria própria.

Na quadra 4 realizou-se o estudo no ponto 12, sendo que neste não houve a presença de coliformes totais e coliformes fecais durante o monitoramento.

Pode-se observar que em três pontos apresentaram maior índice de contaminação nos meses monitorados, sendo eles: o Ponto 5 (quadra 2) onde este se encontra a uma distância de 10,5 metros do sumidouro no sentido do fluxo do lençol freático.

O ponto 10 (quadra 3) se encontra a uma distância de 11 metros de dois sumidouros no sentido do fluxo do lençol freático a distância menor que o mínimo de segurança estabelecido o que pode aumentar a influência de contaminação do poço.

O ponto 11 (quadra 3) se encontra a 7,5m e 12 metros de dois sumidouros no mesmo nível do lençol freático e no sentido do fluxo respectivamente. Nota-se que os três pontos se encontram a uma distância inferior ao mínimo estabelecido pela Funasa que é de 15 m, e no ponto 11 além de serem dois sumidouros com distância inferior ao mínimo estabelecido, um em especial possui a metade do mínimo estabelecido, que mesmo estando no mesmo nível pode estar contaminando, já que dentre os 6 meses do monitoramento em todos houve resultados positivos para coliformes totais e 3 resultados positivos para E. coli.

Já no ponto 12 houve ausência de coliformes em todas as análises realizadas. O que pode estar relacionado à distância do mesmo ser acima do mínimo de segurança estabelecido pela FUNASA e se encontrar no sentido contrário do fluxo do lençol freático com relação ao sumidouro.

A pequena distância entre os poços e sumidouros podem ser uma das causas da contaminação de parte dos poços analisados, já que 42% (5 poços) apresentam menos que 15 metros de distância de sumidouros, sendo esta a distância mínima sugerida pela FUNASA.

Sabe-se que a presença de Coliformes fecais na água indica a possibilidade de contaminação por fezes e, conseqüentemente, de microrganismos patogênicos existentes nas mesmas, já os Coliformes totais segundo Granziera (2001 *apud* CAMARGO e PAULOSSO, 2009), quando presentes na água nem sempre indicam a presença de microrganismos patogênicos, mas a presença dos mesmos deve ser encarada como um sinal de alerta, indicando a possibilidade de poluição ou contaminação fecal.

De acordo com a portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, se for detectada a presença de coliformes, em 100 ml de água ações corretivas devem ser adotadas,

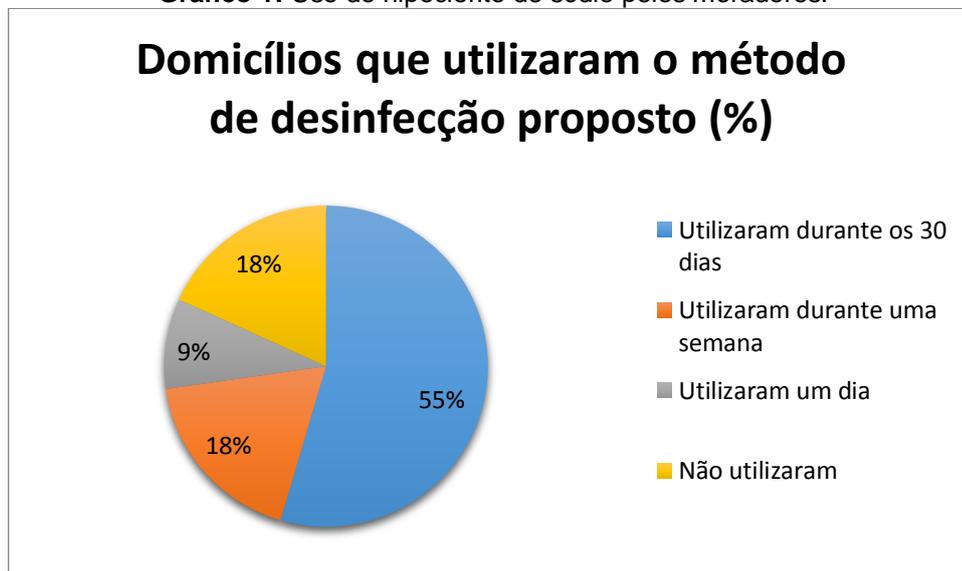
pois esta deixa de ser potável e conseqüentemente imprópria para o consumo humano.

