

Renata Guimarães Rolim

**Fatores relacionados ao uso e qualidade
bacteriológica e físico-química das águas de poços
e minas em propriedades rurais e peri-urbanas no
município de Botucatu**

Botucatu

2005

RENATA GUIMARÃES ROLIM

**FATORES RELACIONADOS AO USO E QUALIDADE
BACTERIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE
POÇOS E MINAS EM PROPRIEDADES RURAIS E PERI-
URBANAS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária, na área de Medicina Veterinária Preventiva.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos de Souza.

BOTUCATU – SP

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Rolim, Renata Guimarães.

Fatores relacionados ao uso e qualidade bacteriológica e físico-química das águas de poços e minas em propriedades rurais e peri-urbanas no Município de Botucatu / Renata Guimarães Rolim. – 2005.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2005.

Orientador: Luiz Carlos de Souza

Assunto CAPES: 40602001

1. Água - Qualidade - Botucatu(SP) 2. Água de mina - Análise -
Qualidade 3. Água de poço - Análise - Qualidade

CDD 628.162

CDD 614.44

Palavras-chave: Coliformes fecais; Coliformes totais; GPS; Minas; Qualidade da água; Poços;

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho principalmente aos meus pais, Luiz Antônio e Leia, pelo amor, apoio e incentivo que nunca me foi faltado.

Ao meu noivo Kleber, pelo amor e carinho que nos une.

Aos meus irmãos Fernanda, Fábio e Cláudia pelo companheirismo e amizade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos de Souza pela orientação, amizade e apoio constante durante a elaboração do trabalho;

À funcionária Dona Zeza, pela ajuda e apoio no laboratório, na preparação dos meios de cultura;

À Prefeitura de Botucatu (Centro de Controle de Zoonoses), especialmente ao Médico Veterinário Jonas Brant e seus auxiliares, pela colaboração constante, ajuda na localização das propriedades, fornecimento de condução para a coleta das amostras e aquisição do aparelho de GPS;

À Prof^a. Dr^a. Assunta Maria Marques da Silva, do Departamento de Química, pela ajuda na realização das análises químicas das amostras de água;

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani, do Departamento de Bioestatística, pela análise estatística dos dados obtidos;

À Prof^a. Lígia Simões, do Departamento de Microbiologia e Imunologia do IB, pela grande ajuda na utilização do GPS e na elaboração de mapas com os pontos estudados;

Ao Dr. Eduardo Muradas, da Sabesp/Botucatu, pela orientação e ensinamentos;

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para o sucesso deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipo de captação de água de mina	23
Figura 2 - Tipos de poços: tubular profundo, escavado e tipo ponteira.....	25
Figura 3 - Características da construção de um poço	26
Figura 4 – Captação da água de poço através de latas de tinta	27
Figura 5 – Localização de poço próximo à fossa	28
Figura 6 – Poço localizado próximo à cocheira - possível fonte de contaminação.....	29
Figura 7 - Mapa da cidade de Botucatu.	73
Figura 8 - Mapa da interpolação dos valores de coliformes termotolerantes para a área estudada	74
Figura 9 - Mapa da interpolação dos valores de coliformes totais para a área estudada	75
Figura 10 – Mapa da interpolação dos valores de fósforo para a área estudada.	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição das fontes segundo seu tipo	44
Gráfico 2 - Distribuição das fontes segundo a forma de captação da água	45
Gráfico 3 - Distribuição das fontes segundo tipo de banheiro	45
Gráfico 4 - Distribuição das fontes segundo tipo de fossa	45
Gráfico 5 - Distribuição das fontes segundo sua distância em relação à fossa.....	46
Gráfico 6 - Distribuição das fontes segundo destino do lixo	46
Gráfico 7 - Distribuição das fontes segundo a realização de tratamento de água.....	46
Gráfico 8 - Distribuição das fontes segundo a noção sobre qualidade da água.....	47
Gráfico 9 - Distribuição das fontes segundo o conhecimento de doenças relacionadas à água.....	47
Gráfico 10 - Distribuição das fontes segundo a presença de problemas de saúde (diarréia, vômito ou febre) nos últimos 15 dias.....	47
Gráfico 11 - Distribuição das fontes segundo fonte de água para irrigação	48
Gráfico 12 - Distribuição das fontes segundo a utilização de defensivos agrícolas ..	48
Gráfico 13 - Distribuição das fontes segundo grau de escolaridade do entrevistado	48
Gráfico 14 - Distribuição das fontes segundo tipo de propriedade	49
Gráfico 15 - Distribuição das fontes segundo se a água possuía cor.....	49
Gráfico 16 - Distribuição das fontes segundo se a água possuía cheiro	49
Gráfico 17 - Distribuição das fontes segundo se a água possuía sujeira	50
Gráfico 18 - Distribuição das fontes segundo a existência de caixa d'água.....	50
Gráfico 19 - Distribuição das fontes segundo o uso da fonte	50
Gráfico 20 - Distribuição das fontes segundo espécie animal na propriedade	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultado das análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e fosfato 43

Quadro 2 – Medidas descritivas dos coliformes e fosfato nas fontes pesquisadas.. 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo de fonte	52
Tabela 2 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo de fonte ..	52
Tabela 3 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo de fonte	53
Tabela 4- Medidas descritivas do coliforme total segundo forma de captação	53
Tabela 5 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo forma de captação.....	53
Tabela 6 - Medidas descritivas do fosfato segundo forma de captação	54
Tabela 7 - Medidas descritivas do coliforme total segundo distância da fossa à fonte	54
Tabela 8 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo distância da fossa à fonte.....	54
Tabela 9 - Medidas descritivas do fosfato segundo distância da fossa à fonte	55
Tabela 10 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo de banheiro	55
Tabela 11 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo de banheiro	55
Tabela 12 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo de banheiro.....	56
Tabela 13 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo de fossa.....	56
Tabela 14 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo de fossa	56
Tabela 15 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo de fossa	57
Tabela 16 - Medidas descritivas do coliforme total segundo destino do lixo	57
Tabela 17 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo destino do lixo	57
Tabela 18 - Medidas descritivas do fosfato segundo destino do lixo.....	58
Tabela 19 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tratamento de água.....	58
Tabela 20 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tratamento de água	58
Tabela 21 - Medidas descritivas do fosfato segundo tratamento de água	59
Tabela 22 - Medidas descritivas do coliforme total segundo noção sobre qualidade da água	59
Tabela 23 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo noção sobre qualidade da água.....	59

Tabela 24 - Medidas descritivas do fosfato segundo noção sobre qualidade da água	60
Tabela 25 - Medidas descritivas do coliforme total segundo conhecimento de doenças relacionadas à água	60
Tabela 26 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo conhecimento de doenças relacionadas à água	60
Tabela 27 - Medidas descritivas do fosfato segundo conhecimento de doenças relacionadas à água	61
Tabela 28 - Medidas descritivas do coliforme total segundo existência de problemas de saúde nas pessoas nos últimos 15 dias da data da entrevista	61
Tabela 29 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo existência de problemas de saúde nas pessoas nos últimos 15 dias da data da entrevista....	61
Tabela 30 - Medidas descritivas do fosfato segundo existência de problemas de saúde nas pessoas nos últimos 15 dias da data da entrevista	62
Tabela 31 - Medidas descritivas do coliforme total segundo fonte de água para irrigação	62
Tabela 32 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo fonte de água para irrigação	62
Tabela 33 - Medidas descritivas do fosfato segundo fonte de água para irrigação...	63
Tabela 34 - Medidas descritivas do coliforme total segundo utilização de defensivos agrícolas.....	63
Tabela 35 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo utilização de defensivos agrícolas	63
Tabela 36 - Medidas descritivas do fosfato segundo utilização de defensivos agrícolas.....	64
Tabela 37 - Medidas descritivas do coliforme total segundo grau de escolaridade do entrevistado.....	64
Tabela 38 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo grau de escolaridade do entrevistado	64
Tabela 39 - Medidas descritivas do fosfato segundo grau de escolaridade do entrevistado.....	65
Tabela 40 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo da propriedade	65
Tabela 41 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo da propriedade	65

Tabela 42 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo da propriedade.....	66
Tabela 43 - Medidas descritivas do coliforme total segundo se a água possui cor ...	66
Tabela 44 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo se a água possui cor	66
Tabela 45 - Medidas descritivas do fosfato segundo se a água possui cor	67
Tabela 46 - Medidas descritivas do coliforme total segundo se a água possui cheiro	67
Tabela 47 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo se a água possui cheiro	67
Tabela 48 - Medidas descritivas do fosfato segundo se a água possui cheiro.....	68
Tabela 49 - Medidas descritivas do coliforme total segundo se a água possui sujeira	68
Tabela 50 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo se a água possui sujeira	68
Tabela 51 - Medidas descritivas do fosfato segundo se a água possui sujeira.....	69
Tabela 52 - Medidas descritivas do coliforme total segundo existência de caixa d'água	69
Tabela 53 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo existência de caixa d'água	69
Tabela 54 - Medidas descritivas do fosfato segundo existência de caixa d'água.....	70
Tabela 55 - Medidas descritivas do coliforme total segundo uso da fonte	70
Tabela 56 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo uso da fonte	70
Tabela 57 - Medidas descritivas do fosfato segundo uso da fonte.....	71
Tabela 58 - Medidas descritivas do coliforme total segundo espécie animal	71
Tabela 59 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo espécie animal	71
Tabela 60 - Medidas descritivas do fosfato segundo espécie animal.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ONU = Organização das Nações Unidas

SABESP = Companhia de Saneamento Básico de São Paulo

UNESCO = Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

OMS = Organização Mundial de Saúde

DAEE = Departamento de Águas e Energias

CONAMA = Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

GPS = Posicionamento Global por Satélite

CEATOX = Centro de Assistência Toxicológica

NMP = Número Mais Provável

CLBVB = Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante

EC = *Escherichia coli*

DDT = Diclorodifeniltricloreto

FATORES RELACIONADOS AO USO E QUALIDADE BACTERIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DE POÇOS E MINAS EM PROPRIEDADES RURAIS E PERI-URBANAS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram os de realizar um levantamento de propriedades que utilizavam água de poços e minas, localizados tanto na área rural quanto na peri-urbana, no município de Botucatu, além de verificar a qualidade da água em função de seu uso e detectar a percepção dos proprietários em relação a importância de sua qualidade em termos de saúde pública. A metodologia usada para essa pesquisa consistiu de entrevistas com os proprietários dos poços e minas, por meio de questionário englobando aspectos da propriedade, da fonte e tipo de tratamento, da colheita e análise da água. Foram estudadas 28 fontes, sendo 22 poços e 6 minas. Foram colhidas três amostras de cada fonte em semanas consecutivas, e realizadas análises bacteriológicas de coliformes totais e termotolerantes, através da técnica dos tubos múltiplos e análises químicas de cobre, fosfato e organoclorados. Os resultados obtidos pelas análises revelaram um índice de contaminação por coliformes totais de 93% e de coliformes termotolerantes em 82% nas fontes analisadas, concluindo-se que estavam impróprias para consumo, de acordo com a legislação vigente, a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos para o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Não foram detectados teores de cobre e organoclorados nas amostras. Já, a análise de fosfato resultou em 53,6% das fontes acima do padrão estabelecido pela legislação. Com os resultados obtidos da aplicação do questionário nas 28 propriedades, constatou-se que 75% da forma de captação da água das fontes era feita através de bomba elétrica; 46% das fontes se distanciavam mais de 30 metros das fossas; 50% dos proprietários não faziam algum tipo de tratamento na água antes de seu uso e 46% filtravam; 75% dos entrevistados tinham uma noção ruim sobre qualidade da água e 86% não conheciam doenças de veiculação hídrica; 46% das fontes eram usadas para uso doméstico, dessedentação humana e animal e irrigação, e em 36% das propriedades a espécie animal predominante era o cão. As propriedades foram

localizadas através de GPS e dispostas em mapas para melhor visualização das áreas mais críticas. De acordo com os resultados encontrados, durante a realização do projeto foi desenvolvida uma atividade de orientação aos proprietários das fontes sobre a importância de uma água de boa qualidade, da necessidade de sua desinfecção, ressaltando-se aspectos de prevenção de diversas infecções que podem por ela ser transmitidas. Foi entregue um “folder” explicativo em cada propriedade, com algumas considerações sobre o correto uso da água. Os altos índices de contaminação das fontes estudadas representam riscos à saúde caso não sejam aplicadas medidas visando o tratamento e a preservação da qualidade microbiológica da água. Portanto, concluiu-se que as amostras de água analisadas foram consideradas impróprias para consumo humano e que se constituem num importante fator de risco à saúde das pessoas que as utilizam.

Palavras chaves:

Poços, minas, coliformes totais, coliformes termotolerantes, GPS, qualidade da água.

FACTORS RELATED TO THE USE AND BACTERIOLOGIC AND PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF WELLS AND MINES WATER IN AGRICULTURAL AREAS AND IN THE PERI-URBAN ONE IN THE CITY OF BOTUCATU

ABSTRACT

The objectives of this work had been to carry a survey of properties that used water of wells and mines, located in the agricultural area and in the peri-urban one, in the city of Botucatu, besides verifying the quality of the water in function of its use and detecting the perception of the proprietors in relation the importance of its quality in terms of public health. The used methodology for this research consisted of interviews with the proprietors of the wells and mines, by means of questionnaire including aspects of the property, the spring, type of treatment, the harvest and analysis of the water. 28 sources had been studied, being 22 wells and 6 mines. Three samples of each source had been harvested, in consecutive weeks, and they were carried through bacteriological analysis of total and termotolerante coliforms through the multiple tube fermentations technique and chemical analysis of copper, phosphate and organochlorines. The results gotten for the analysis had disclosed an index of contamination for total coliform of 93% and termotolerant coliform in 82% in the analyzed sources, concluding that they were improper for consumption, in accordance with the current law, Portaria nº 518 of the Health department that it establishes the procedures for the control and the monitoring of the quality of the water for human consumption and its potable standard. Organochlorines and copper texts had not been detected in any samples. But, the phosphate analysis resulted in 53,6% of the sources above of the standard established by the legislation. With the gotten results of the application of the questionnaire in the 28 properties it was evidenced that in 75% of spring water captation were done through electric bomb; 46% of the springs are distant more than 30 metres from the cesspits; 50% of the proprietors did not make any type of treatment in the water before its use and 46% filtered it; 75% of the interviewed ones had a bad notion on quality of the water and 86% did not know illnesses of hidric propagation; 46% of the sources were used for domestic use, human and animal drinking and irrigation, and in 36% of the properties the predominant animal species was the dog. The properties had been located

through GPS and disposed in maps for better visualization of the most critical areas. In accordance to the results found, during the accomplishment of the project were developed an activity of orientation to the proprietors of the wells on the importance of a good quality water, of the necessity of its disinfection, standing out aspects of prevention of diverse infections that can be transmitted. It was delivered a clarifying folder in each property indicating some orientation on the correct use of the water. The high level of contamination of the studied sources represent risks to the health if specific measures are not applied aiming the correct treatment and the preservation of the microbiological quality of the water. Therefore, one concluded that the analyzed water samples had been considered improper for human consumption and they constitute an important factor of risk to the health of the people who use them.

Key words:

Wells, mines, total coliforms, termotolerants coliforms, GPS, water quality.

SUMÁRIO

Lista de Figuras

Lista de Gráficos

Lista de Quadros

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas e Siglas

Resumo

Abstract

1) INTRODUÇÃO	16
2) REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1) <i>Distribuição da água na natureza e situação atual</i>	18
2.2) <i>Controle da potabilidade da água</i>	21
2.3) <i>Fontes Subterrâneas</i>	22
2.4) <i>Indicadores da qualidade microbiológica da água (coliformes)</i>	31
2.5) <i>Características químicas da água subterrânea</i>	33
3) MATERIAL E MÉTODO	36
3.1) <i>Entrevista</i>	36
3.2) <i>Colheita de água</i>	37
3.3) <i>Análise bacteriológica da água</i>	38
3.4) <i>Análise química da água</i>	39
4) RESULTADOS	42
4.1) <i>Coliformes totais e coliformes termotolerantes</i>	42
4.2) <i>Fosfato, cobre e organoclorados</i>	42
4.3) <i>Resultados obtidos pela aplicação do questionário</i>	44
4.4) <i>Associações dos resultados das análises com os dados do questionário</i>	51
4.5) <i>Dados do GPS</i>	72
4.6) <i>Trabalho de Educação Sanitária</i>	77
5) DISCUSSÃO	78
6) CONCLUSÃO	81
7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
8) ANEXO	87
9) APÊNDICES	88

1) INTRODUÇÃO

A água constitui elemento essencial à vida vegetal e animal. Sabe-se, contudo, que pode ser nociva aos mesmos em face de sua má qualidade, ocasionando graves problemas de saúde, por servir de veículo para vários agentes biológicos e químicos. O que realmente causa danos à saúde humana ou de animais que bebem água poluída, são as substâncias tóxicas e microrganismos patogênicos que ela pode conter. Ambos, porém, são invisíveis a olho nu, não alterando as características estéticas da água. No entanto, o simples aspecto da mesma não é suficiente para permitir uma conclusão sobre sua potabilidade. É importante, portanto, garantir que a água distribuída para a população esteja dentro do padrão de potabilidade previsto pela legislação e pelas normas específicas, como medida de prevenção de doenças e promoção da saúde.

A preocupação com a adequada captação e uso da água, especialmente na zona rural e peri-urbana, que sabidamente são mais desprotegidas no que tange ao saneamento e abastecimento básico, deve ser constante e servir de incentivo a vários pesquisadores da área de Saúde Pública. É de fundamental importância para a saúde e progresso de toda uma comunidade que esta usufrua de uma água de qualidade e em quantidade suficiente que possa atender a todas as suas necessidades.

Nos últimos anos, as áreas urbanas e peri-urbanas têm manifestado uma alta taxa de crescimento, com uma diminuição da população rural e um incremento do número de habitantes em áreas urbanas. Em muitos lugares, não existe transição que delimite estas áreas, pois o crescimento da área urbana e a diminuição da área rural têm criado zonas peri-urbanas gigantes, que diferem quanto à infra-estrutura e condições de saúde.

A água subterrânea tem se tornado uma fonte alternativa de abastecimento de água para o consumo humano nas áreas rurais. Isto é devido tanto à escassez quanto à poluição das águas superficiais, tornando os custos de tratamento, em níveis de potabilidade, cada vez mais elevados. Em geral, as águas subterrâneas são potáveis e dispensam tratamento prévio, pois os processos de filtração e

depuração do subsolo promovem a purificação da água durante sua percolação no meio, tornando-se uma fonte potencial de água de boa qualidade e baixo custo, podendo sua exploração ser realizada em áreas rurais e urbanas.

O desenvolvimento dessa pesquisa torna-se essencial para o município de Botucatu, onde o uso de água de poço para diversos fins ainda é questionado. É de interesse para a própria cidade que se realize um recenseamento de quais propriedades utilizam esse tipo de abastecimento alternativo, quais suas condições de uso e principalmente qual a qualidade bacteriológica dessa água.

Os **objetivos** desse trabalho foram:

- Realizar um levantamento de propriedades que utilizam água de fontes alternativas (poços e minas) na área rural e peri-urbana do município de Botucatu;
- Verificar a qualidade da água em função de seu uso através de análises bacteriológicas de coliformes totais e termotolerantes e análises químicas de cobre, fosfato e organoclorados;
- Detectar a percepção dos proprietários em relação à importância da qualidade da água.

