

ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM
ASSENTAMENTOS DE TEODORO SAMPAIO - SP

ANDRÉ TURIN SANTANA

ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM
ASSENTAMENTOS DE TEODORO SAMPAIO - SP

ANDRÉ TURIN SANTANA

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - Área de Concentração: Avaliação e Análise de Impacto Ambiental.

Orientador: Prof.:Dr^a. Renata Medici Frayne Cuba

628.16
S232e

Santana, André Turin.

Estudo da qualidade da água para consumo humano em assentamentos de Teodoro Sampaio-SP / André Turin Santana. – Presidente Prudente, 2014.

101 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2014.

Bibliografia.

Orientador: Renata Médici Frayane Cuba.

1. Água - Qualidade. 2. Assentamentos rurais – Teodoro Sampaio-SP. 3. Água - Consumo. I. Título.

ANDRÉ TURIN SANTANA

**ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM
ASSENTAMENTOS DE TEODORO SAMPAIO - SP**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - Área de Concentração: Avaliação e Análise de Impacto Ambiental.

Presidente Prudente, 14 de março de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Renata Medici Frayne Cuba
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof. Dr. Hamilton Mitsugu Ishiki
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof. Dr^a. Renata Ribeiro de Araujo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho -
Presidente Prudente-SP

DEDICATÓRIA

*Á Ingrid Farias Turin Santana, amada esposa.
Reconheço que não estaria aqui hoje sem o seu
amor, companheirismo, incentivo e compreensão.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em sua bondade e sabedoria me deu paciência, forças e perseverança para vencer todos os obstáculos impostos no transcorrer desta caminhada.

A Unoeste, instituição na qual trabalho, pela formação acadêmica e pela oportunidade de concluir este Curso de Mestrado e crescer profissionalmente.

A professora Dr.^a Renata Medici Frayane Cuba, pela orientação, disponibilidade, amizade e dedicação na realização deste trabalho.

Aos membros da banca, pelas correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento não só, deste trabalho, mas pessoal.

Aos professores do Mestrado, que me transmitiram conhecimento nas disciplinas, contribuindo nesta realização.

Aos alunos do curso de Química, que com seus projetos de iniciação científica contribuíram nos trabalhos de campo e laboratório.

As famílias dos assentamentos, por permitir a coleta das amostras e pela recepção amigável.

Aos meus pais que sempre estavam ao meu lado, principalmente quando criança, auxiliando na construção do meu saber e caráter.

A família Hirata, principalmente o Sr. Sergio e Dona Nilda, pelas orações e auxílio nos momentos de dificuldade.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Cuide do Meio Ambiente, lembre-se que você também faz parte dele.

Autoria própria.

RESUMO

Estudo da qualidade da água para consumo humano em assentamentos de Teodoro Sampaio – SP

As atividades antrópicas, bem como, a ocupação territorial propiciam alterações na dinâmica ambiental, afetando os recursos naturais, principalmente, a água e o solo. Essa situação pode ser verificada com frequência em assentamentos rurais, onde a distribuição de terras é realizada, muitas vezes, sem infraestrutura adequada para ocupação. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água para consumo humano em assentamentos localizados no município de Teodoro Sampaio, região do Pontal do Paranapanema estado de São Paulo. O estudo foi baseado na qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano, na caracterização da área quanto ao tipo de solo, manejos agropecuários, disposição dos resíduos e condições de captação e armazenamento da água e na correlação dos dados entre os assentamentos. A metodologia utilizada para a realização do presente trabalho foi, a observação assistemática para a caracterização da área de estudo, a pesquisa aplicada com trabalho de campo baseada na pesquisa experimental com a realização de ensaios físico-químicos e microbiológicos nas águas subterrâneas e no solo, e a análise de componentes principais (ACP) para correlação dos resultados. Foram amostrados 54 poços e 54 reservatórios de água distribuídos em 7 assentamentos rurais, constatando que 92,5 % das amostras não atenderam ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde por apresentarem principalmente bactérias do grupo coliformes. Assim concluiu-se que grande parte das famílias assentadas está consumindo água fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira e, que a melhoria na qualidade da água depende da difusão do saneamento básico, melhoria na infraestrutura de captação e armazenamento da água e pelo uso de metodologias eficientes para a educação ambiental e higiênico-sanitária das famílias assentadas.

Palavras-chave: Assentamento rural, qualidade da água, água para consumo humano, água subterrânea, Teodoro Sampaio.