Diante disso, foi proposto aos moradores o tratamento da água com cloro com o intuito de torná-la própria para o consumo, pois de acordo com a Secretaria de vigilância em saúde a água precisa passar por um processo de tratamento, que é a filtração e em seguida a desinfecção que pode ser por meio da fervura ou por adição do hipoclorito de sódio (2,5%) na proporção: (2 gotas para 1 litro de água, sendo que esta deve repousar por 30 minutos, antes de ser consumida). Sendo então, entregues hipoclorito de sódio nas residências e fornecido orientações para que este fosse adicionado diretamente nos recipientes com água para consumo, já que a maioria dos reservatórios é de difícil acesso para adicionar o produto diariamente.

Foram entregues panfletos, contendo informações referentes aos métodos de tratamento da água de solução individual de abastecimento e de limpeza da caixa de armazenamento de água, bem como, hipoclorito de sódio para tratamento da água e tabelas de controle do tratamento, posteriormente realizou-se outra visita aos domicílios recolhendo as tabelas, buscando verificar se os moradores estavam realizando o método de tratamento proposto.

Realizou-se nova visita nos domicílios com o intuito de verificar quais destes seguiram o método de tratamento da água proposto, obtendo-se os resultados mostrado no gráfico 1.

Gráfico 1: Uso do hipoclorito de sódio pelos moradores.



Fonte: Autoria própria.

Como pode se observar mais da metade dos moradores (55%) para os quais o estudo foi direcionado fizeram o uso do cloro conforme orientações fornecidas, 18% utilizaram por apenas um período e 18% não usaram em nenhum momento, sendo informado que o sabor foi um dos fatores que os incomodaram e que os impediram de seguir o tratamento sugerido.

Sabe-se que o uso do cloro no processo de desinfecção da água é de fundamental importância para eliminar os microrganismos patogênicos que podem estar presente na mesma, pois a água contaminada pode ser transmissora de inúmeras doenças.

Segundo a Secretaria Municipal de Saúde de Conceição do Araguaia, o cloro deveria ser distribuído por agentes de saúde à população, porém quando questionados, os moradores informaram que nunca receberam cloro e nem qualquer tipo de orientação por meio de campanhas ou programas educativos, relacionados aos cuidados que devem ser tomados com os poços e com relação a esgotamento sanitário.

Sugeriu-se aos moradores que realizassem a limpeza e desinfecção do reservatório de água (caixa d'água), sendo observado que 55% dos moradores afirmaram ter realizado a higienização da mesma dentro do período indicado, como mostra o gráfico 2. De acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde este período deve ser no mínimo de seis em seis meses. Sendo que um dos fatores citados por parte dos 45% de moradores que não realizaram a higienização da mesma é que as casas possuíam o reservatório em locais de difícil acesso.

Gráfico 2: Limpeza e desinfecção do reservatório de água.



Fonte: Autoria própria.

Observa-se que a escolha do local onde será fixado o reservatório de água em uma residência e o acesso ao mesmo é de fundamental importância, pois este deve ser higienizado e realizado a desinfecção de seis em seis meses no mínimo, para garantir a saúde das pessoas que consomem desta água.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a qualidade da água da maioria dos pontos analisados no bairro Capelinha está comprometida e os principais fatores que influenciam para essa contaminação é a pequena proximidade entre poços e sumidouros e a localização do sumidouro em nível superior do lençol freático ao do poço.

Sugere-se a implantação de sistemas coletivos de água e esgoto, que são os mais indicados, pois além de minimizar a contaminação do solo e lençol freático, os órgãos de saúde pública tem maior controle na qualidade.

Na ausência de sistemas coletivos de água e esgoto, como forma de minimizar os problemas relacionados à saúde, sugere-se que os moradores façam uso de métodos alternativos de tratamento da água, como a utilização do hipoclorito de sódio.

Para implantação de reservatório de água nas residências deve-se observar o local de fixação destes, pois o difícil acesso impossibilita o processo de higienização.

Portanto, o poder público e órgãos responsáveis devem dar a devida importância à necessidade de implantação de um sistema de esgotamento coletivo no município de Conceição do Araguaia, bem como adequar o Sistema de Abastecimento de Água, para que este forneça água em quantidade adequada e qualidade dentro dos padrões de potabilidade estabelecido pela portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, para que os moradores não necessitem optar por meios alternativos de disposição de esgoto e fornecimento de água, acarretando em consequências direta a saúde pública.

Enquanto o município não dispõe de sistema de abastecimento de água e sistema coletivo de esgotamento sanitário, existe a necessidade de implantação de programas governamentais que visam informar a importância de realizar o tratamento da água de soluções alternativas individuais, para consumo, bem como fiscalizar a regularidade do fornecimento de hipoclorito de sódio aos moradores, já que estes não recebem dos agentes o que segundo a Secretaria Municipal de Saúde repassa para esse fim.