2) REVISÃO DE LITERATURA

2.1) Distribuição da água na natureza e situação atual

A água na natureza abrange quase 4/5 da superfície terrestre; deste total, 97% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Dentre estas, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades. Portanto, somente 0,3% do volume total de água do planeta pode ser aproveitada para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios, lagos) e 0,29% restante, em fontes subterrâneas (poços e nascentes) (MACÊDO, 2001). O Brasil possui uma das maiores reservas de água doce do mundo, compreendendo mais de 12% da água potável da terra. Porém, toda essa água é mal distribuída, sendo que 60% da água potável está na Amazônia, onde vivem cerca de 17 milhões de pessoas enquanto que 40% abastecem 143 milhões de brasileiros nas demais regiões (THAME, 2001).

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), 21 nações já sofrem com a falta de água e o consumo foi multiplicado por seis nesse século. Apesar do maior consumo, 20% da população mundial não tem acesso a água potável. Aliadas à falta de água estão a má distribuição e contaminação do recurso; atualmente cerca de 1,4 bilhões de pessoas não tem acesso a água limpa; a cada oito segundos morre uma criança por uma doença relacionada com água contaminada, como desintéria e cólera, e 80% das enfermidades no mundo são contraídas por causa da água poluída. A ONU diz ainda que para cada dólar investido em saneamento básico, economizam-se cinco dólares nos 10 anos seguintes em médicos, no atendimento em postos de saúde, em hospitais na cidade e no campo. Em 2000, o governo federal gastou R\$ 178 milhões em atendimento de doenças relacionadas a problemas com água. Investir em saneamento é investir em saúde preventiva e economizar em saúde curativa. Segundo a SABESP (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo), as projeções indicam que não haverá água potável disponível em 2010 nas regiões da grande São Paulo, Campinas e Jundiaí (MACÊDO, 2001; THAME, 2001).

O secretário-geral da ONU, Kofi Annan, ao eleger 2003 o Ano Internacional da Água Doce, afirmou que “é provável que a água se torne cada vez mais uma fonte de tensão e de uma feroz competição entre as nações, se a tendência atual se mantiver”. De acordo com a UNESCO (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura), não há água suficiente para saneamento e higiene para 40% da população do mundo. A escassez de água estará afetando, em 2050, de 2 bilhões a 7 bilhões de pessoas, dependendo de fatores como o crescimento da população e das medidas tomadas pelos governantes para lidar com a crise. De acordo com o relatório da UNESCO, o Brasil é o 25º colocado no ranking de nações com maior quantidade de água por habitante, com 48,3 mil m³ por habitante por ano (TEIXEIRA, 2003).

Atualmente, um assunto em pauta no país tem sido a preservação dos recursos hídricos. Essa é uma preocupação universal que adquire força diante da degradação do meio ambiente, da poluição das águas e do aumento da escassez de água potável em várias regiões do planeta. A preservação e a conservação de recursos hídricos subterrâneos é fundamental, porque através das fontes de poluição, são introduzidas na água substâncias nocivas, tóxicas ou patogênicas que modificam seu caráter físico, biológico e/ou químico. Água pura praticamente não existe na natureza. Geralmente, ela contém impurezas, que podem estar em maior ou menor quantidade, dependendo da sua procedência e dos usos que se faz da mesma (LIMA et al., 2001).

A água está em constante renovação por meio do ciclo hidrológico. Há uma contínua e crescente demanda hídrica, resultante da expansão populacional e do comportamento da sociedade, que exige grandes quantidades de água para consumo e normalmente a devolve ao meio com qualidade imprópria à reutilização, muitas vezes superando a velocidade de reposição permitida pelo ciclo hidrológico. Sua restituição ao meio natural, sem tratamento prévio, não está isenta de riscos à saúde e ao próprio ambiente. É o que acontece com a contaminação e a poluição provocadas pelos efluentes domésticos, públicos e industriais, lançados diretamente nos cursos de água, além de resíduos químicos provenientes de adubos, defensivos agrícolas e inseticidas que acabam alcançando, por escoamento, os lençóis freáticos, rios e lagos naturais ou artificiais. Essa contaminação é causada pelo desenvolvimento industrial, pelo crescimento demográfico e pela ocupação do solo de forma intensa e acelerada, provocando o comprometimento dos recursos hídricos

disponíveis para o consumo humano, recreação e múltiplas atividades, aumentando consideravelmente o risco de doenças de transmissão de origem hídrica (GERMANO & GERMANO, 2001; CONTE & LEOPOLDO, 2001).

A água de consumo humano é um dos mais importantes veículos de enfermidades diarréicas de natureza infecciosa. As doenças de veiculação hídrica são causadas principalmente por microrganismos patogênicos transmitidos basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes do homem e/ou animais infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída com fezes, ocorrendo principalmente em áreas onde as condições de saneamento básico são precárias. Essas doenças podem ser causadas por microrganismos infecciosos, como bactérias, vírus, protozoários e helmintos, sendo alguns exemplos de enfermidades, a febre tifóide, cólera, gastroenterites, shigeloses, salmonelose, hepatite A, amebíase, giardíase, criptosporidiose, esquistossomose e diversas verminoses. Portanto, a água constitui fator de risco relevante para toda a sociedade, pelo fato de poder estar poluída e/ou contaminada, podendo causar dano à saúde humana, através da transmissão de doenças (AMARAL et al., 2003; GERMANO & GERMANO, 2001; MACÊDO, 2001; PELCZAR et al., 1996 a; TWORT et al., 1994).

No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, fontes bastante susceptíveis à contaminação. O risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica nesse meio é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (AMARAL et al., 2003).

No Reino Unido, após analisar-se amostras de água de fontes privadas, verificou-se que 100% das amostras dos poços e 63% das nascentes estavam fora dos padrões de potabilidade, representando um risco considerável à saúde dos consumidores (AMARAL et al., 2003).

Nos Estados Unidos estima-se que mais de 900.000 pessoas adoecem e 900 morrem por ano por doenças originárias de água contaminada. Em 1997, em torno de 30 milhões de americanos beberam água de sistemas que estavam fora dos padrões de saúde pública (EUA, 2001). Uma pesquisa mostrou que doenças intestinais infecciosas ocorrem em uma a cada cinco pessoas a cada ano na

Inglaterra, mas somente uma pequena proporção de casos é reportada (FERRAN & JORDI, 2000).

Em um estudo realizado no Canadá foi possível o isolamento de *Escherichia coli* O157:H7 das fezes de uma criança com diarreia sanguinolenta e na água de poço da residência onde ela residia. A mesma bactéria foi isolada nas fezes de 63% dos bovinos da fazenda (AMARAL et al., 2003).

Um trabalho realizado por Musa et al. (1999) mostrou que água de baixa qualidade continua a ser o maior fator de risco na saúde pública em comunidades rurais e peri-urbanas no norte do Sudão, África. O acesso a uma fonte de água de boa qualidade para beber é limitado nessas comunidades. Amostras de água da fonte e do reservatório tiveram contagem de coliformes termotolerantes bem acima do nível recomendado pela OMS (Organização Mundial de Saúde).

Em áreas rurais e urbanas a ingestão de hortaliças é uma das principais fontes de parasitoses intestinais nas pessoas. A principal forma de contaminação dessas hortaliças é a água contaminada por material fecal de origem humana, utilizada na irrigação de hortas ou ainda por contaminação do solo por uso de adubo orgânico com dejetos fecais, como foi mostrado nos trabalhos de Mesquita et al. (1999) e Takayanagui et al. (2001).

Souza & Côrtes (1992) pesquisaram a qualidade da água de bebida utilizada para a dessedentação de animais em propriedades de Botucatu, investigando-se a existência de coliformes de origem fecal pela metodologia dos tubos múltiplos. Levou-se em consideração o efeito das estações climáticas, o local, a origem da água, o tipo de bebedouro e a qualidade da água de bebida fornecida aos animais. A partir dos resultados, concluiu-se que as águas oferecidas aos animais foram consideradas de boa qualidade.

2.2) Controle da potabilidade da água

Para água destinada ao consumo humano, devem ser atendidos certos requisitos de qualidade. Os teores de impurezas que podem estar presentes devem ser limitados, até um nível não prejudicial ao homem, e são estabelecidos pelo órgão de Saúde Pública como Padrões de Potabilidade. No Brasil, os teores máximos de impurezas na água para consumo humano foram fixados pelo Ministério da Saúde,

através da Portaria Federal nº 518, de 25 de Março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. De acordo com essa Portaria, a água para consumo humano deve conter ausência em 100 ml de coliformes termotolerantes (fecais). Para água de consumo humano, coletada em amostras individuais de poços, fontes e nascentes, sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais na ausência de *E. coli* e/ou coliformes termotolerantes (BRASIL, 2004).

O monitoramento periódico da qualidade microbiológica da água e a observação das medidas de proteção das fontes são fatores muito importantes para a prevenção de doenças de veiculação hídrica. A maioria das doenças nas áreas rurais pode ser consideravelmente reduzida desde que a população tenha acesso a água potável. O problema maior é a ausência de monitoramento da qualidade da água consumida (AMARAL et al., 2003).

2.3) Fontes Subterrâneas

Algumas propriedades rurais não contam com um sistema público de abastecimento de água, de modo que é preciso instalar sistemas próprios de abastecimento. Nesse meio, a maioria dos abastecimentos de água provém de lençóis subterrâneos, através de poços e minas (Figura 1). Água subterrânea é a água presente no subsolo, ocupando os interstícios, fendas, falhas ou canais existentes nas diferentes camadas geológicas. Os poços rasos ou profundos, tubulares ou escavados, são obras destinadas a permitir a retirada artificial da água subterrânea das camadas em que se encontram (MOTA, 1999; VIANA, 1991).



Figura 1 – Tipo de captação de água de mina

Os primeiros vestígios da utilização das águas subterrâneas são de 12.000 anos antes de Cristo. Acredita-se que os chineses foram os primeiros a dominar a técnica de perfurar poços, e na Bíblia existem relatos de escavações para obtenção de água potável.

As águas subterrâneas são amplamente exploradas para o suprimento nas áreas rurais, pois constituem, muitas vezes, o recurso mais econômico e seguro. Em muitas zonas, a exploração compreende poços tubulares de baixo rendimento, comumente perfurados sem controle, explorando aquíferos com níveis freáticos muito elevados e oferecendo um abastecimento não-tratado, sem monitoração nem proteção sanitária na maioria dos casos (FOSTER et al., 1993).

As reservas subterrâneas geralmente são formadas e realimentadas pelas águas de chuvas, neblinas, neves e geadas, que fluem lentamente pelos poros das rochas. Normalmente esses reservatórios possuem água de boa qualidade para o uso humano, devido ao processo de filtragem pelas rochas e por reações biológicas e químicas naturais. Por não ficarem na superfície, ficam mais protegidas de diversos agentes poluentes do que as águas de rios e lagos.

A água de escoamento superficial durante o período de chuva é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade da água. A presença de coliformes em amostras de água de mananciais tem relação direta com a presença de chuvas devido ao arraste de excretas humana e animais (AMARAL et al., 2003).

Hoje, em muitas localidades, depois de se chegar ao limite máximo de utilização da água superficial disponível, procura-se usar a água subterrânea, através da perfuração de poços. O bombeamento é tão intenso, que a água não se renova. Como não se consegue regenerar toda a água que é retirada, os aquíferos vêm sofrendo depleção em diversas regiões e gerando um expressivo afundamento do solo. Calcula-se que somente na Índia, China, Estados Unidos, África do Norte, Arábia Saudita, Paquistão, Iêmen e México, são retiradas e não renovadas quase 200 bilhões de toneladas de água por ano (THAME, 2001).

O poço é uma abertura feita no solo com a finalidade de captar a água do subsolo. Os poços são denominados rasos quando captam a água do lençol freático, ou seja, a água que se encontra acima da primeira camada impermeável. Os poços são denominados profundos (artesianos) quando captam a água de lençóis situados entre duas camadas impermeáveis. Fornecem, em geral, mais água e estão mais sujeitos a variações hidrológicas. Sua poluição é mais difícil, já que a água que os alimenta percorreu maiores distâncias dentro do solo e teve mais oportunidade de purificar-se bacteriologicamente (VIANA, 1991).

Dentre os poços rasos, o poço escavado é o tipo mais utilizado pela população rural brasileira e recebe nomes distintos, dependendo da região: cisterna, cacimba, cacimbão, poço amazonas, poço caipira ou simplesmente poço. São poços cilíndricos, abertos manualmente, com uso de picareta e pá. Outras classificações incluem o poço a trado, poço radial, ponteiros cravadas e galerias (Figura 2). Poços profundos são poços perfurados com máquinas, com profundidades que variam de 40 a 1000 metros.

A boa prática e a regulamentação da construção de poços protegem a saúde de quem utiliza a água, pela aplicação de medidas adequadas que visam prevenir a contaminação do suprimento. É indispensável a aplicação de medidas de proteção na construção de poços destinados ao suprimento doméstico, público ou industrial (CETESB, 1978).



Figura 2 - Tipos de poços: tubular profundo, escavado e tipo ponteira

Na localização de um poço raso devem ser levadas em consideração algumas condições básicas: situação no ponto mais elevado possível do lote; situação o mais distante possível em direção oposta a de escoamentos subterrâneos provenientes de focos conhecidos ou prováveis de poluição; cobertura adequada do poço com tampa bem vedada; elevação das paredes do poço acima do solo, pelo menos 20 cm; construção de uma calçada com largura de 1 m, em volta da boca do poço (Figura 3). No que diz respeito às distâncias mínimas entre a fonte de suprimento de água e os focos de poluição, recomenda-se uma distância de 15 metros entre fossas secas, tanques sépticos e linhas de esgoto e uma distância de 30 metros entre poços absorventes, linhas de irrigação e estábulos (VIANA, 1991).

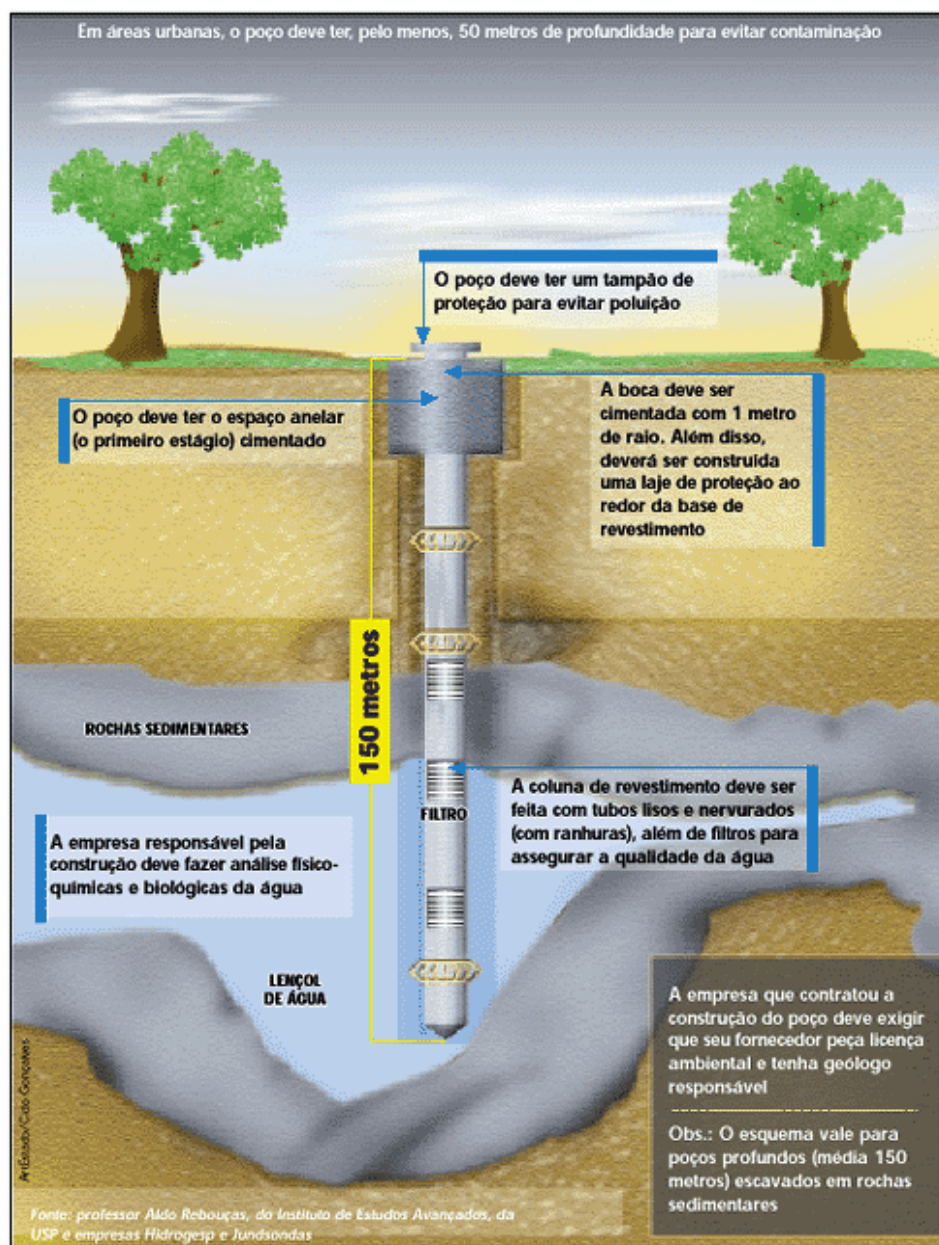


Figura 3 - Características da construção de um poço

Algumas fontes de água subterrânea são contaminadas em consequência de negligências do próprio homem. Dentre as causas de contaminação de poços rasos encontra-se a contaminação direta por impurezas que possam cair através da abertura superior do poço ou contaminação da corda; a construção imperfeita de poços e a falta de vedação de poços abandonados (Figura 4); contaminação pelo escoamento superficial; contaminação por infiltração de águas de enxurradas infiltradas na região próxima ao poço; contaminação do lençol freático por um foco

de contaminação como, por exemplo, fossa seca ou poço absorvente (Figura 5). Poços domiciliares oferecem água de aquíferos relativamente rasos, portanto bem próximos à superfície do solo, podendo ser facilmente contaminados pela infiltração proveniente de fossas negras ou águas de enxurradas, sendo necessária uma permanente vigilância destes locais (VIANA, 1991).



Figura 4 – Captação da água de poço através de latas de tinta



Figura 5 – Localização de poço próximo à fossa

As fontes de contaminação em águas subterrâneas são, em geral, diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos (FREITAS et al. 2001).

A deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, aumenta o risco da contaminação das águas subterrâneas (Figura 6). O dejetos bovino depositado no solo representa risco de contaminação das fontes de água, uma vez que esses animais são reservatórios de diversos microrganismos como *Cryptosporidium parvum* e *Giardia sp.* que são causadores de enfermidades humanas. Isso mostra o papel desses animais na contaminação ambiental por esses importantes patógenos de veiculação hídrica (AMARAL et al., 2003).

Durante a ocorrência de um surto de criptosporidiose na Inglaterra, entre novembro de 1992 e fevereiro de 1993, foi possível associar o consumo de água de fonte subterrânea não tratada ao aparecimento de enfermidades. Durante o período

de chuva, a infiltração da água de escoamento de uma pastagem que apresentava fezes animais, para dentro da fonte, foi a causa de contaminação.



Figura 6 – Poço localizado próximo à coqueira - possível fonte de contaminação

Em um levantamento das condições sanitárias na área do pólo noroeste do estado de Mato Grosso, constatou-se que em sua área rural, 98% da população não contava com nenhum serviço de saneamento. Os serviços de abastecimento de água dessas comunidades pesquisadas apresentaram elevados índices de contaminação por coliformes termotolerantes, de 180/100 mL, devido ao uso inadequado da água nos domicílios, intermitência do sistema de abastecimento e ausência de uma ação preventiva representada pela cloração da água após sua captação. Grande parte da população usava água de poços domiciliares que se apresentaram totalmente contaminados com índices de coliformes termotolerantes superiores a 9000/100 mL. Esses valores foram explicados devido às inúmeras fossas negras existentes, quase sempre ao lado dos poços, assim como pela presença constante de criações extensivas ou não de porcos e outros animais (GOMES, 1989).

Pacheco et al. (2000) desenvolveram um trabalho onde foi estudada a relação fossa/poço num bairro do município de Itaquaquecetuba/SP e consequências para a saúde da população que faz uso da água subterrânea. Nesse bairro não havia

saneamento básico e a população usava água de poço raso e dispunha o esgoto em fossas secas e negras. Numa análise preliminar da água de 10 poços, detectou-se a presença de coliformes totais e termotolerantes em 50% dos poços. Foram destacados os sistemas de disposição “in situ”, principalmente as fossas secas e negras, como uma das mais importantes fontes pontuais de contaminação das águas subterrâneas. Quando mal implantados e operados acabam por contaminar as águas subterrâneas por elementos físicos, químicos e microrganismos patogênicos. Segundo a OMS, a interação fossa/poço é responsável pela má qualidade de numerosos poços de abastecimento público e privado nos países do Terceiro Mundo. No Brasil, em grande parte, é responsável por 70% da taxa de mortalidade infantil (PACHECO et al, 2000).

O Brasil possui uma reserva subterrânea com mais de 111 trilhões de metros cúbicos de água. 1 litro de água retirada de um poço pode custar 15 vezes menos que 1 litro de água de fontes superficiais, como rios. Estima-se que 51% do abastecimento público e privado é feito por captações subterrâneas, através de mais de 200.000 poços tubulares e quase um milhão de poços-cacimba escavados. No Estado de São Paulo, 61% dos núcleos urbanos utilizam-se de aquíferos no fornecimento total ou parcial de água potável para uso público (FOSTER et al., 1993).

Aproximadamente metade dos depósitos de águas subterrâneas não pode ser utilizada, pois estão localizadas a mais de 800 metros de profundidade.

Nos últimos 25 anos foram perfurados por volta de 12 milhões de poços no mundo. No Brasil, observou-se nas últimas décadas um aumento da utilização da água subterrânea para o abastecimento público, o que é preocupante, haja vista o risco de poluição dos aquíferos, as conseqüências desconhecidas de uma utilização em larga escala, concomitante com a inexistência de um controle eficaz da contaminação das águas superficiais.

São perfurados no Brasil de 8 a 10 mil poços por ano, dos quais a maioria destina-se ao abastecimento de indústrias.

Tanto em nível mundial como nacional, o aumento crescente da utilização das reservas hídricas subterrâneas se deve ao fato que, geralmente, elas apresentam excelente qualidade e um custo menor, afinal dispensam obras caras de captação, adução e tratamento (FREITAS, 2003).

O Estado de São Paulo é atualmente o maior usuário das reservas subterrâneas do país. Cerca de 65% da zona urbana e aproximadamente 90% das suas indústrias são abastecidas, de forma parcial ou total, pelos poços. Em São Paulo, a licença para perfuração e utilização de poços é concedida pelo Departamento de Águas e Energias (DAEE), que estabelece as normas que regem o projeto de construção de poços tubulares profundos e controlam sua utilização (FREITAS, 2003).

2.4) Indicadores da qualidade microbiológica da água (coliformes)

Para a avaliação das condições sanitárias da água, utilizam-se bactérias do grupo coliforme, que atuam como indicadores de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grandes quantidades pelas fezes. A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos, e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal. Para um indicador ser considerado ideal é importante observar algumas características, tais como: ser aplicável a todos os tipos de água, ter uma população mais numerosa no ambiente que os patógenos, sobreviver melhor que os possíveis patógenos, ser incapaz de se multiplicar no ambiente aquático, possuir resistência equivalente à dos patogênicos aos processos de autodepuração e ser detectado por uma metodologia simples e barata, além de estar presente em grande número nas fezes de seres humanos e animais de sangue quente. O grupo coliforme tem sido reconhecido como o indicador mais próximo do ideal, e são fáceis de se detectar na água. É extensivamente utilizado na avaliação da qualidade das águas, sendo até hoje o parâmetro microbiológico básico incluído nas legislações relativas a águas para consumo humano (MACÊDO, 2001; OMS, 1995).

Bactérias coliformes não causam doenças. Vivem no interior do intestino de todas as pessoas, auxiliando na digestão. As fezes contêm cerca de 200 bilhões de coliformes, que são eliminados por cada pessoa, todos os dias. Isso tem uma grande importância para a avaliação da qualidade da água dos rios, pois se suas águas recebem esgotos, fatalmente receberão coliformes. São as fezes das pessoas

doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os microrganismos causadores de doenças. Assim, se a água recebe fezes, ela pode muito bem estar recebendo microrganismos patogênicos.

A Organização Mundial de Saúde inclui, no grupo coliforme, todos os bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C em 24-48 horas. Quatro gêneros da família *Enterobacteriaceae* representam o grupo dos coliformes: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* e *Klebsiella*. O grupo coliforme é mais heterogêneo e inclui muitos gêneros, como *Serratia* e *Hafnia*. Como o grupo dos coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, sua aplicação fica limitada como indicador específico de contaminação fecal. O problema é que outras bactérias dos gêneros, igualmente identificadas pelas técnicas laboratoriais como coliformes totais, podem ser encontradas no solo e nos vegetais. Desta forma, não é possível afirmar categoricamente que, uma amostra de água, com resultado positivo para coliformes totais, tenha entrado em contato com fezes. Portanto, também utiliza-se a detecção de um sub-grupo dos coliformes, os coliformes termotolerantes, de origem exclusivamente do trato intestinal e que se restringem aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 h a 44,5-45°C, sendo seu principal componente a *Escherichia coli*. Sua identificação na água permite afirmar que houve presença de matéria fecal, embora não exclusivamente humana. Na maioria das águas, o gênero predominante é a *Escherichia*, mas alguns tipos de *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* também são termotolerantes. *Escherichia coli* pode ser diferenciada de outros coliformes termotolerantes pela produção da enzima β -glucuronidase. A contagem dos coliformes totais corresponde ao total de microrganismos gram negativos encontrados em uma amostra. Já a contagem de coliformes termotolerantes indica a quantidade dos microrganismos oriundos de excretas, portanto com risco de serem possivelmente patogênicos (GARBOGGINI, 1999; MACÊDO, 2001; SILVA et al., 1997; PIPES, 1982, WHO, 2004).

As determinações de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater, pela técnica dos Tubos Múltiplos (APHA, 1998).

2.5) Características químicas da água subterrânea

As características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde estas passam, garantindo uma estreita relação com os tipos de rochas drenados e com os produtos das atividades humanas adquiridos ao longo de seu trajeto. Nas áreas onde se desenvolve algum tipo de agricultura, a química da água pode estar fortemente influenciada pelos produtos químicos utilizados, como inseticidas, herbicidas, adubos químicos, calcário, entre outros.

Os efeitos dos metais na água vão de benefícios à perigosa toxicidade. Alguns metais são essenciais ao crescimento de plantas e animais enquanto outros podem afetar adversamente os consumidores de água. Os benefícios versus toxicidade de alguns metais dependem de suas concentrações na água (DOJLIDO & BEST, 1993).

→ COBRE

O cobre ocorre, geralmente, em baixas concentrações na água subterrânea devido a sua pequena solubilidade. Na forma de cloreto, sulfato e nitrato são muito solúveis na água, não acontecendo o mesmo quando se apresenta como carbonato, hidróxido, óxido e sulfeto. Os íons de cobre, que se encontram a um pH igual ou maior do que 7 nas águas naturais, precipitam o carbonato e hidróxido e são assim removíveis por adsorção ou sedimentação. Este é o motivo pelo qual não se encontram concentrações significativas de cobre nas águas superficiais ou subterrâneas. A presença de agentes complexos reduz a toxicidade do cobre, como também aumenta a dureza da água e diminui o pH. A dureza da água é a dificuldade que a água tem em dissolver o sabão pelo efeito do cálcio, magnésio e outros elementos como o cobre. Águas duras são inconvenientes pela dificuldade em se formar sabão e pela formação de corrosões e incrustações nas tubulações por onde passa. Em taxas maiores que 1000 µg/l, o cobre pode conferir um sabor amargo na água (BATTALHA & PARLATORE, 1977; DOJLIDO & BEST, 1993).

A ingestão de altas doses pode acarretar, no homem, irritação e corrosão da mucosa, problemas hepáticos, renais, irritação do sistema nervoso e depressão. As atividades humanas responsáveis pela introdução de cobre na água são corrosão de tubos de cobre e de latão por águas ácidas, algicidas, fungicidas, indústrias de

mineração, fundição, galvanoplastia e refino. Altas concentrações são usualmente associadas com a descarga de esgoto. Segundo a Resolução nº 20 do CONAMA, o teor máximo permitido em águas de abastecimento público é 0,02 mg/L (classe 1). Pela Portaria nº 518 (padrão de potabilidade) o teor máximo permitido é de 2 mg/L. (BATTALHA & PARLATORE, 1977; DOJLIDO & BEST, 1993).

→ FOSFATO

A maioria dos fosfatos é solúvel na água. Nas águas superficiais e subterrâneas os fosfatos são encontrados como resultados da lixiviação dos minerais, dos processos naturais de degradação ou da drenagem da agricultura, como um dos produtos da decomposição da matéria orgânica e ainda em esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, detergentes e excrementos de animais, que são as principais fontes de fósforo.

Altas concentrações de fosfatos estão associadas com a eutrofização da água, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis, quando outros fatores que promovem o crescimento são favoráveis. As concentrações críticas de fósforo podem variar com outras características de qualidade da água, como por exemplo, a turbidez excessiva que, aliada a outros fatores, pode invalidar a produção de algas mesmo em meio a altas concentrações de fósforo. Quando as águas são retidas em um lago ou reservatório, o resultado da concentração de fósforo se reduz devido à correntes afluentes, pela precipitação ou elevação do número de organismos e subsequente deposição da matéria orgânica dos corpos dos organismos mortos. Uma concentração de complexo fosforado na ordem de 100 mg/l traz dificuldades ao processo de coagulação no tratamento da água (BATTALHA & PARLATORE, 1977).

Segundo Resolução nº 20 do CONAMA, o limite máximo permitido nas classes é de 0,025 mg/l. Os compostos de fósforo são um dos mais importantes fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos e a sua economia, em uma massa d'água, é de importância fundamental no controle ecológico das algas.

→ ORGANOCLORADOS

Pesticidas organoclorados comumente ocorrem em águas que tenham sido afetadas por descargas de agricultura. Alguns pesticidas são bio-acumulativos e relativamente estáveis, tão bem como tóxico ou carcinogênico; então requerem mais monitoramento (DOJLIDO & BEST, 1993).

Atualmente se incluem como pesticidas um grande número de substâncias químicas que são utilizadas para destruir os insetos causadores de estragos na agricultura, herbicidas para reduzir ou eliminar as plantas nocivas e os fungicidas para anular a ação dos fungos. Além disto, os pesticidas são utilizados para combater certos vetores que causam doenças, como a malária e a esquistossomose. Embora seja inegável a utilidade dos pesticidas, o seu uso abusivo gera um grande potencial de risco para o meio ambiente.

Os organoclorados são inseticidas orgânicos sintéticos e são fabricados industrialmente em grande escala e a preço relativamente baixo, sendo, portanto, de fácil aquisição.

Os pesticidas podem alcançar facilmente os cursos e mananciais de água, por uma variedade de caminhos. Ao serem aplicados nas margens dos rios e córregos, para controlar os mosquitos e vetores, podem cair acidentalmente na água e contaminá-la. Sem dúvida, o principal mecanismo da contaminação da água pelos pesticidas é ocasionado pelo escoamento das terras agrícolas e pelos despejos industriais das fábricas que os produzem. Geralmente, os inseticidas hidrocarbonetos clorados não estão em solução na água, devido ao fato da sua solubilidade ser muito baixa. Além do mais, os inseticidas presentes nos mananciais são aqueles que foram levados sobre as partículas da matéria em suspensão na água.

O grande risco provocado pela presença dos pesticidas nos cursos de água, além dos danos à fauna e flora, é a sua transferência e acumulação nas cadeias alimentares.

Os organoclorados são importantes devido ao seu amplo uso, a extrema variabilidade da sua toxidez para os seres humanos e biodegradabilidade. Quando absorvidos pelo corpo humano, alguns dos organoclorados não são metabolizados rapidamente, mas sim acumulados nos tecidos gordurosos (BATTALHA & PARLATORE, 1977).

3) MATERIAL E MÉTODO

O município de Botucatu está localizado na região centro sul do Estado de São Paulo, ocupando uma área de 1.522 Km². Faz limites com os municípios de Anhembi, Bofete, Pardinho, Itatinga, Avaré, Pratânia, São Manuel, Dois Córregos e Santa Maria da Serra. Segundo levantamento do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de 2005, possui uma população de 119.298 habitantes. Está localizado a 224,8 Km de São Paulo e 898 Km de Brasília. A cidade possui clima ameno com temperaturas médias de 22°C e altitude relativamente elevada. O município de Botucatu é drenado por duas bacias hidrográficas: do Rio Tietê, ao norte e do Rio Pardo, ao sul. Apresenta os seguintes tipos de solos: Terra Arisca, Terra Roxa de Campo, Terra Roxa Legítima, Vermelha Arenosa e Arenosa. O perfil é muito profundo e permeável a água. Tais características são responsáveis pela localização profunda do lençol de água.

A metodologia constou de entrevistas com os proprietários, colheita de água e análise da mesma. A caracterização do território estudado foi feita em conjunto com a Prefeitura do município de Botucatu, sendo percorridas as regiões rurais e peri-urbanas, com a finalidade de localizar propriedades que utilizavam água de poço ou mina, com utilização de aparelho de GPS (Posicionamento Global por Satélite). De um total de 80 fontes alternativas encontradas (71 poços e 9 minas) foi realizado um plano de amostragem aleatória (randômica) sem reposição, considerando 90% de aceitação e 10% de erro de estimação com 95% de nível de confiança. Foram então sorteados 28 pontos para serem trabalhados, sendo 22 poços e 6 minas (COCHRAN, 1997).

3.1) Entrevista

Foram realizadas entrevistas com os proprietários, com o objetivo principal de obter suas percepções sobre a importância da qualidade da água usada por eles. Esse questionário constou de perguntas sobre o próprio proprietário (família, grau de escolaridade, etc.), do tipo de propriedade, fonte de água utilizada e seu uso, a

noção de uma água de qualidade, se eram conhecidas formas de tratamento de água, entre outras. Além disso, também foram observadas as formas de construção do poço, seu tipo, as distâncias de possíveis fontes contaminantes, entre outros fatores.

O formulário de entrevista aplicado consta no apêndice A.

3.2) Colheita de água

O estudo foi realizado no período de 01 de Setembro de 2003 a 08 de Dezembro de 2003. De cada fonte foram colhidas 3 amostras em semanas consecutivas, sempre às segundas-feiras, para se obter um grau de confiabilidade maior dos resultados. Essas colheitas foram realizadas após entrevistas com os proprietários e observados os itens estabelecidos. Logo após as colheitas, as amostras foram levadas ao Laboratório de Epidemiologia e Saneamento, do Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, campus Botucatu, para serem processadas.

Para a análise bacteriológica foram coletados 300 mL de cada amostra de água, em frascos estéreis e de boca larga. A amostra foi representativa do universo do qual é colhida, evitando-se a contaminação (CETESB, 1988).

Em poços equipados com bombas manuais ou mecânicas, a água foi bombeada durante aproximadamente cinco minutos e realizou-se a colheita das amostras. Em poços sem bombas, a amostragem foi feita diretamente no poço, utilizando-se um recipiente esterilizado (CETESB, 1988; WHO, 2004).

Na ocorrência de uma demora na realização da análise, logo após a colheita, a amostra deve ser refrigerada a uma temperatura entre 0 e 10 °C (PELCZAR et al., 1996 b). Para água bruta, pode-se refrigerar a amostra até 8 horas antes da análise, e para água tratada, até 30 horas. O método de preservação tem por objetivo retardar a ação biológica e a hidrólise dos compostos químicos e complexos, e preservar microrganismos, evitando ou minimizando alterações morfológicas e fisiológicas.

Também foram realizadas análises químicas da água para os parâmetros de cobre, fosfato e organoclorados. Para organoclorados foram colhidas 250 mL de água em frasco plástico e enviado para o Centro de Assistência Toxicológica

(CEATOX) no Instituto de Biociências da UNESP, campus de Botucatu. Para fosfato foram colhidos 2 litros da água em frasco plástico e para cobre, 1 litro. Esses dois últimos foram enviados para o Departamento de Química do Instituto de Biociências da UNESP, campus de Botucatu.

3.3) Análise bacteriológica da água

Nas análises bacteriológicas foi determinado o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes por 100 mL da amostra, utilizando-se a técnica dos Tubos Múltiplos (SILVA & SALGUEIRO, 2001). O NMP é a estimativa da densidade média de bactérias do grupo coliforme em uma amostra, calculada a partir da combinação de resultados positivos e negativos.

A Técnica dos Tubos Múltiplos é utilizada na avaliação e controle de qualidade bacteriológica de águas destinadas ao consumo humano, de mananciais que abastecem estações de tratamento de água, controle de águas destinadas à irrigação, recreação de contato primário, dessedentação de animais, entre outros (CETESB, 1993).

Essa técnica consiste na inoculação de volumes decrescentes da amostra em meio de cultura adequado ao crescimento dos microrganismos pesquisados, sendo cada volume inoculado numa série de tubos. Através de diluições sucessivas da amostra, são obtidos inóculos, cuja semeadura fornece resultados negativos em pelo menos um tubo da série em que os mesmos foram inoculados e a combinação de resultados positivos e negativos permite a obtenção de uma estimativa da densidade das bactérias pesquisadas, através da aplicação de cálculos de probabilidade (CETESB, 1993).

O método consiste de duas etapas, uma presuntiva e outra confirmativa. A primeira etapa é presuntiva porque as reações ácidas e gasosas observadas podem ser causadas por outros organismos. A proporção de resultados falso-positivos depende tanto da flora bacteriana na água quanto ao meio usado (WHO, 2004).

Primeiramente foi homogeneizado o conteúdo da amostra, invertendo-se o frasco 25 vezes. Limpou-se a área externa do frasco com álcool 70^oGL. Da água bruta foram inoculados 10 mL, respectivamente, em cinco tubos contendo caldo lactosado concentração dupla e com tubos de Durham em seu interior. Da mesma

água bruta foi inoculado 1 mL, respectivamente, em cinco tubos contendo caldo lactosado concentração simples e com tubos de Durham em seu interior. Os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a $35 \pm 2^\circ\text{C}$. As leituras foram feitas após 24 e 48 horas e, a partir dos tubos com produção de gás, procedeu-se a próxima etapa para confirmação de coliformes totais e termotolerantes.