REFERÊNCIAS

- ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas; FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; **Orientações para utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo**. 2004. Disponível em: <<http://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>>. Acesso em: 12 de Novembro de 2013.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7229 Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio Janeiro: ABNT, 1993.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.969. Rio Janeiro, 1997. Disponível em: <www.abnt.org.br>. Acesso em: 27 de Agosto de 2013.
- ALMEIDA, Josimar Ribeiro de, – Ciências Ambientais. 2 ed., reimpr. – Rio de Janeiro: Thex: Almeida Cabral, 2010.
- ANA (Agencia Nacional de águas) – ATLAS BRASIL: Abastecimento urbano de água: resultado por estado/Agência Nacional de Águas; 2º vol. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010.
- APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC; 2005. Section 9222.
- BANCO MUNDIAL (THE WORLD BANK) – World Development Report 1993: Investing in Health. World University Press, New York, 1993 *apud* ALMEIDA, Josimar Ribeiro de, – Ciências Ambientais. 2 ed., reimpr. – Rio de Janeiro: Thex: Almeida Cabral, 2010.
- BAKER, M.N.; TARAS, M.J. *The quest for pure water: the history of the twentieth century*. 2. Denver: AWWA, 1981. Volume I, 2. ed.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2.914 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. Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=8014>. Acesso em: 12 de Outubro de 2012.
- BRITO, F.S.R. Abastecimento de águas: parte geral, tecnologia e estatística. v. 3. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.
- CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Orientações para Instalação Domiciliar do Sistema de Fossa e Sumidouro. Brasília, 2010.
- CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Assessoria de saneamento rural. Disponível em: <www.caesb.df.gov.br>. Acesso em: 25 de Maio de 2011.
- CAMARGO, M. F.; PAULOSSO, L. V.; Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no Município de Carlinda/MT. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 30, n. 1, p. 77-82, jan./jun. 2009. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/viewFile/2903/2461>> .
Acesso em: 14 de Janeiro de 2014.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e ANA – Agência Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 326 p.: il. 2011. Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>>. Acesso em: 27 de Março de 2013.

CISAM/AMVAP. Manual de Saneamento Rural. Uberlândia/MG, 2006, 94 p.
Disponível em:
<<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/SaneamentoAmbiental/SemestreAtual/ManualdeSaneamentoRural.pdf>> Acesso em: 19 de Maio de 2011.

DACACH, Nelson G. Saneamento Básico. 3ª edição, revisada. Rio de Janeiro. 1990.

D'ÁGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P.;
Avaliação da qualidade da água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. Cadernos de saúde pública, v. 16, n. 3, 2008.

DINIZ, Hélio Nóbile et al; Histórico da perfuração de poços tubulares profundos e hidrodinâmica dos aquíferos, no município de São José dos Campos. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, Brasil - eISSN 2179-9784, 2004. Disponível em:
<<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23500/15584>>.
Acesso em:

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. Ministério da Saúde. 3ª ed. 2ª reimpressão, Brasília, 2007.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. 4ª ed. Brasília, 2013.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A.; HIDROLOGIA. 2º Ed. 1988, 6º reimpressão, 2011.

Google Earth (2012) - software de visualização de terrenos via-satélite.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010.

JORDÃO, Eduardo P.; PESSÔA, Constantino A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5ª edição, Rio de Janeiro. 2009.

JR. ARLINDO P.; ROMÉRIO M. DE A; BRUNA, G. C; CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL. Barueri, SP: Manoele, – (Coleção Ambiental; 1) 2004.

MATOS, A. T.; Poluição Ambiental: impactos no meio físico – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.

NBR 9648 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

NOSCHANG, Mariliz C. S. Gestão e reuso da água em agroindústria. Novo Hamburgo, 2011. Disponível em:
<<http://ged.feevale.br/bibvirtual/Dissertacao/DissertacaoMarilizNoschang.pdf>>. Acesso em: 19 de Setembro de 2013.

NUVOLARI, Ariovaldo. Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2 ed. São Paulo.2011.

PEREIRA, José A. R. Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas: Esgotamento Sanitário na Região Metropolitana de Belém. Belém, 2003.

PHILIPPI, Arlindo Jr. SANEAMENTO, SAÚDE E MEIO AMBIENTE: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, São Paulo, 2005.

PHILIPPI, Arlindo Jr; PELICIONI, Maria Cecília Focesi; Educação e sustentabilidade, Barueri, SP: Manoele, 2005 – 2° Reimpressão 2011.