A etapa confirmativa consiste na transferência de cada cultura com resultado positivo, através de sementeiras utilizando-se alça de níquel cromo com 3 mm de diâmetro, para tubos contendo meio de caldo lactosado bile verde brilhante (CLBVB) e tubos com caldo EC (*Escherichia coli*). Nos tubos com CLBVB, a incubação foi realizada a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante 48 horas. A produção de gás a partir da fermentação da lactose neste meio é prova confirmativa positiva para a presença de bactérias coliformes totais (APHA, 1998).

Os tubos com sementeiras em caldo EC foram incubados em banho-maria a $44,5^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$, durante 24 horas. Foram considerados positivos para coliformes termotolerantes os tubos que revelaram produção de gás, nos tubos de Durham, após a incubação. Das porções positivas e usando a tabela dos Números Mais Prováveis (Tabela de Hoskins), determinou-se o NMP/100 mL de coliformes termotolerantes da amostra e comparou-se com os padrões oficiais (BRASIL, 2004). A tabela dos Números Mais Prováveis encontra-se no anexo A.

3.4) Análise química da água

As análises de cobre, fosfato e organoclorados foram realizadas por meio de três repetições de uma mesma amostra, sendo realizadas pelo Departamento de Química do Instituto de Biociências, UNESP campus de Botucatu, e também no CEATOX.

O método de determinação do fosfato foi o azul de molibdênio com bismuto como catalisador, denominado método do ácido molibdicobismutofosfórico, que consiste na digestão e posterior determinação espectrofotométrica. Uma alíquota de 100 mL da amostra foi transferida para um béquer de forma alta e acrescentado uma gota de solução indicadora de fenoltaleína, seguido de agitação e adicionado 1 mL de ácido sulfúrico concentrado e 0,5 g de persulfato de sódio. A amostra foi digerida até que a solução ficasse incolor. A mistura foi filtrada, recolhendo-se tanto o filtrado

como as águas de lavagem em balão volumétrico de 100 mL. Foi então adicionado 4 mL da mistura combinada e adicionado 1 mL do reagente redutor, seguido de agitação, e o volume completado com água destilada, tampado e homogeneizado. A leitura foi realizada entre 10 e 30 minutos em espectrofotômetro a 880 nm, contra prova em branco (CASTRO, 2003).

A determinação de cobre foi feita pelo método de digestão em bloco digestor até 2 mL. Foi realizada uma redução da amostra de 500 mL de água, 3 mL de HNO_3 , 2 mL de HClO_4 para digestão em bloco digestor até 2 mL. Após o resfriamento da amostra, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 25 mL e completada com água destilada. Em seguida, os balões foram levados para a análise dos metais através de um espectrofotômetro de absorção atômica, interfaciado a um computador, onde o registro do cobre obtido no aparelho é diretamente proporcional à quantidade de emissão atômica produzida pelo metal da amostra (CASTRO, 2003).

A análise dos pesticidas organoclorados foi realizada através da técnica de cromatografia gasosa, e os organoclorados pesquisados foram aldrin, dieldrin, endrin, heptacloro, heptahepóxido, DDT e lindane-2,4D. As condições cromatográficas utilizadas foram a coluna capilar DB-1 com 30 cm e 250 μm de diâmetro, detector de captura de elétrons, gás de arraste (nitrogênio) e temperatura de forno. A preparação da amostra consistiu em transferir 5,0 g do sedimento para um erlenmeyer com tampa, adicionar 5,0 mL de água destilada, 5,0 mL de ácido fórmico concentrado e 2,0 mL de uma solução a 30% de sulfato de sódio e depois 30,0 mL de acetonitrila. A solução foi mantida sob agitação mecânica por 10 minutos e posteriormente centrifugada a 2000 RPM por 10 minutos. O sobrenadante foi transferido para um funil de separação e foi adicionado 20 mL de hexano, com agitação por 30 segundos. Foi desprezada a fase contendo acetonitrila. A extração foi repetida adicionando-se 20 mL de hexano, com agitação por 30 segundos, também sendo desprezada a fase de acetonitrila. Foi filtrada a fase orgânica contendo hexano, empregando um funil e papel de filtro contendo sulfato de sódio sólido e evaporado o hexano até a secura. Para a purificação foi necessário dissolver o resíduo sólido com 10,0 mL de hexano, montar uma coluna contendo 3,4 g de florisil e umedecer com 10,0 mL de hexano. O extrato da amostra dissolvida foi transferido para a coluna e diluído com 10 mL de hexano, evaporando até a secura.

O resíduo foi dissolvido com 1,0 mL de hexano grau HPLC e transferido para o frasco adequado. Finalmente foi injetado no cromatógrafo gasoso (CASTRO, 2003).

4) RESULTADOS

4.1) Coliformes totais e coliformes termotolerantes

Pela Portaria nº 518, que trata do controle de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, “em amostras individuais procedentes de poço, fontes, nascentes, sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais na ausência de *E. coli* e/ou coliformes termotolerantes em 100 mL.

Pela Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional, na classificação de “classe especial” que se refere à água destinada para uso de abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção, os coliformes totais devem estar ausentes em qualquer amostra. Uma nova Resolução do CONAMA, a nº 357, de 17 de março de 2005, substitui a de nº 20, mas de acordo com a época de realização do projeto, foram seguidos os padrões da Resolução nº 20.

Os resultados das análises de coliforme total e coliforme termotolerante nas 28 fontes estão mostrados no quadro 1. Foi feita uma média dos resultados das 3 análises consecutivas realizadas. Os resultados são expressos em NMP e foram feitos baseados na tabela de NMP/100 mL.

4.2) Fósforo, cobre e organoclorados

Dentre as análises químicas realizadas, não foram detectados teores de cobre e organoclorados nas amostras de cada fonte. Os resultados das análises correspondentes ao fósforo estão apresentados no quadro 1. Pela Resolução CONAMA nº 20, o padrão aceito de fósforo é de 0,025 mg/L.

Quadro 1 - Resultados das análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e fosfato

FONTE	COLIFORMES TOTAIS (NMP)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP)	FOSFATO (mg/L)
1	93,33	84,33	0,028
2	89	44	0,070
3	11,33	5	0,111
4	10	4,33	0,152
5	12,66	2,66	0,068
6	9,33	2	0,021
7	0	0	0,066
8	101,33	7,66	0,033
9	54	0,66	0,028
10	0,66	0,66	0,021
11	2,66	0	0,079
12	24,66	9	0,024
13	9	1,33	0,015
14	1,33	1,33	0,012
15	42,33	26,66	0,013
16	140	76,66	0,000
17	203,33	62,33	0,006
18	60	21	0,004
19	203,33	203,33	0,011
20	28	10,33	0,059
21	203,33	113,33	0,019
22	1,33	0	0,023
23	161,33	160,66	0,034
24	1,33	1,33	0,025

Obs: os valores em negrito estão acima dos padrões recomendados pelas legislações citadas

Quadro 1 - Resultados das análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e fosfato – continuação

FONTE	COLIFORMES TOTAIS (NMP)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP)	FOSFATO (mg/L)
25	113,33	64,66	0,031
26	104,33	101	0,040
27	83	2	0,031
28	240	240	0,039

Obs: os valores em negrito estão acima dos padrões recomendados pelas legislações citadas

4.3) Resultados obtidos pela aplicação do questionário

Os resultados obtidos através da aplicação do questionário nas 28 propriedades visitadas estão expressos nos gráficos seguintes:

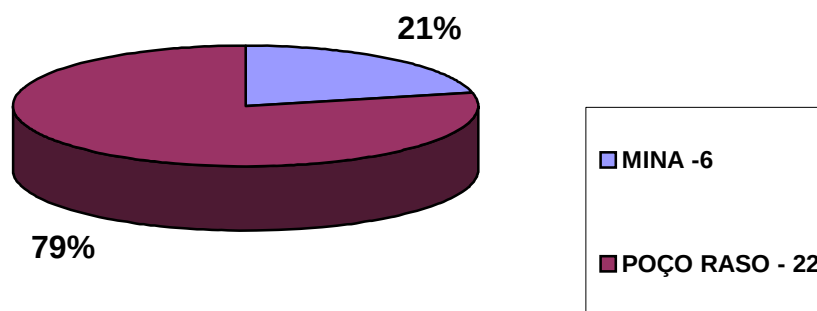


Gráfico 1 - Distribuição das fontes segundo seu tipo

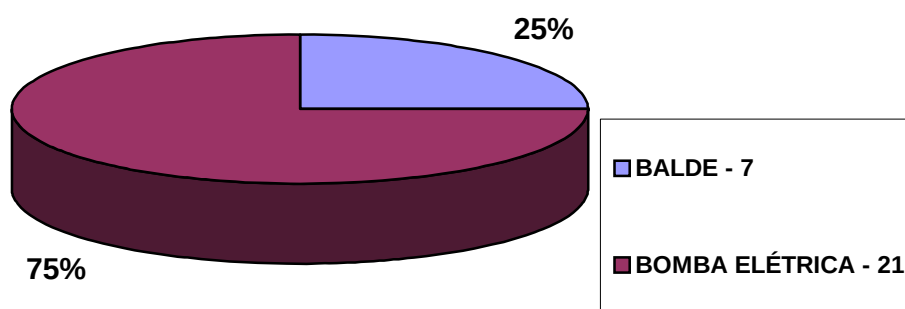


Gráfico 2 - Distribuição das fontes segundo a forma de captação da água

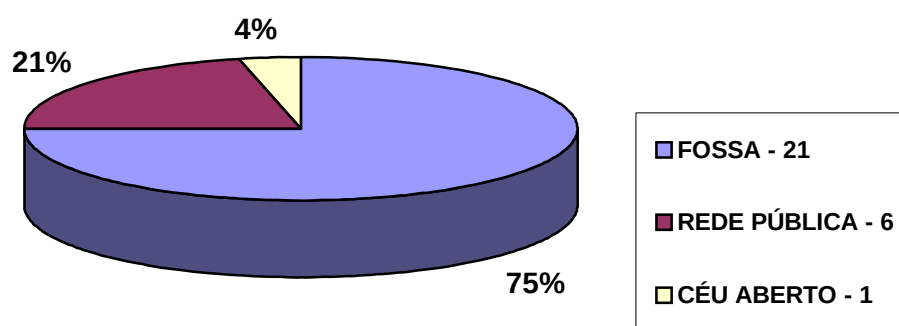


Gráfico 3 - Distribuição das fontes segundo tipo de banheiro

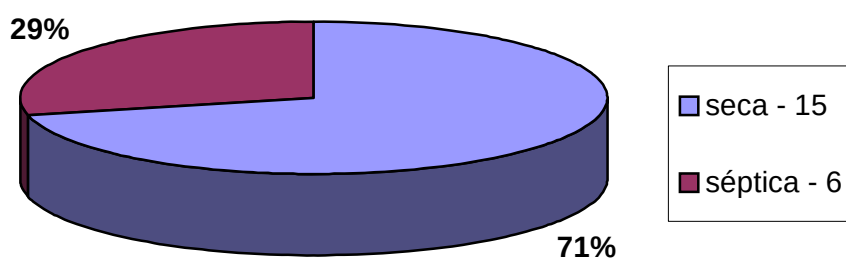


Gráfico 4 - Distribuição das fontes segundo tipo de fossa

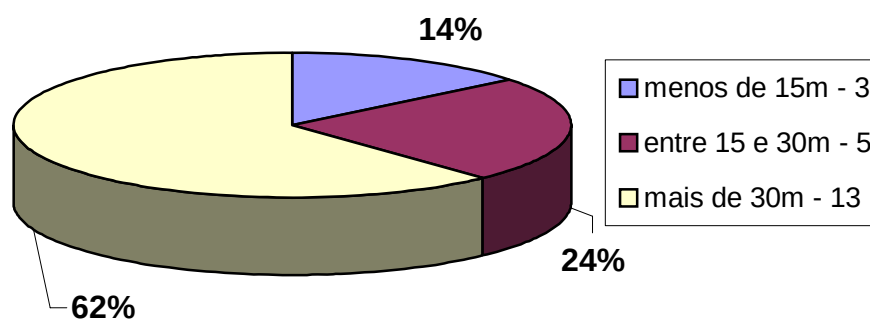


Gráfico 5 - Distribuição das fontes segundo sua distância em relação à fossa

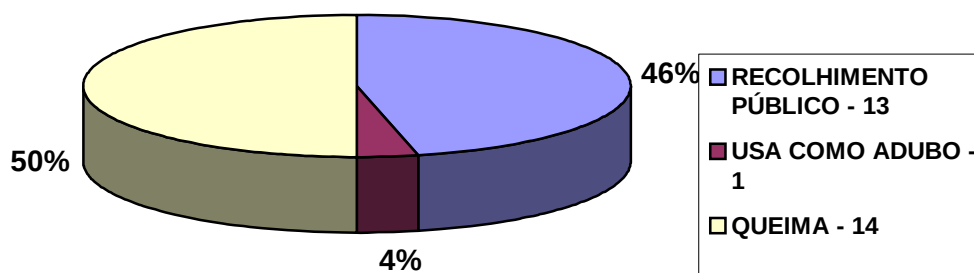


Gráfico 6 - Distribuição das fontes segundo destino do lixo

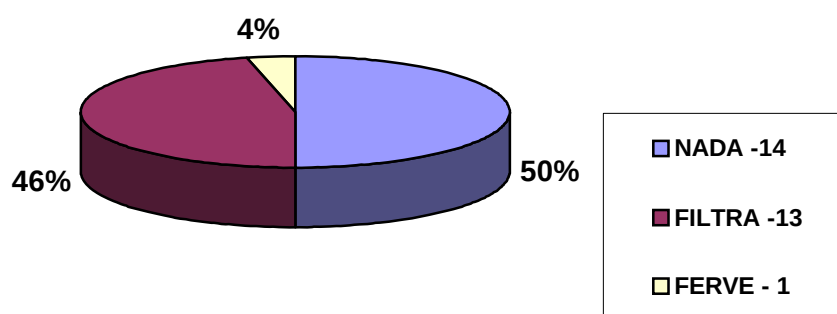


Gráfico 7 - Distribuição das fontes segundo a realização de tratamento de água

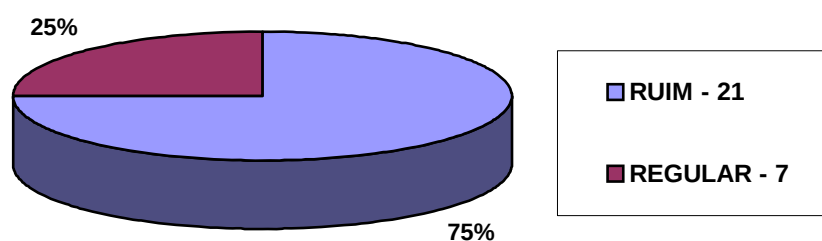


Gráfico 8 - Distribuição das fontes segundo a noção sobre qualidade da água

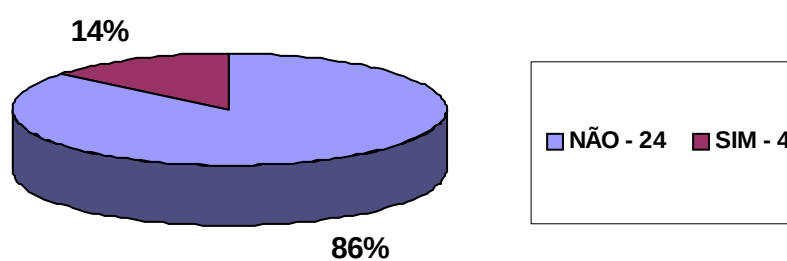


Gráfico 9 - Distribuição das fontes segundo o conhecimento de doenças relacionadas à água

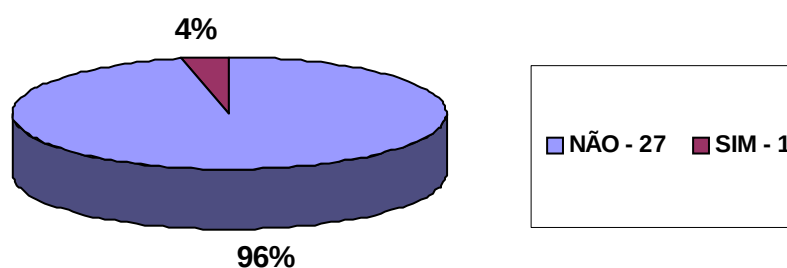


Gráfico 10 - Distribuição das fontes segundo a presença de problemas de saúde (diarréia, vômito ou febre) nos últimos 15 dias

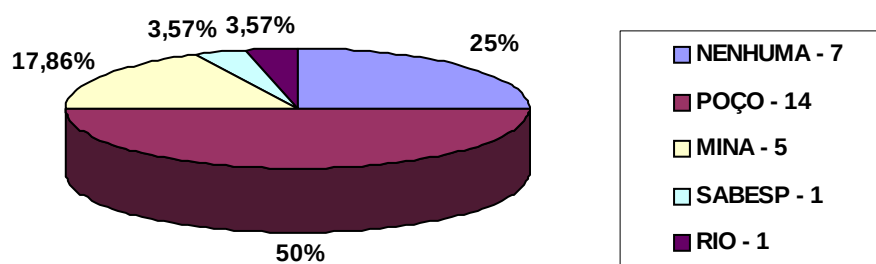


Gráfico 11 - Distribuição das fontes segundo fonte de água para irrigação

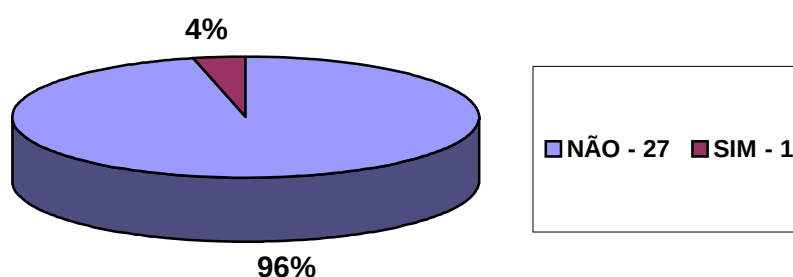


Gráfico 12 - Distribuição das fontes segundo a utilização de defensivos agrícolas

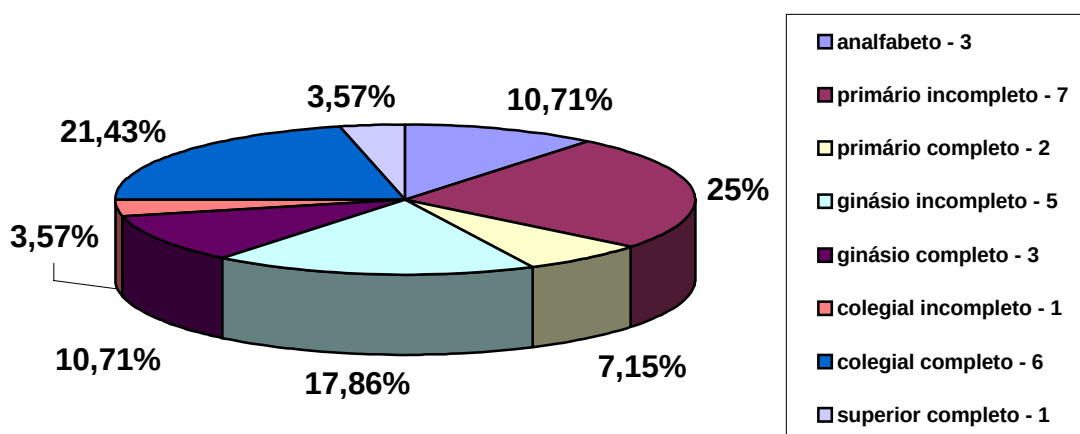


Gráfico 13 - Distribuição das fontes segundo grau de escolaridade do entrevistado

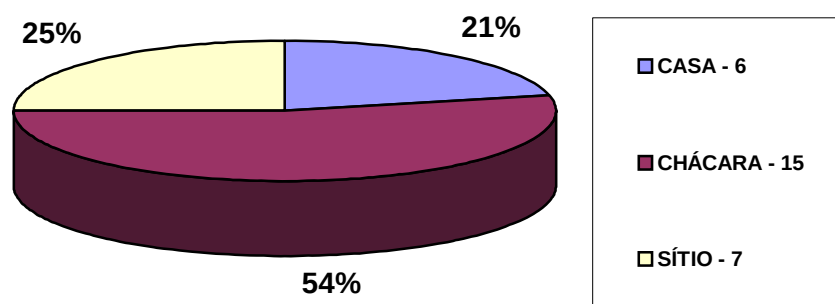


Gráfico 14 - Distribuição das fontes segundo tipo de propriedade

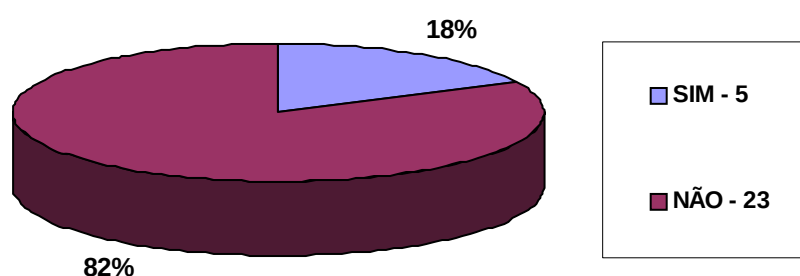


Gráfico 15 - Distribuição das fontes segundo se a água possuía cor

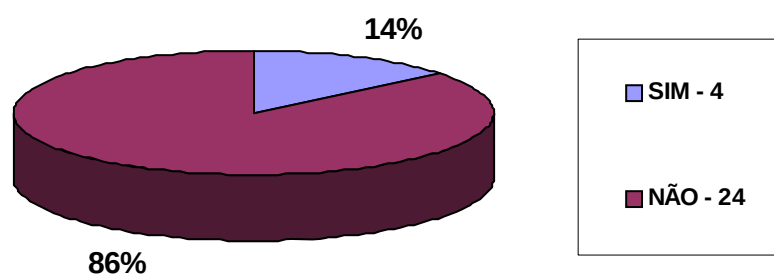


Gráfico 16 - Distribuição das fontes segundo se a água possuía cheiro

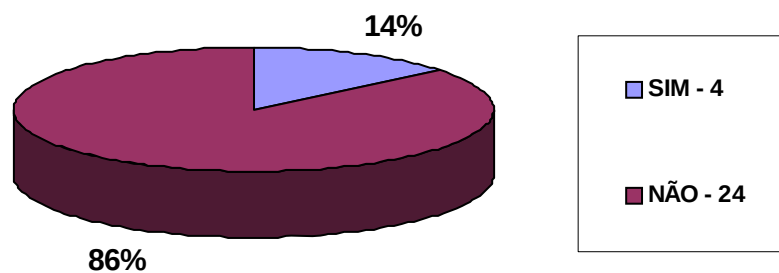


Gráfico 17 - Distribuição das fontes segundo se a água possuía sujeira

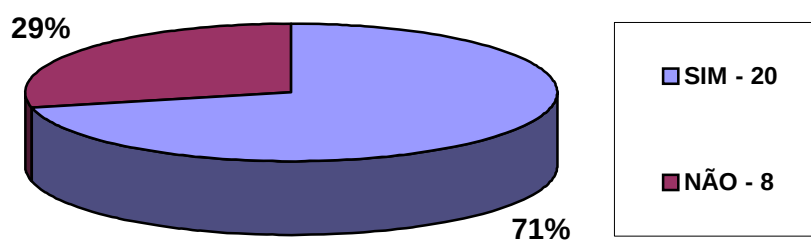


Gráfico 18 - Distribuição das fontes segundo a existência de caixa d'água

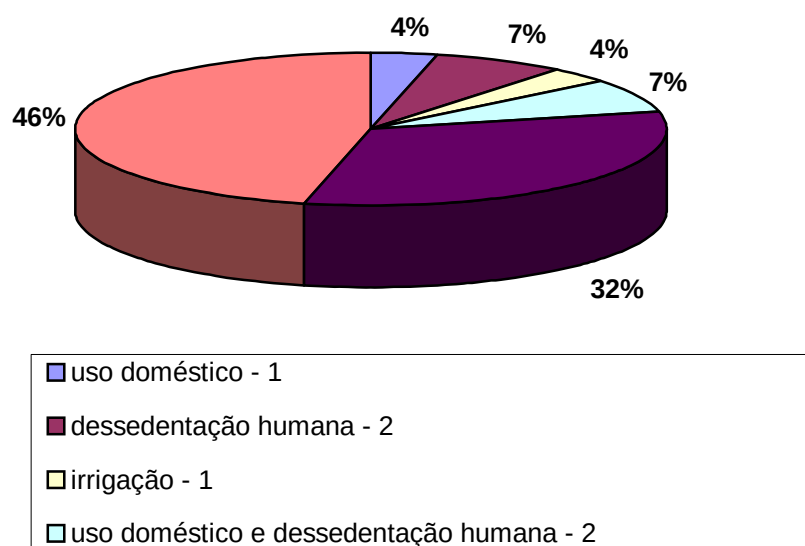


Gráfico 19 - Distribuição das fontes segundo o uso da fonte

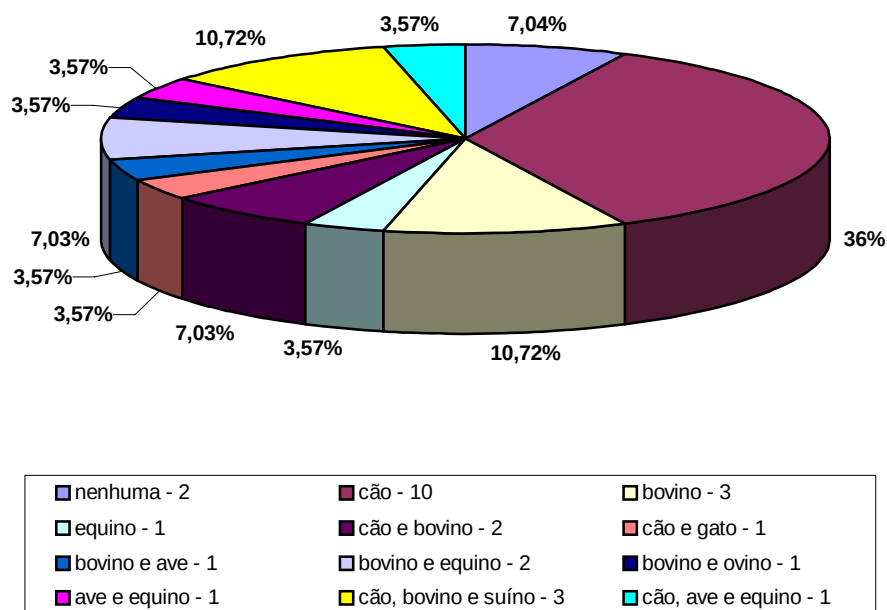


Gráfico 20 - Distribuição das fontes segundo espécie animal na propriedade

4.4) Associações dos resultados das análises com os dados do questionário

O estudo das variáveis apresentadas na coleta das informações foi realizado por meio de medidas descritivas envolvendo posição e variabilidade dos dados quando a variável em consideração tratava-se de dados quantitativos. Quando os dados referiam-se às respostas categorizadas, utilizou-se a distribuição de frequências absoluta e relativa (NORMAN & STREINER, 1994).

O estudo de comparação da variável resposta de interesse segundo as categorias fixadas na variável independente foi realizado considerando-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney quando na variável controlada existiam dois níveis de resposta, e o teste de Kruskal-Wallis em situação onde os níveis excediam as duas categorias (NORMAN & STREINER, 1994).

Todas as discussões dos resultados inferenciais foram realizadas no nível de 5% de significância.

Foram realizadas associações estatísticas entre os resultados do questionário realizado nas propriedades com os resultados das análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e fósforo. O quadro e as tabelas seguintes mostram as associações encontradas.

FREQUÊNCIAS QUANTITATIVAS

Quadro 2 - Medidas descritivas dos coliformes e fosfato nas fontes pesquisadas

Medida descritiva	Coliforme Total	Coliforme Termotolerante	Fosfato
Valor Mínimo	0,00	0,00	0,000
1° Quartil	9,00	1,33	0,019
Mediana	42,33	7,66	0,031
3° Quartil	104,33	64,66	0,040
Valor Máximo	240,00	240,00	0,152
Média	71,58	44,52	0,041
Desvio Padrão	72,33	61,76	0,035

ESTATÍSTICAS UNIVARIADAS

Tabela 1 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo de fonte

Medida descritiva	Tipo de fonte	
	Poço Raso	Mina
Número de amostras	22	6
Valor mínimo	0,66	0,00
1° Quartil	7,42	7,53
Mediana	35,17	137,33
3° Quartil	95,33	212,50
Valor máximo	203,33	240,00
Média	58,01	121,35
Desvio-padrão	62,90	99,56
Resultado do teste estatístico	1,29 (P>0,05)	

Tabela 2 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo de fonte

Medida descritiva	Tipo de fonte	
	Poço Raso	Mina
Número de amostras	22	6
Valor mínimo	0,00	0,00
1° Quartil	1,33	3,27
Mediana	6,33	88,99
3° Quartil	48,58	180,49
Valor máximo	203,33	240,00
Média	30,16	97,18
Desvio-padrão	49,66	93,58
Resultado do teste estatístico	1,51 (P>0,05)	

Tabela 3 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo de fonte

Medida descritiva	Tipo de fonte	
	Poço Raso	Mina
Número de amostras	22	6
Valor mínimo	0,00	0,02
1° Quartil	0,01	0,03
Mediana	0,02	0,03
3° Quartil	0,06	0,09
Valor máximo	0,11	0,15
Média	0,04	0,05
Desvio-padrão	0,03	0,05
Resultado do teste estatístico	1,26 (P>0,05)	

Tabela 4- Medidas descritivas do coliforme total segundo forma de captação

Medida descritiva	Forma de captação	
	Balde	Bomba elétrica
Número de amostras	7	21
Valor mínimo	11,33	0,10
1° Quartil	89,00	1,99
Mediana	101,33	24,66
3° Quartil	113,33	111,50
Valor máximo	203,33	240,00
Média	102,28	61,35
Desvio-padrão	56,07	78,71
Resultado do teste estatístico	1,83 (P>0,05)	

Tabela 5 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo forma de captação

Medida descritiva	Forma de captação	
	Balde	Bomba elétrica
Número de amostras	7	21
Valor mínimo	5,00	0,10
1° Quartil	7,66	0,99
Mediana	64,66	2,66
3° Quartil	101,00	44,49
Valor máximo	113,33	240,00
Média	59,99	39,36
Desvio-padrão	43,12	71,89
Resultado do teste estatístico	1,99 (P>0,05)	

Tabela 6 - Medidas descritivas do fosfato segundo forma de captação

Medida descritiva	Forma de captação	
	Balde	Bomba elétrica
Número de amostras	7	21
Valor mínimo	0,02	0,00
1° Quartil	0,02	0,01
Mediana	0,03	0,02
3° Quartil	0,07	0,06
Valor máximo	0,11	0,15
Média	0,04	0,04
Desvio-padrão	0,03	0,03
Resultado do teste estatístico	1,19 (P>0,05)	

Tabela 7 - Medidas descritivas do coliforme total segundo distância da fossa à fonte

Medida descritiva	Distância da fossa à fonte			
	Sem fossa	< 15m	15 a 30m	> 30m
Número de amostras	7	3	5	13
Valor mínimo	0,1	1,33	1,33	0,66
1° Quartil	1,02	1,33	12,99	9,24
Mediana	71,5	11,33	89	35,16
3° Quartil	135,83	101,33	148,33	145,33
Valor máximo	203,33	101,33	203,33	240
Média	76,84	37,99	82,33	72,68
Desvio-padrão	76,47	55,07	78,57	82

Tabela 8 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo distância da fossa à fonte

Medida descritiva	Distância da fossa à fonte			
	Sem fossa	< 15m	15 a 30m	> 30m
Número de amostras	7	3	5	13
Valor mínimo	0,1	1,33	1,33	0,1
1° Quartil	0,1	1,33	5,16	1,16
Mediana	11,5	5	44	7,33
3° Quartil	99,32	7,66	98,83	82,74
Valor máximo	203,33	7,66	113,33	240
Média	48,53	4,66	50,39	49,24
Desvio-padrão	79,79	3,17	48,15	73,52

Tabela 9 - Medidas descritivas do fosfato segundo distância da fossa à fonte

Medida descritiva	Distância da fossa à fonte			
	Sem fossa	< 15m	15 a 30m	> 30m
Número de amostras	7	3	5	13
Valor mínimo	0	0,02	0,01	0
1° Quartil	0	0,02	0,01	0,02
Mediana	0,02	0,03	0,02	0,03
3° Quartil	0,04	0,11	0,05	0,07
Valor máximo	0,06	0,11	0,07	0,15
Média	0,03	0,05	0,03	0,05
Desvio-padrão	0,02	0,04	0,02	0,04

Tabela 10 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo de banheiro

Medida descritiva	Tipo de banheiro	
	Fossa	Rede pública
Número de amostras	21	6
Valor mínimo	0,66	0,10
1° Quartil	9,16	1,02
Mediana	28,00	71,50
3° Quartil	102,83	155,83
Valor máximo	240,00	203,33
Média	66,82	81,29
Desvio-padrão	76,48	79,72
Resultado do teste estatístico	0,87 (P>0,05)	

Tabela 11 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo de banheiro

Medida descritiva	Tipo de banheiro	
	Fossa	Rede pública
Número de amostras	21	6
Valor mínimo	0,10	0,10
1° Quartil	1,33	0,10
Mediana	7,66	11,50
3° Quartil	73,33	108,32
Valor máximo	240,00	203,33
Média	41,84	50,53
Desvio-padrão	64,66	80,43
Resultado do teste estatístico	0,76 (P>0,05)	

Tabela 12 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo de banheiro

Medida descritiva	Tipo de banheiro	
	Fossa	Rede pública
Número de amostras	21	6
Valor mínimo	0,00	0,00
1° Quartil	0,02	0,01
Mediana	0,03	0,03
3° Quartil	0,06	0,07
Valor máximo	0,15	0,10
Média	0,04	0,04
Desvio-padrão	0,03	0,03
Resultado do teste estatístico	0,29 (P>0,05)	

Tabela 13 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo de fossa

Medida descritiva	Tipo de fossa		
	Não tem	Seca	Séptica
Número de amostras	7	15	6
Valor mínimo	0,1	0,66	1,33
1° Quartil	1,33	9	40,83
Mediana	83	12,66	102,83
3° Quartil	140	89	180,99
Valor máximo	203,33	203,33	240
Média	85,87	49,39	110,38
Desvio-padrão	73,78	68,9	83,17
Resultado do teste estatístico	2,70 (P>0,05)		

Tabela 14 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo de fossa

Medida descritiva	Tipo de fossa		
	Não tem	Seca	Séptica
Número de amostras	7	15	6
Valor mínimo	0,1	0,1	0,66
1° Quartil	0,1	1,33	1,16
Mediana	21	5	54,33
3° Quartil	76,66	44	180,49
Valor máximo	203,33	113,33	240
Média	52,55	24,49	85,21
Desvio-padrão	73,61	35,59	100,1
Resultado do teste estatístico	0,66 (P>0,05)		

Tabela 15 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo de fossa

Medida descritiva	Tipo de fossa		
	Não tem	Seca	Séptica
Número de amostras	7	15	6
Valor mínimo	0	0	0,02
1° Quartil	0,01	0,01	0,02
Mediana	0,03	0,02	0,03
3° Quartil	0,06	0,07	0,04
Valor máximo	0,1	0,15	0,04
Média	0,04	0,04	0,03
Desvio-padrão	0,03	0,04	0
Resultado do teste estatístico	0,55 (P>0,05)		

Tabela 16 - Medidas descritivas do coliforme total segundo destino do lixo

Medida descritiva	Destino do lixo	
	Recolhimento público	Queima
Número de amostras	13	14
Valor mínimo	0,66	0,10
1° Quartil	1,99	11,82
Mediana	24,66 (a)	86,66 (b)
3° Quartil	91,16	203,33
Valor máximo	104,33	240,00
Média	42,30	103,17
Desvio-padrão	43,79	87,54
Resultado do teste estatístico	3,65 (P<0,01)	

* Existe diferença significativa entre coliforme total com o destino do lixo, quando o destino é sua queima.

Tabela 17 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo destino do lixo

Medida descritiva	Destino do lixo	
	Recolhimento público	Queima
Número de amostras	13	14
Valor mínimo	0,10	0,10
1° Quartil	0,99	1,83
Mediana	5,00 (a)	44,49 (b)
3° Quartil	27,16	125,16
Valor máximo	101,00	240,00
Média	20,52	69,67
Desvio-padrão	34,21	80,74
Resultado do teste estatístico	2,58 (P<0,05)	

* Existe diferença significativa entre coliforme termotolerante com o destino do lixo, quando o destino é sua queima.

Tabela 18 - Medidas descritivas do fosfato segundo destino do lixo

Medida descritiva	Destino do lixo	
	Recolhimento público	Queima
Número de amostras	13	14
Valor mínimo	0,01	0,00
1° Quartil	0,02	0,01
Mediana	0,03 (b)	0,02 (a)
3° Quartil	0,06	0,04
Valor máximo	0,11	0,10
Média	0,04	0,03
Desvio-padrão	0,03	0,03
Resultado do teste estatístico	3,71 (P<0,01)	

* Existe diferença significativa entre fosfato e o destino do lixo, quando o destino é o recolhimento público.