PORTAL DO GOVERNO DE SÃO PAULO. Portal de notícias. Disponível em:
<<http://www.saopaulo.sp.gov.br>> Acesso em: 15/11/2013.

PROSAB – (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico): Remoção de microrganismos emergentes e micro contaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano/Valter Lucio de Pádua (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

REBOUÇAS, A. C.; Uso inteligente da água. São Paulo: Escrituras, 2004.

RICHTER, Carlos A. Água: Métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo, 2009.

ROSSI-ESPAGNET, A; GOLDSTEIN, G.B & TABIBZADEH, I. Urbanization and health in developing countries: a challenge for health for all. *World Health Stat. Q.*, 44(4):186-244,1991.

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Sistemas de Tratamento de Água. 2006. Disponível em:
<http://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf>. Acesso em: 03 de Outubro de 2012.

SHIKLOMANOV, I. A. Comprehensive assessment of the Freshwater resources to the world.In: Assessment water resources and water availability in the world. WMO/SEI, 85p.1997.

SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde / Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 252 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).ISBN 85-334-1243-6. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas_praticas_agua.pdf> Acesso em: 15 de junho de 2013.

SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf> Acesso em: 24 de Outubro de 2013.

SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasil. Ministério da Saúde. Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde. 40 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos), 2007.

TSUTYIA, M.T. *Abastecimento de Água*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 634 p., 2004.

UFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná; **Apostila de hidrologia aplicada** - Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, 2010. Disponível em: <http://pessoal.utfpr.edu.br/mannich/arquivos/hidro_celimar.pdf>. Acesso em: 03 de Dezembro de 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Modelo de declaração feita para os moradores assinarem se concordassem com a realização do trabalho em seu domicílio.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, morador(a) da Rua _____ nº _____, Bairro Capelinha, no Município de Conceição do Araguaia, venho por meio desta declarar que **autorizo** a Coleta de água em minha residência para análise, bem como publicação dos resultados encontrados, pelas alunas **Aline Rocha Lima** e **Nilvete Cardoso dos Santos** do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental/IFPA autoras do trabalho acadêmico de conclusão de curso, intitulado **“INVESTIGAÇÃO SANITÁRIA E AMBIENTAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS NA CIDADE DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA/PA.”** Com orientação do Professor Rubens Chaves Rodrigues.

Conceição do Araguaia/ PA, 19 de Abril de 2013.

Morador

APÊNDICE II – Tabelas entregues aos moradores para controle e monitoramento do uso de hipoclorito de sódio para o tratamento da água no mês de Julho.

 <p style="text-align: center;">MEC – SETEC SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ CAMPUS DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA</p>  <p style="text-align: center;">CURSO TECNOLÓGICO EM GESTÃO AMBIENTAL</p>			
FICHA DE CONTROLE DE TRATAMENTO			
Mês de Julho de 2013			
Dia 01 – Segunda-feira	() Cloro	Dia 08 – Segunda-feira	() Cloro
Dia 02 – Terça-feira	() Cloro	Dia 09 – Terça-feira	() Cloro
Dia 03 – Quarta-feira	() Cloro	Dia 10 – Quarta-feira	() Cloro
Dia 04 – Quinta-feira	() Cloro	Dia 11 – Quinta-feira	() Cloro
Dia 05 – Sexta-feira	() Cloro	Dia 12 – Sexta-feira	() Cloro
Dia 06 – Sábado	() Cloro	Dia 13 – Sábado	() Cloro
Dia 07 – Domingo	() Cloro	Dia 14 – Domingo	() Cloro
Casa:			

 <p style="text-align: center;">MEC – SETEC SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ CAMPUS DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA</p>  <p style="text-align: center;">CURSO TECNOLÓGICO EM GESTÃO AMBIENTAL</p>			
FICHA DE CONTROLE DE TRATAMENTO			
Mês de Julho de 2013			
Dia 15 – Segunda-feira	() Cloro	Dia 22 – Segunda-feira	() Cloro
Dia 16 – Terça-feira	() Cloro	Dia 23 – Terça-feira	() Cloro
Dia 17 – Quarta-feira	() Cloro	Dia 24 – Quarta-feira	() Cloro
Dia 18 – Quinta-feira	() Cloro	Dia 25 – Quinta-feira	() Cloro
Dia 19 – Sexta-feira	() Cloro	Dia 26 – Sexta-feira	() Cloro
Dia 20 – Sábado	() Cloro	Dia 27 – Sábado	() Cloro
Dia 21 – Domingo	() Cloro	Dia 28 – Domingo	() Cloro
Casa:			

APÊNDICE III – Panfleto entregue aos moradores com instruções de como realizar o tratamento da água e higienizar a caixa d'água.