Tabela 19 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tratamento de água

Medida descritiva	Faz tratamento da água	
	Nada	Filtra
Número de amostras	14	13
Valor mínimo	1,33	0,10
1° Quartil	9,83	1,99
Mediana	71,50	24,66
3° Quartil	113,24	127,33
Valor máximo	203,33	240,00
Média	76,64	62,92
Desvio-padrão	69,54	84,46
Resultado do teste estatístico	1,64 (P>0,05)	

Tabela 20 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tratamento de água

Medida descritiva	Faz tratamento da água	
	Nada	Filtra
Número de amostras	14	13
Valor mínimo	0,10	0,10
1° Quartil	1,83	0,99
Mediana	5,99	9,00
3° Quartil	65,91	98,83
Valor máximo	203,33	240,00
Média	37,79	50,21
Desvio-padrão	58,03	77,19
Resultado do teste estatístico	0,65 (P>0,05)	

Tabela 21 - Medidas descritivas do fosfato segundo tratamento de água

Medida descritiva	Faz tratamento da água	
	Nada	Filtra
Número de amostras	14	13
Valor mínimo	0,00	0,01
1° Quartil	0,02	0,01
Mediana	0,03	0,03
3° Quartil	0,07	0,06
Valor máximo	0,15	0,11
Média	0,04	0,04
Desvio-padrão	0,04	0,03
Resultado do teste estatístico	0,02 (P>0,05)	

Tabela 22 - Medidas descritivas do coliforme total segundo noção sobre qualidade da água

Medida descritiva	Noção sobre qualidade da água	
	Ruim	Regular
Número de amostras	21	7
Valor mínimo	0,10	0,66
1° Quartil	16,83	1,33
Mediana	83,00	10,00
3° Quartil	126,66	12,66
Valor máximo	240,00	161,33
Média	85,60	29,52
Desvio-padrão	75,71	58,31
Resultado do teste estatístico	1,78 (P>0,05)	

Tabela 23 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo noção sobre qualidade da água

Medida descritiva	Noção sobre qualidade da água	
	Ruim	Regular
Número de amostras	21	7
Valor mínimo	0,10	0,10
1° Quartil	1,33	0,66
Mediana	21,00	2,66
3° Quartil	80,49	5,00
Valor máximo	240,00	160,66
Média	51,00	25,05
Desvio-padrão	67,73	59,82
Resultado do teste estatístico	1,24 (P>0,05)	

Tabela 24 - Medidas descritivas do fosfato segundo noção sobre qualidade da água

Medida descritiva	Noção sobre qualidade da água	
	Ruim	Regular
Número de amostras	21	7
Valor mínimo	0,00	0,02
1° Quartil	0,01	0,02
Mediana	0,03	0,03
3° Quartil	0,05	0,11
Valor máximo	0,10	0,15
Média	0,03	0,06
Desvio-padrão	0,02	0,05
Resultado do teste estatístico	1,14 (P>0,05)	

Tabela 25 - Medidas descritivas do coliforme total segundo conhecimento de doenças relacionadas à água

Medida descritiva	Conhece doenças relacionadas à água	
	Não	Sim
Número de amostras	24	4
Valor mínimo	0,10	0,66
1° Quartil	9,08	3,32
Mediana	51,16	32,66
3° Quartil	111,08	134,49
Valor máximo	240,00	161,33
Média	74,04	56,83
Desvio-padrão	76,44	73,37
Resultado do teste estatístico	0,46 (P>0,05)	

Tabela 26 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo conhecimento de doenças relacionadas à água

Medida descritiva	Conhece doenças relacionadas à água	
	Não	Sim
Número de amostras	24	4
Valor mínimo	0,10	0,66
1° Quartil	1,49	0,66
Mediana	9,66	2,83
3° Quartil	73,66	121,74
Valor máximo	240,00	160,66
Média	44,98	41,74
Desvio-padrão	65,22	79,30
Resultado do teste estatístico	0,65 (P>0,05)	

Tabela 27 - Medidas descritivas do fosfato segundo conhecimento de doenças relacionadas à água

Medida descritiva	Conhece doenças relacionadas à água	
	Não	Sim
Número de amostras	24	4
Valor mínimo	0,00	0,02
1° Quartil	0,01	0,02
Mediana	0,02	0,03
3° Quartil	0,06	0,09
Valor máximo	0,15	0,11
Média	0,04	0,05
Desvio-padrão	0,03	0,04
Resultado do teste estatístico	0,59 (P>0,05)	

Tabela 28 - Medidas descritivas do coliforme total segundo existência de problemas de saúde nas pessoas nos últimos 15 dias da data da entrevista

Medida descritiva	Teve problemas de saúde
	Não
Número de amostras	27
Valor mínimo	0,10
1° Quartil	9,00
Mediana	42,33
3° Quartil	113,33
Valor máximo	240,00
Média	70,93
Desvio-padrão	76,27

Tabela 29 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo existência de problemas de saúde nas pessoas nos últimos 15 dias da data da entrevista

Medida descritiva	Tem problemas de saúde
	Não
Número de amostras	27
Valor mínimo	0,10
1° Quartil	1,33
Mediana	7,66
3° Quartil	76,66
Valor máximo	240,00
Média	44,53
Desvio-padrão	67,01

Tabela 30 - Medidas descritivas do fosfato segundo existência de problemas de saúde nas pessoas nos últimos 15 dias da data da entrevista

Medida descritiva	Tem problemas de saúde
	Não
Número de amostras	27
Valor mínimo	0,00
1° Quartil	0,02
Mediana	0,03
3° Quartil	0,06
Valor máximo	0,15
Média	0,04
Desvio-padrão	0,03

Tabela 31 - Medidas descritivas do coliforme total segundo fonte de água para irrigação

Medida descritiva	Fonte de água para irrigação		
	Nenhuma	Poço	Mina
Número de amostras	7	14	5
Valor mínimo	1,33	0,66	0,1
1° Quartil	1,33	10,83	0,71
Mediana	24,66	48,16	10
3° Quartil	140	96,08	221,66
Valor máximo	161,33	203,33	240
Média	60,09	65,3	90,95
Desvio-padrão	68,22	67,91	120,08
Resultado do teste estatístico	1,58 (P>0,05)		

Tabela 32 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo fonte de água para irrigação

Medida descritiva	Fonte de água para irrigação		
	Nenhuma	Poço	Mina
Número de amostras	7	14	5
Valor mínimo	0,1	0,1	0,1
1° Quartil	1,33	1,66	0,71
Mediana	2	15,66	4,33
3° Quartil	76,66	67,83	176,66
Valor máximo	160,66	203,33	240
Média	35,86	40,29	71,81
Desvio-padrão	61,6	57,54	105,68
Resultado do teste estatístico	1,02 (P>0,05)		

Tabela 33 - Medidas descritivas do fosfato segundo fonte de água para irrigação

Medida descritiva	Fonte de água para irrigação		
	Nenhuma	Poço	Mina
Número de amostras	7	14	5
Valor mínimo	0,01	0	0,01
1° Quartil	0,02	0,01	0,01
Mediana	0,02	0,03	0,04
3° Quartil	0,03	0,07	0,1
Valor máximo	0,1	0,11	0,15
Média	0,03	0,04	0,05
Desvio-padrão	0,03	0,03	0,05
Resultado do teste estatístico	0,36 (P>0,05)		

Tabela 34 - Medidas descritivas do coliforme total segundo utilização de defensivos agrícolas

Medida descritiva	Utiliza defensivos agrícolas
	Não
Número de amostras	27
Valor mínimo	0,66
1° Quartil	9,33
Mediana	54,00
3° Quartil	113,33
Valor máximo	240,00
Média	74,23
Desvio-padrão	75,00

Tabela 35 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo utilização de defensivos agrícolas

Medida descritiva	Utiliza defensivos agrícolas
	Não
Número de amostras	27
Valor mínimo	0,10
1° Quartil	1,33
Mediana	9,00
3° Quartil	76,66
Valor máximo	240,00
Média	46,16
Desvio-padrão	66,42

Tabela 36 - Medidas descritivas do fosfato segundo utilização de defensivos agrícolas

Medida descritiva	Utiliza defensivos agrícolas
	Não
Número de amostras	27
Valor mínimo	0,00
1° Quartil	0,02
Mediana	0,03
3° Quartil	0,06
Valor máximo	0,15
Média	0,04
Desvio-padrão	0,03

Tabela 37 - Medidas descritivas do coliforme total segundo grau de escolaridade do entrevistado

Medida descritiva	Grau de escolaridade					
	analfabeto	Primário incompleto	Primário completo	Ginásio incompleto	Ginásio completo	Colegial completo
Número de amostras	3	7	2	5	3	6
Valor mínimo	60,00	1,33	0,10	1,33	1,33	2,66
1° quartil	60,00	9,33	152,52	5,16	1,33	8,16
Mediana	89,00	12,66	101,71	24,66	54,00	71,83
3° quartil	203,33	113,33	203,33	84,00	104,33	171,83
Valor máximo	203,33	240,00	203,33	140,00	104,33	203,33
Média	117,44	68,75	101,71	40,59	53,22	86,83
Desvio padrão	75,78	87,97	143,70	56,64	51,50	82,82

Tabela 38 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo grau de escolaridade do entrevistado

Medida descritiva	Grau de escolaridade					
	analfabeto	Primário incompleto	Primário completo	Ginásio incompleto	Ginásio completo	Colegial completo
Nº de amostras	3	7	2	5	3	6
Valor mínimo	21,00	1,33	0,10	1,33	0,10	0,10
1° quartil	21,00	2,00	85,02	1,33	0,10	3,27
Mediana	44,00	5,00	56,71	9,00	0,66	17,16
3° quartil	203,33	84,33	113,33	43,49	101,00	86,91
Valor máximo	203,33	240,00	113,33	76,66	101,00	160,66
Média	89,44	57,14	56,71	19,73	33,92	43,62
Desvio padrão	99,29	87,63	80,06	32,10	58,09	61,75

Tabela 39 - Medidas descritivas do fosfato segundo grau de escolaridade do entrevistado

Medida descritiva	Grau de escolaridade					
	analfabeto	Primário incompleto	Primário completo	Ginásio incompleto	Ginásio completo	Colegial completo
Nº de amostras	3	7	2	5	3	6
Valor mínimo	0	0,02	0,02	0,01	0,02	0
1º quartil	0	0,02	0,05	0,01	0,02	0,01
Mediana	0,01	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03
3º quartil	0,07	0,06	0,06	0,08	0,04	0,09
Valor máximo	0,07	0,11	0,06	0,1	0,04	0,15
Média	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05
Desvio padrão	0,03	0,03	0,03	0,03	0	0,05

Tabela 40 - Medidas descritivas do coliforme total segundo tipo da propriedade

Medida descritiva	Tipo da propriedade		
	Casa	Chácara	Sítio
Número de amostras	6	15	7
Valor mínimo	1,33	0,1	0,66
1º Quartil	8,83	9	1,33
Mediana	86	24,66	54
3º Quartil	95,33	203,33	140
Valor máximo	101,33	240	161,33
Média	63,22	75,69	69,95
Desvio-padrão	44,58	90,62	65,78
Resultado do teste estatístico	0,01 (P>0,05)		

Tabela 41 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo tipo da propriedade

Medida descritiva	Tipo da propriedade		
	Casa	Chácara	Sítio
Número de amostras	6	15	7
Valor mínimo	0,1	0,1	0,66
1º Quartil	1,43	1,33	0,66
Mediana	1,52	9	10,33
3º Quartil	6,33	64,66	101
Valor máximo	84,33	240	160,66
Média	23,84	50,14	50,18
Desvio-padrão	33,83	77,18	63,73
Resultado do teste estatístico	0,13 (P>0,05)		

Tabela 42 - Medidas descritivas do fosfato segundo tipo da propriedade

Medida descritiva	Tipo da propriedade		
	Casa	Chácara	Sítio
Número de amostras	6	15	7
Valor mínimo	0,02	0	0,02
1° Quartil	0,02	0,01	0,02
Mediana	0,03	0,02	0,03
3° Quartil	0,08	0,06	0,06
Valor máximo	0,11	0,15	0,1
Média	0,05	0,03	0,04
Desvio-padrão	0,03	0,04	0,03
Resultado do teste estatístico	3,02 (P>0,05)		

Tabela 43 - Medidas descritivas do coliforme total segundo se a água possui cor

Medida descritiva	Água possui cor	
	Sim	Não
Número de amostras	5	23
Valor mínimo	24,66	0,10
1° Quartil	56,83	2,66
Mediana	93,33	28,00
3° Quartil	172,16	113,33
Valor máximo	240,00	203,33
Média	110,26	63,17
Desvio-padrão	78,95	73,08
Resultado do teste estatístico	1,53 (P>0,05)	

Tabela 44 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo se a água possui cor

Medida descritiva	Água possui cor	
	Sim	Não
Número de amostras	5	23
Valor mínimo	9,00	0,10
1° Quartil	26,50	1,33
Mediana	84,33 (b)	4,33 (a)
3° Quartil	170,50	62,33
Valor máximo	240,00	203,33
Média	95,66	33,40
Desvio-padrão	88,27	56,27
Resultado do teste estatístico	2,19 (P<0,05)	

* Existe diferença significativa entre coliforme termotolerante e a presença de cor da água

Tabela 45 - Medidas descritivas do fosfato segundo se a água possui cor

Medida descritiva	Água possui cor	
	Sim	Não
Número de amostras	5	23
Valor mínimo	0,02	0,00
1° Quartil	0,02	0,01
Mediana	0,04	0,03
3° Quartil	0,05	0,06
Valor máximo	0,07	0,15
Média	0,04	0,04
Desvio-padrão	0,02	0,04
Resultado do teste estatístico	0,90 (P>0,05)	

Tabela 46 - Medidas descritivas do coliforme total segundo se a água possui cheiro

Medida descritiva	Água possui cheiro	
	Sim	Não
Número de amostras	4	24
Valor mínimo	89,00	0,10
1° Quartil	90,08	4,24
Mediana	98,83	26,33
3° Quartil	206,08	110,33
Valor máximo	240,00	203,33
Média	131,66	61,57
Desvio-padrão	72,51	71,91
Resultado do teste estatístico	1,84 (P>0,05)	

Tabela 47 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo se a água possui cheiro

Medida descritiva	Água possui cheiro	
	Sim	Não
Número de amostras	4	24
Valor mínimo	44,00	0,10
1° Quartil	54,08	1,33
Mediana	92,66 (b)	4,66 (a)
3° Quartil	205,25	53,41
Valor máximo	240,00	203,33
Média	117,33	32,38
Desvio-padrão	85,20	55,26
Resultado do teste estatístico	2,37 (P<0,05)	

* Existe diferença significativa entre coliforme termotolerante e a presença de cheiro na água

Tabela 48 - Medidas descritivas do fosfato segundo se a água possui cheiro

Medida descritiva	Água possui cheiro	
	Sim	Não
Número de amostras	4	24
Valor mínimo	0,03	0,00
1° Quartil	0,03	0,01
Mediana	0,04	0,02
3° Quartil	0,06	0,06
Valor máximo	0,07	0,15
Média	0,04	0,04
Desvio-padrão	0,02	0,03
Resultado do teste estatístico	1,21 (P>0,05)	

Tabela 49 - Medidas descritivas do coliforme total segundo se a água possui sujeira

Medida descritiva	Água possui sujeira	
	Sim	Não
Número de amostras	4	24
Valor mínimo	11,33	0,10
1° Quartil	30,74	4,24
Mediana	96,66	35,16
3° Quartil	206,08	110,33
Valor máximo	240,00	203,33
Média	111,16	64,98
Desvio-padrão	95,05	71,36
Resultado do teste estatístico	1,25 (P>0,05)	

Tabela 50 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo se a água possui sujeira

Medida descritiva	Água possui sujeira	
	Sim	Não
Número de amostras	4	24
Valor mínimo	5,00	0,10
1° Quartil	14,75	1,33
Mediana	72,50	5,99
3° Quartil	205,25	64,07
Valor máximo	240,00	203,33
Média	97,50	35,68
Desvio-padrão	102,85	55,91
Resultado do teste estatístico	1,71 (P>0,05)	

Tabela 51 - Medidas descritivas do fosfato segundo se a água possui sujeira

Medida descritiva	Água possui sujeira	
	Sim	Não
Número de amostras	4	24
Valor mínimo	0,04	0,00
1° Quartil	0,04	0,01
Mediana	0,05 (b)	0,02 (a)
3° Quartil	0,10	0,05
Valor máximo	0,11	0,15
Média	0,06	0,04
Desvio-padrão	0,03	0,03
Resultado do teste estatístico	2,11 (P<0,05)	

* Existe diferença significativa entre fosfato e a presença de sujeira na água

Tabela 52 - Medidas descritivas do coliforme total segundo existência de caixa d'água

Medida descritiva	Possui caixa d'água	
	Sim	Não
Número de amostras	20	8
Valor mínimo	0,10	1,33
1° Quartil	4,24	10,33
Mediana	35,16	91,16
3° Quartil	131,08	110,33
Valor máximo	240,00	203,33
Média	69,06	77,87
Desvio-padrão	78,91	68,45
Resultado do teste estatístico	0,61 (P>0,05)	

Tabela 53 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo existência de caixa d'água

Medida descritiva	Possui caixa d'água	
	Sim	Não
Número de amostras	20	8
Valor mínimo	0,10	0,10
1° Quartil	1,33	4,49
Mediana	5,83	25,83
3° Quartil	73,07	79,41
Valor máximo	240,00	113,33
Média	46,15	40,42
Desvio-padrão	73,79	43,26
Resultado do teste estatístico	0,66 (P>0,05)	

Tabela 54 - Medidas descritivas do fosfato segundo existência de caixa d'água

Medida descritiva	Possui caixa d'água	
	Sim	Não
Número de amostras	20	8
Valor mínimo	0,00	0,02
1° Quartil	0,01	0,02
Mediana	0,02	0,03
3° Quartil	0,05	0,10
Valor máximo	0,10	0,15
Média	0,03	0,06
Desvio-padrão	0,02	0,05
Resultado do teste estatístico	1,32 (P>0,05)	

Tabela 55 - Medidas descritivas do coliforme total segundo uso da fonte

Medida descritiva	Uso da fonte		
	Dessedentação humana	Doméstico, des. animal e humana	Doméstico, des. animal e humana, irrigação
Número de amostras	2	10	13
Valor mínimo	1,33	0,66	0,1
1° Quartil	85,33	7,08	9,66
Mediana	57,33	86	28
3° Quartil	113,33	113,24	203,33
Valor máximo	113,33	161,33	240
Média	57,33	70,66	78,95
Desvio-padrão	79,19	58,49	94,53

Tabela 56 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo uso da fonte

Medida descritiva	Uso da fonte		
	Dessedentação humana	Doméstico, des. animal e humana	Doméstico, des. animal e humana, irrigação
Número de amostras	2	10	13
Valor mínimo	0,1	0,66	0,1
1° Quartil	48,52	1,33	2,33
Mediana	32,38	26,5	10,33
3° Quartil	64,66	88,49	87,83
Valor máximo	64,66	160,66	240
Média	32,38	48,09	53,16
Desvio-padrão	45,65	55,67	81,77

Tabela 57 - Medidas descritivas do fosfato segundo uso da fonte

Medida descritiva	Uso da fonte		
	Dessedentação humana	Doméstico, des. animal e humana	Doméstico, des. animal e humana, irrigação
Número de amostras	2	10	13
Valor mínimo	0,02	0,01	0
1° Quartil	0,03	0,02	0,01
Mediana	0,03	0,03	0,04
3° Quartil	0,03	0,05	0,07
Valor máximo	0,03	0,1	0,15
Média	0,03	0,04	0,05
Desvio-padrão	0	0,03	0,04

Tabela 58 - Medidas descritivas do coliforme total segundo espécie animal

Medida descritiva	Espécies animal					
	Nenhuma	Cão	Bovino	Cão e bovino	Bovino e eqüino	Cão, bovino e suíno
Número de amostras	2	10	3	2	2	3
Valor mínimo	1,33	1,33	10,00	9,00	140,00	28,00
1° quartil	121,33	7,66	10,00	47,25	215,00	28,00
Mediana	81,33	18,66	101,33	34,50	190,00	42,33
3° quartil	161,33	90,08	203,33	60,00	240,00	203,33
Valor máximo	161,33	203,33	203,33	60,00	240,00	203,33
Média	81,33	53,06	104,88	34,50	190,00	91,22
Desvio padrão	113,13	64,72	96,71	36,06	70,71	97,35

Tabela 59 - Medidas descritivas do coliforme termotolerante segundo espécie animal

Medida descritiva	Espécies animal					
	Nenhuma	Cão	Bovino	Cão e bovino	Bovino e equino	Cão, bovino e suíno
Número de amostras	2	10	3	2	2	3
Valor mínimo	0,10	0,10	4,33	1,33	76,66	10,33
1° quartil	120,52	1,83	4,33	16,08	199,16	10,33
Mediana	80,38	3,83	7,33	11,16	158,33	26,66
3° quartil	160,66	54,08	62,33	21,00	240,00	203,33
Valor máximo	160,66	113,33	62,33	21,00	240,00	203,33
Média	80,38	26,37	24,77	11,16	158,33	80,10
Desvio padrão	113,53	40,90	32,56	13,90	115,49	107,02

Tabela 60 - Medidas descritivas do fosfato segundo espécie animal

Medida descritiva		Espécies animal					
		Nenhuma	Cão	Bovino	Cão e bovino	Bovino e eqüino	Cão, bovino e suíno
Número de amostras		2	10	3	2	2	3
Valor mínimo		0,02	0,02	0,00	0,04	0,04	0,01
1° quartil		0,03	0,02	0,00	0,01	0,08	0,01
Mediana		0,03	0,03	0,03	0,00	0,07	0,01
3° quartil		0,03	0,07	0,15	0,01	0,10	0,06
Valor máximo		0,03	0,11	0,15	0,01	0,10	0,06
Média		0,03	0,04	0,06	0,00	0,07	0,03
Desvio padrão		0,00	0,03	0,07	0,00	0,04	0,03

4.5) Dados do GPS

As 28 propriedades foram marcadas com o aparelho de GPS e dispostas no mapa da cidade de Botucatu. Na figura 7 observa-se a disposição de todas as propriedades. Na figura 8 observa-se a disposição relacionada aos resultados de coliforme termotolerante, com a interpolação dos valores através de coloração em maior ou menor escala; na figura 9 nota-se a disposição dos pontos relacionados aos resultados de coliforme total e na figura 10 observa-se a disposição dos pontos relacionados aos resultados de fosfato.

Através destas disposições nos mapas é possível visualizar áreas com maiores e menores concentrações dos parâmetros analisados, podendo-se realizar um estudo mais detalhado sobre as possíveis causas de contaminações dessas áreas.

Metros N

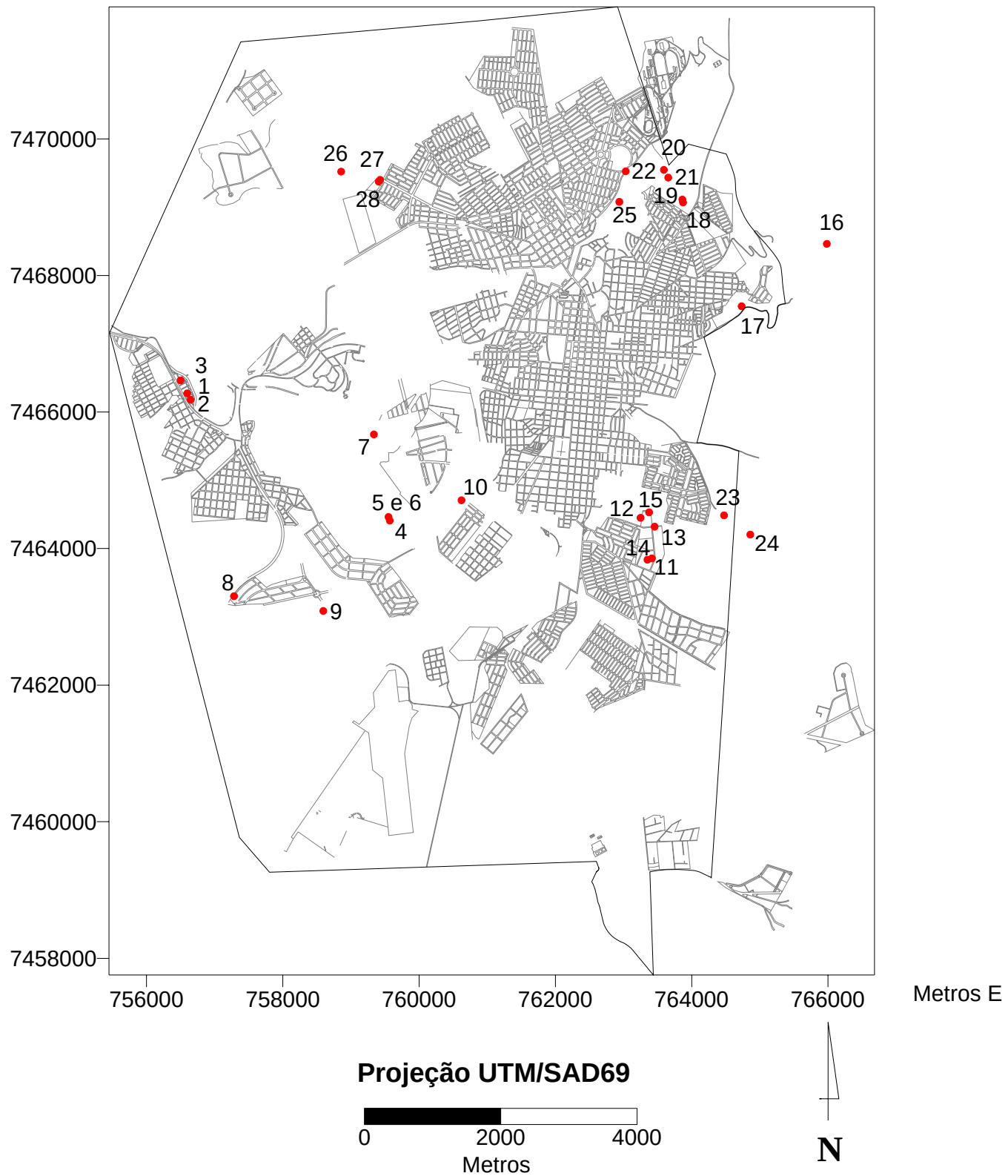


Figura 7 - Mapa da cidade de Botucatu.
(Pontos vermelhos: fontes; linha preta contínua: perímetro urbano)

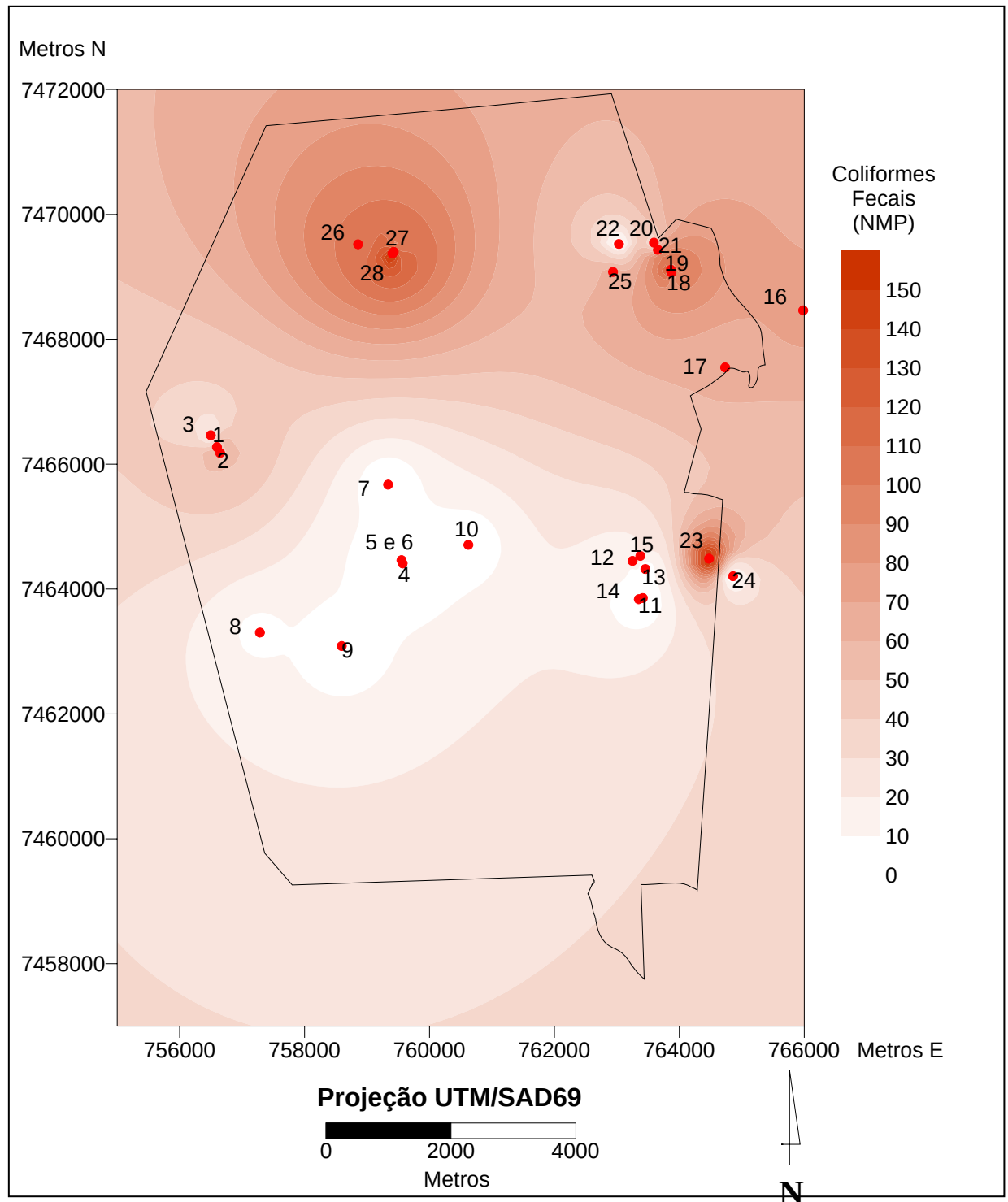


Figura 8 - Mapa da interpolação dos valores de coliformes termotolerantes para a área estudada
(Pontos vermelhos: fontes; linha preta contínua: perímetro urbano).

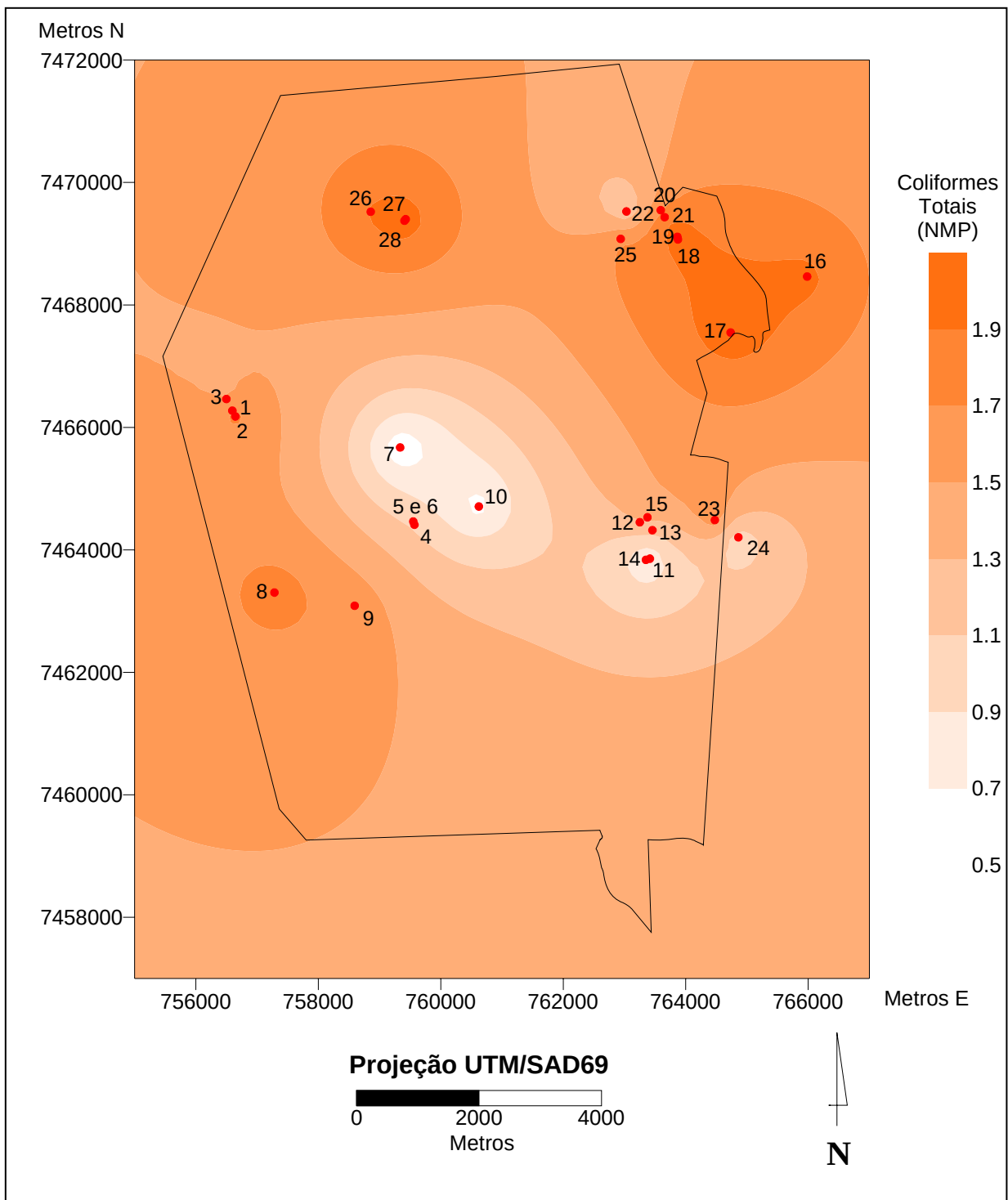


Figura 9 - Mapa da interpolação dos valores de coliformes totais para a área estudada
(Pontos vermelhos: fontes; linha preta contínua: perímetro urbano).

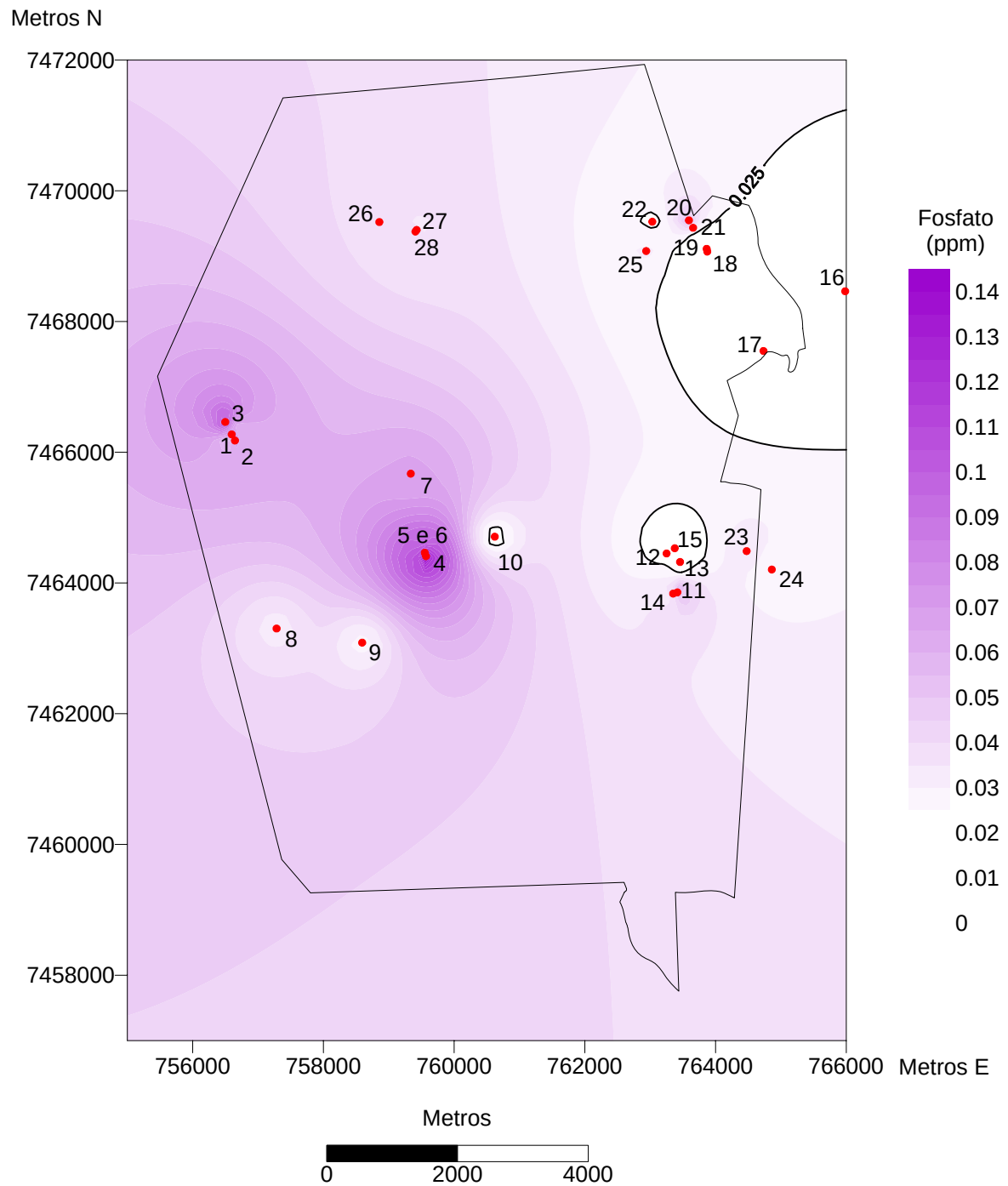


Figura 10 – Mapa da interpolação dos valores de fosfato para a área estudada (Pontos vermelhos: fontes; linha preta contínua: perímetro urbano; linha preta tracejada: limiar de aceitação do nível de fosfato).

4.6) Trabalho de Educação Sanitária

Após as análises das amostras foi desenvolvido um trabalho de educação sanitária junto aos proprietários. Os resultados foram encaminhados através de novas visitas às propriedades e, de acordo com a situação encontrada, foram orientados métodos de prevenção da contaminação da água, de tratamento da água utilizada, esclarecimentos de doenças que podem ser transmitidas, dentre outras. Foi entregue em cada propriedade um “folder” explicativo sobre algumas considerações sobre o uso da água e os cuidados básicos necessários, como mostrado no apêndice B. O “folder” foi realizado com o apoio da Prefeitura do Município de Botucatu (Secretaria Municipal da Saúde) e pelo Serviço de Epidemiologia e Saneamento da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp (Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública). A Secretaria Municipal de Saúde responsabilizou-se pela entrega de cloro nas propriedades mais críticas, para a desinfecção da água.