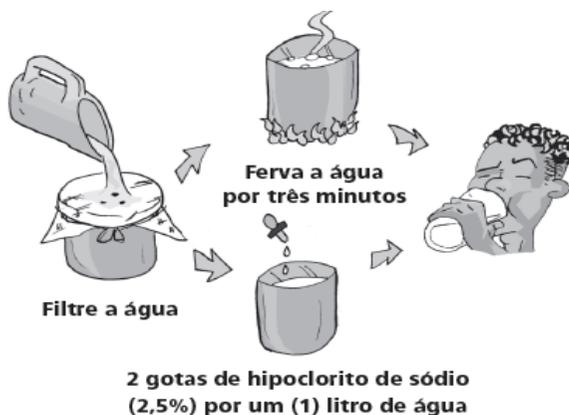


CUIDADOS COM A ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A água sempre contém resíduos das substâncias presentes no meio ambiente como microorganismos e sais minerais, necessitando, pois, de tratamento para remover as impurezas que podem ser prejudiciais ao homem.

A ingestão de água contaminada pode causar diarreias e doenças parasitárias.

Antes de beber água, SEMPRE adote os procedimentos ilustrados abaixo. Isso elimina vírus, bactérias ou parasitas que podem causar doenças.



Procedimentos para higienização com hipoclorito de sódio

Tabela 1. Água para consumo humano

A água para consumo humano deve ser filtrada (com filtro doméstico, coador de papel ou pano limpo), e, posteriormente, fervida. A fervura da água elimina bactérias, vírus e parasitas; por isso, é o método preferencial para tratamento da água de consumo humano. Caso não seja possível ferver, obter água de uma fonte que não tenha sido contaminada por esgoto e realizar a filtração (com filtro doméstico, coador de papel ou pano limpo) e posterior tratamento com hipoclorito de sódio (2,5%).

Água	Hipoclorito de sódio (2,5%)	Modo de higienização
1 litro	2 gotas	<ul style="list-style-type: none">• Para cada litro de água para consumo humano, adicionar duas gotas de hipoclorito de sódio (2,5%);• Deixar repousar por 15 minutos.
20 litros	1 colher das de chá	
200 litros	1 colher das de sopa	
1.000 litros	2 copinhos de café (descartável)	

Fonte: Manual de Saneamento – FUNASA, 2007.

Obs: Na ausência do hipoclorito de sódio a fervura da água constitui um método seguro.

IMPORTANTE: Se você, algum familiar ou amigo apresentar três ou mais episódios de diarreia, em um intervalo de 24 horas, procure atendimento médico. Caso duas ou mais pessoas apresentem diarreia, náusea, vômito ou dor abdominal depois de comer e beber alimentos da mesma origem isso pode ser um surto.

Por isso, notifique, imediatamente, a Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde.

ATENÇÃO: O reservatório de água (caixa d'água) deve ser higienizado de 6 em 6 meses no mínimo. Siga as instruções abaixo.



Instruções para limpeza e desinfecção da caixa d'água (Use botas de borracha e luvas nessa atividade)

1. Feche o registro e esvazie a caixa d'água, abrindo as torneiras e dando descargas.

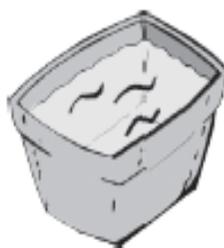


2. Quando a caixa estiver quase vazia, feche a saída e utilize a água que restou para a limpeza da caixa e para que a sujeira não desça pelo cano.



3. Esfregue as paredes e o fundo da caixa utilizando panos e escova macia ou esponja. Nunca use sabão, detergente ou outros produtos.

4. Retire a água suja que restou da limpeza, usando balde e panos, deixando a caixa totalmente limpa.



5. Deixe entrar água na caixa até encher e acrescente 1 litro de hipoclorito de sódio a 2,5% para cada 1.000 litros de água. Use água sanitária somente na ausência total do hipoclorito.

Na falta de hipoclorito de sódio a 2,5%, poderá ser utilizada água sanitária que contenha apenas hipoclorito de sódio (NaClO) e água (H₂O).

6. Aguarde por duas horas para desinfecção do reservatório.

7. Esvazie a caixa. Esta água servirá para limpeza e desinfecção das canalizações.



8. Tampe a caixa d'água para que não entrem pequenos animais ou insetos.



9. Anote a data da limpeza do lado de fora da caixa.



10. Finalmente abra a entrada de água.

Referência:

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/folder_agua_consumo_2011.pdf. Acesso em 02/07/2013.