Para a desinfecção da água, o cloro é o sistema mais antigo e mais usado. Sua ação se dá por oxidação celular dos microrganismos e pode ser aplicado na forma de gás, soluções de hipoclorito, dióxido de cloro e outros. Ferver a água antes de beber é uma maneira eficiente de matar os microrganismos. Nenhum organismo vivo resiste a uma temperatura tão elevada, pois todas suas proteínas perdem suas funções nessas condições. Os filtros que funcionam com carvão ativado conseguem reter algumas moléculas grandes como as de proteínas, o que melhora a qualidade da água. Mas os filtros não substituem o tratamento com cloro ou a fervura.

5) DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas análises realizadas, 93% das fontes apresentaram índices de coliformes totais e cerca de 82% estavam contaminadas com coliformes termotolerantes que, de acordo com o padrão da legislação vigente, deveria estar ausente.

Resultados semelhantes foram verificados por autores como Amaral et al. (2003), que encontraram de 90 a 100% das amostras de água de poços rasos, localizados em áreas urbanas, contaminadas por coliformes termotolerantes, evidenciando, portanto, o risco à saúde da população consumidora deste tipo de água sem nenhum tratamento.

Os pesquisadores Freitas et al. (2001) analisaram a importância da análise da água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro, e concluíram que mais de 50% das amostras de água de poço nas duas áreas apresentaram contaminação por coliformes termotolerantes, tornando a água imprópria para consumo humano. Ressaltaram que todos os domicílios onde amostras de água foram coletadas possuíam poço e ligação no sistema de distribuição de água.

Já Amaral et al (2003) verificaram a qualidade higiênico-sanitária de água de consumo em propriedades rurais situadas na região nordeste do estado de São Paulo por meio da contagem de indicadores microbiológicos de potabilidade. Os resultados evidenciaram que 90% das amostras de água das fontes, 90% dos reservatórios e 96,7% da água de consumo humano, estavam fora dos padrões microbiológicos de potabilidade para água de consumo humano.

Amaral et al (1994), avaliando a qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados na área urbana do município de Jaboticabal/SP, mostraram a ocorrência de 92,3% das amostras fora dos padrões bacteriológicos de potabilidade estabelecidos, mostrando serem precárias as condições higiênico-sanitárias das águas analisadas. Os autores afirmam que na periferia da área urbana, as águas subterrâneas oriundas de poços rasos constituem-se importantes fontes de suprimento de água para consumo humano e animal.

Pelas tabelas de análise estatística (tabelas 16, 17, 44 e 47), associando os dados do questionário com os resultados das análises de coliforme total e coliforme termotolerante, nota-se que houve associação significativa entre coliforme total e coliforme termotolerante com a queima como destino do lixo, e entre coliforme termotolerante e a presença de cor e cheiro na água. As associações dos coliformes com a queima do lixo podem decorrer da possibilidade de uma sobra de resíduos orgânicos no solo, através de uma queima mal feita que, através da chuva, poderá se infiltrar no solo atingindo o lençol freático, causando uma possível contaminação. Não foram encontrados estudos semelhantes relacionando estes dados.

As maiores prevalências de contaminação de coliformes no município de Botucatu, conforme dados do GPS dispostos nas figuras 8 e 9, ocorreram nas regiões próximas à estrada para Vitoriana (cuesta de Botucatu), que foram os pontos 19 e 21. Uma possível fonte de contaminação dessa área é a drenagem do Rio Lavapés, que funciona como um rio de águas residuárias. Outras regiões com grande prevalência foram a dos bairros Jardim Continental e Eldorado (pontos 26 e 28), onde se encontram duas estações elevatórias do tratamento de esgoto do município, sendo esta uma provável causa de contaminação. Até o encerramento da pesquisa, a estação de tratamento de esgoto do município de Botucatu não se encontrava em funcionamento.

Os resultados da análise química de fosfato nas amostras indicaram que das 28 fontes, 15 (53,6%) estavam com teores de fosfato acima do limite recomendado que é de 0,025 mg/L.

Os adubos e fertilizantes utilizados na agricultura contêm grande concentração de fósforo, e quando arrastados pela água da chuva, podem poluir rios e lagos. Porém, no resultado obtido na aplicação do questionário, 96% dos entrevistados afirmaram que não utilizavam defensivos agrícolas. Os fosfatos também são encontrados na maior parte dos detergentes. A incidência de fosfato encontrada pode ser resultado da forma de ocupação do solo, da lixiviação dos minerais, da decomposição de matéria orgânica, de esgotos domésticos ou ainda de excrementos de animais.

Na análise estatística de associação do questionário com a análise de fosfato, houve diferença significativa nas associações entre fosfato e recolhimento público como destino do lixo, e também com a presença de sujeira na água (tabelas 18 e 51).

Pelos resultados expressos no mapa de localização do GPS (figura 10), nota-se uma maior prevalência de contaminação por fosfato na região próximo ao Jardim Santa Elisa (fontes 4, 5 e 7) e na região de Rubião Júnior (fontes 1, 2 e 3). Não foram encontrados estudos semelhantes relacionando estes dados.

Segundo dados obtidos pelo questionário aplicado, a maioria dos entrevistados (75%) não tinha noção sobre a importância de uma água de qualidade, não conhecia doenças relacionadas a ela (86%) e ainda não fazia nenhum tipo de tratamento antes de consumi-la (50%), enquanto que 46% filtrava.

Esse comportamento pode estar relacionado ao consumo da água das fontes por longos períodos sem a ocorrência de problemas evidentes, somado aos bons aspectos da água, que proporciona aos consumidores uma sensação de pureza. Isso pode ser comprovado pelos resultados do questionário, onde se observou que 96% dos entrevistados não tiveram problemas de saúde nos últimos 15 dias da data da entrevista, e que para cerca de 86% a água não possuía cor, cheiro e/ou sujeira. Tradicionalmente, esse tipo de fonte de abastecimento é considerado seguro para consumo “in natura”. Para Amaral et al (2003), isso impede que os consumidores agreguem juízo de valor no sentido de tratar essa água, pelo menos por um processo de desinfecção, o que certamente minimizaria o risco de veiculação de enfermidades.

Geldreich (1998) apud Amaral et al. (2003) afirma que a água de escoamento superficial é o principal fator que modifica a qualidade microbiológica da água subterrânea, tornando-a de risco à saúde. Segundo Stukel et al. (1990) apud Amaral et al. (2003) esse risco é alto no meio rural, principalmente pela possibilidade de contaminação bacteriana das águas de poços velhos, inadequadamente vedados e próximos às fontes de contaminação. A inexistência, na maioria das fontes, de fatores de proteção para a preservação da qualidade da água (calçada ao redor da fonte, tampa, parede externa acima do solo, revestimento interno, localização no ponto mais alto do terreno, fossa com distância maior que 30 metros), evidencia a necessidade de um trabalho de orientação às pessoas que utilizam essas águas, com o objetivo de manter sua qualidade.

Os altos índices de contaminação das fontes estudadas evidenciam riscos à saúde que esse tipo de fonte pode representar, caso não sejam aplicadas medidas visando ao tratamento e à preservação da qualidade microbiológica da água.

6) CONCLUSÃO

Concluiu-se que a grande maioria das fontes estudadas foi considerada imprópria para consumo, principalmente em relação aos índices de coliformes termotolerantes encontrados, sendo um importante fator de risco à saúde das pessoas que a utilizam.

Não foram detectados teores de cobre e organoclorados nas fontes estudadas. A ocorrência de níveis elevados de fosfato nas águas pode ter sido devido à uma possível contaminação destas com esgotos domésticos, excrementos animais, devido à criação de animais nas propriedades, decomposição da matéria orgânica ou uso de detergentes.

Somado-se a isso, verificou-se que a percepção dos proprietários em relação à importância de uma água de qualidade foi insatisfatória. Ainda, de acordo com o questionário aplicado, percebeu-se a defasagem de informações dessa população sobre as possíveis doenças que podem ser transmitidas por uma água de má qualidade e de tratamentos essenciais para seu uso.

A adoção de medidas preventivas, visando à preservação das fontes de água e o tratamento das águas já comprometidas são as ferramentas necessárias para diminuir consideravelmente o risco de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica. A atividade de educação sanitária desenvolvida no final do presente trabalho, através da distribuição dos folders, pôde contribuir com a melhoria de conscientização necessária para essa população estudada.

Comprovou-se a importância e a necessidade do desenvolvimento de trabalhos com a população das áreas estudadas, que, pelos resultados obtidos, utilizavam essas águas sem maiores cuidados, tanto na captação quanto no próprio uso.

7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev. da Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514. 2003.

AMARAL, L.A. et al. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em uma área urbana: utilização de colifagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição termotolerante. **Rev. da Saúde Pública**, v. 28, n. 5, p. 345-348. 1994.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20.ed. Washington: American Public Health Association, 1998. p.9(47-66).

BATTALHA, B.L., PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano**. Bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1977. 198p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, 25 de Março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília, 2004.

CASTRO, S.M.P. **Caracterização qualitativa das águas das cachoeiras Marta, Canela e Véu da Noiva situadas no município de Botucatu – SP**. 2003. 71p. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP.

CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1988. p.23-40.

CETESB. **Água subterrânea e poços tubulares**. 3. ed. São Paulo, 1978. 482p.

CETESB. **Coliformes totais e termotolerantes – Determinação pela técnica de tubos múltiplos**. São Paulo, 1993. 39p. (Normas Técnicas da Cetesb).

COCHRAN, N.W. **Sampling techniques**. 3.ed. New York: John Wiley, 1997. 555 p.

CONTE, M.L.; LEOPOLDO, P.R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: Unesp, 2001. 141p.

DOJLIDO, J.R.; BEST, G.A. **Chemistry of water and water pollution**. England: Ellis Horwood Limited, 1993. p. 60-63.

EUA. Drinking water quality and public health. **Am. Public Health Assoc.**, New York, v. 91, n. 3, p. 499-500, mar. 2001.

FERRAN, B.; JORDI, S. Drinking water and gastrointestinal disease: need of better understanding and an improvement in public health surveillance. **J. Epidemiol. Commun. Health**, London, v. 54, n. 1, p. 3-5, jan. 2000.

FOSTER, S.; VENTURA, M.; HIRATA, R. **Poluição das águas subterrâneas: um documento executivo da situação da América Latina e Caribe com relação ao abastecimento de água potável**. São Paulo: Instituto Geológico, 1993. 55p.

FREITAS, V.P. **Água: Aspectos jurídicos e ambientais**. 2.ed. Curitiba: Juruá, 2003. 278 p.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes termotolerantes, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17 n. 3, p.651-660, maio-junho.2001.

GARBOGGINI, I.L.A. **Pesquisa de *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, Coliformes totais e *Escherichia coli* em águas de nascentes (bicas) em Piracicaba – SP.** 1999. 89p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. Água: um problema de segurança nacional. **Rev. Hig. Aliment.**, São Paulo, v. 15, n. 90/91, p.15-17, nov/dez. 2001.

GOMES, L.A. **Levantamento das condições sanitárias na área do Pólo noroeste de Mato Grosso.** Brasília: Assessoria Editorial e Divulgação Científica, 1989. 59p.

LIMA, E.B. et al. Investigação de metais em água de abastecimento no município do Rio Formoso – PE. **Rev. Hig. Aliment.**, São Paulo, v.15, n. 90/91, p.68-72, nov/dez. 2001.

MACÊDO, J.A.B. **Águas & Águas.** São Paulo: Varela, 2001. 505 p.

MESQUITA, V.C.L. et al. Contaminação por enteroparasitas em hortaliças comercializadas nas cidades de Niterói e Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v. 32, n. 4, p.363-366, jul-ago. 1999.

MOTA, S. Saneamento. In: ROUQUAYROL, M.Z.; ALMEIDA FILHO, N. **Epidemiologia & Saúde.** 5.ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. cap.17, p.405-429.

MUSA, H.A. et al. Water quality and public health in northern Sudan: a study of rural and peri-urban communities. **J. Appl. Microbiol.**, London, v. 87, n. 5, p.676-682, nov. 1999.

NORMAN, G.R.; STREINER, D.L. **Biostatistics – The bare essentials.** St. Louis: Mosby Year Book, 1994. 260 p.

OMS. Aspectos Microbiológicos. In: _____. **Guias para la calidad del agua potable.** 2.ed. Genebra: Organização Mundial de Saúde, 1995. v.1, cap.3, p.8-30.

PACHECO, A., FIGUEIRA, J.L.G., ESPINDOLA, R.S., BATELLO, E.R., DEHAINI, J. **A contaminação das águas subterrâneas pelos sistemas de disposição in situ – estudo preliminar.** USP: Instituto de Geociências. Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas. 2000.

PELCZAR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. Doenças transmitidas por água e alimentos. In:____. **Microbiologia: conceitos e aplicações.** 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996 a. v.2, cap.25, p.222-253.

PELCZAR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. Microbiologia das águas naturais, potáveis e dos esgotos. In:____. **Microbiologia: conceitos e aplicações.** 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996 b. v.2, cap.29, p.337-369.

PIPES, W.O. **Bacterial indicators of pollution.** Flórida: CRC Press, 1982. 174 p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. Contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. In:____. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** São Paulo: Varela, 1997. cap. 4. p.31-39.

SILVA, E.F.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação da qualidade bacteriológica de água de poços na região metropolitana de Recife – PE. **Rev. Hig. Aliment.**, São Paulo, v. 15, n.90/91, p.73-78, set/dez. 2001.

SOUZA, L.C.; CÔRTEZ, V.A. Condições sanitárias da água de bebida fornecida aos animais do campus de Botucatu. **Vet. Zootec.**, São Paulo, v.4, p.17-24, 1992.

TAKAYANAGUI, O.M. et al. Fiscalização de verduras comercializadas no município de Ribeirão Preto, SP. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v.34, n.1, p.37-41, fev. 2001.

TEIXEIRA, G. Água pode se tornar fonte de tensão no planeta. **Gazeta Mercantil.** São Paulo, 14/03/2003.

THAME, A.C.M. Água Finita. **Rev. Agronegócios FGV**, Rio de Janeiro, v.21, n.1, p.3-5, Jan. 2001.

TWORT, A.C. et al. Chemistry and microbiology of water. In:____. **Water supply**. 4.ed. United Kingdom: St. Edmundsbury Press, 1994. p.214-225.

VIANA, F.C. **Construção de poços rasos-cisternas e uso de cloradores por difusão**. 4.ed. Belo Horizonte: Imprensa UFMG, 1991. 40p.

WHO. Microbial facts sheets. In:____. **Guidelines for drinking-water quality**. Geneva: World Health Organization, 2004. 3. ed. v.1, p.221-295.

8) ANEXO

Anexo A – Número Mais Provável (NMP) e intervalo de confiança em nível de 95% de probabilidade para diversas combinações de tubos positivos em séries de cinco tubos. Quantidade inoculada da amostra: 10,0 – 1,0 e 0,1 mL (APHA, 1998).

Combinação de tubos positivos	NMP/100 mL	Intervalo de confiança (95%)		Combinação de tubos positivos	NMP/100 mL	Intervalo de confiança (95%)	
		Mínimo	Máximo			Mínimo	Máximo
0-0-0	<2			4-3-0	27	12	67
0-0-1	2	1	10	4-3-1	33	15	77
0-1-0	2	1	10	4-4-0	34	16	80
0-2-0	3	1	13	5-0-0	23	9	86
1-0-0	2	1	11	5-0-1	30	10	110
1-0-1	4	1	15	5-0-2	40	20	140
1-1-0	4	1	15	5-1-0	30	10	120
1-1-1	6	2	18	5-1-1	50	20	150
1-2-0	6	2	18	5-1-2	60	30	180
2-0-0	4	1	17	5-2-0	50	20	170
2-0-1	7	2	20	5-2-1	70	30	210
2-1-0	7	2	21	5-2-2	90	40	250
2-1-1	9	3	24	5-3-0	80	30	250
2-2-0	9	3	25	5-3-1	110	40	300
2-3-0	12	5	29	5-3-2	140	60	360
3-3-0	8	3	24	5-3-3	170	80	410
3-0-1	11	4	29	5-4-0	130	50	390
3-1-0	11	4	29	5-4-1	170	70	480
3-1-1	14	6	35	5-4-2	220	100	580
3-2-0	14	6	35	5-4-3	280	120	690
3-2-1	17	7	40	5-4-4	350	160	820
4-0-0	13	5	38	5-5-0	240	100	940
4-0-1	17	7	45	5-5-1	300	100	1.300
4-1-0	17	7	46	5-5-2	500	200	2.000
4-1-1	21	9	55	5-5-3	900	300	2.900
4-1-2	26	12	63	5-5-4	1.600	600	5.300
4-2-0	22	9	56	5-5-5	>1.600		
4-2-1	26	12	65				

9) APÊNDICES

Apêndice A – Modelo do questionário aplicado com os proprietários

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
ENTREVISTA COM O PROPRIETÁRIO

Formulário: _____

Data: _____

Nome do proprietário: _____.

Nome do entrevistado: _____.

Grau de escolaridade: analfabeto () primário completo () ginásio completo () colegial completo ()
sabe ler e escrever () primário incompleto () ginásio incompleto () colegial incompleto ()
superior completo () superior incompleto () sem informações ()

Nome da propriedade: _____. Tipo: casa () fazenda () sítio () chácara ()

Endereço: _____.

Bairro: _____. Fone: _____.

Número de moradores: _____.

Funcionários: fixo () temporário () sem funcionários () nº _____

Fonte de água:

Tipo de fonte: Sabesp () rio () córrego () poço raso () poço artesiano () nascente ()
Ribeirão () mina () outros _____

Uso da fonte: dessedentação humana () dessedentação de animais () uso doméstico ()
irrigação () Irriga o quê? _____

Forma de captação: balde () bomba manual () bomba elétrica () outros: _____

Distância dos poços às fossas/níveis: _____

Esgoto:

Tipo de banheiro: rede pública () fossa () céu aberto () casinha de fundo de quintal ()
riacho ou manancial ()

Existência de fossas? Sim () Não () Tipo: seca () séptica () nº _____

Destino do lixo: queima () enterra () recolhimento público () usa como adubo ()

Qualidade da água:

Água de consumo doméstico: Tem cor? Sim () Não () Tem cheiro? Sim () Não ()
Tem sujeira? Sim () Não ()

Presença de caixa d'água? Sim () Não () Última limpeza: _____

Água consumida pelos animais: com tratamento () sem tratamento ()

Tipo de tratamento de água realizado: filtra () ferve () desinfeta () nada ()

Outro: _____

Já fez análise de água? Sim () Não () Resultado: _____

Noção da importância da qualidade da água: ruim () regular () boa () ótima ()

Conhece doenças transmitidas pela água? Sim () Não ()

Quais? _____

Tem ou já teve problemas de saúde como diarreia, vômito, febre nos últimos 15 dias? sim () não ()

Fez tratamento para vermes? Sim () Não ()

Quando/Qual? _____

Criação de animais:

Espécie: bovino () eqüino () suíno () cães () gatos () aves ()

outros: _____

Produção: leite () corte () lazer () consumo próprio ()

Tem bebedouro? Sim () Não () nº _____ Tipo de bebedouro: _____

Agricultura:

Fonte de água de irrigação: sabesp () poço () mina ()

outros: _____

Mesma fonte usada para consumo doméstico? Sim () Não ()

Tipo de culturas existentes : _____

Utiliza defensivos agrícolas? Sim () Não ()

Qual: _____

Presença de curva de nível? Sim () Não ()

Recebe assistência técnica? Sim () Não ()

Período: _____

Dados do GPS:

Possíveis fontes de contaminação:

Observações:

Apêndice B – Folder entregue em todas as propriedades estudadas