ABSTRACT

Study of the water quality for human consumption in the settlements of Teodoro Sampaio - SP

Human activities, as well territorial occupation, lead to changes in environmental dynamics, affecting the natural resources especially water and soil. This situation can frequently be seen in rural settlements, where land distribution is often performed with inadequate infrastructure for occupancy. Thus, the aim of this study was to evaluate the quality of drinking water in settlements located in Teodoro Sampaio municipality, located in the state of São Paulo. The study was based on the quality of the groundwater supplied for human use, the characterization of the area including soil type, agricultural management, waste disposal, uptake and water storage conditions and the correlation of data among the settlements. The methodology used in this project was based on the non systematic observation to characterize the study area, the applied research with field work focused in experimental research with the accomplishment of physical, chemical and microbiological tests in groundwater and soil and on the application of the principal component analysis method (PCA) for correlation of results. 54 wells and 54 water reservoirs spread in 7 rural settlements were sampled, verifying that 92.5 % of the samples did not attend to the potability standards established by Ordinance No. 2914 of 2011 of the Health Ministry, mostly due to the presence of coliform bacteria. Thus, it was concluded that most of the settled families consume water out of potability standards established by the Brazilian regulations and the improvement in water quality depends on the diffusion of basic sanitation, improvement in water uptake and storage facilities and use efficient methodologies for the environmental and sanitary education of the resettled families.

Keywords: rural settlement, water quality, drinking water, groundwater, Teodoro Sampaio.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Gráfico com dados de Infraestrutura e serviços ausentes nos assentamentos do país até 2008	20
FIGURA 2 -	Fossa negra e fossa simples.....	24
FIGURA 3 -	Tipos de aquíferos.....	29
FIGURA 4 -	Poços tubulares profundos.....	33
FIGURA 5 -	Mapa dos Municípios do Pontal do Paranapanema.....	39
FIGURA 6 -	Gráfico Total de famílias assentadas nos municípios da região do pontal no ano de 2007.....	43
FIGURA 7 -	Croqui da localização dos assentamentos no município de Teodoro Sampaio.....	44
FIGURA 8 -	Coleta de amostra com trado holandês.....	49
FIGURA 9 -	Placa de Petri com colônias coliformes totais e <i>E. coli</i>	53
FIGURA 10 -	Paisagem da região de estudo.....	57
FIGURA 11 -	Disposição do lixo no Assentamento Santa Terezinha.....	61
FIGURA 12 -	Disposição de resíduos líquido.....	62
FIGURA 13 -	Área de abrangência do Aquífero Bauru/Caiuá.....	64
FIGURA 14 -	Captação e armazenamento de água.....	66
FIGURA 15 -	Imagem satélite com a localização dos poços de coleta.....	70
FIGURA 16 -	Gráfico de escores nas duas componentes principais PC1, PC2...	88

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Padrões físico-químicos e microbiológicos da água para consumo humano.....	35
TABELA 2 -	Dados de famílias assentadas nos assentamentos de Teodoro Sampaio.....	45
TABELA 3 -	Diagnóstico da situação dos assentamentos de Teodoro Sampaio.....	46
TABELA 4 -	Parâmetros físicos analisados nas amostras de solo.....	48
TABELA 5 -	Parâmetros físico-químicos a serem analisados nas amostras de água e métodos utilizados.....	52
TABELA 6 -	Dados dos assentamentos objetos de estudo.....	58
TABELA 7 -	Identificação das amostras de solo e resultados da análise física nos assentamentos Santa Zélia, Laudenor de Souza e Vô Tônico.....	59
TABELA 8 -	Identificação das amostras de solo e resultados da análise física nos assentamentos Alcídia da Gata, Santo Expedito, Água Sumida e Santa Terezinha da Alcídia.....	60
TABELA 9 -	Identificação e coordenadas geográficas dos poços amostrados nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santo Expedito e Santa Terezinha da Alcídia.....	68
TABELA 10 -	Identificação e coordenadas geográficas dos poços amostrados nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.....	69
TABELA 11 -	Valores médios de pH, cor, turbidez, aspecto e odor nas águas dos poços nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo Expedito.....	71
TABELA 12 -	Valores médios de pH, cor, turbidez, aspecto e odor nas águas dos poços nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.....	72
TABELA 13 -	Valores médios de alcalinidade, cloretos, dureza, nitrito, nitrato e ferro nas águas dos poços nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo Expedito.....	76
TABELA 14 -	Valores médios de alcalinidade, cloretos, dureza, nitrito, nitrato e ferro nas águas dos poços nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.....	77
TABELA 15 -	Valores médios de Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i> nas águas dos poços nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo Expedito.....	81

TABELA 16 -	Valores médios de Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i> nas águas dos poços nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.....	82
TABELA 17 -	Valores médios de Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i> nas águas dos reservatórios nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo Expedito.....	84
TABELA 18 -	Valores médios de Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i> nas águas dos reservatórios nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.....	85
TABELA 19 -	Porcentagem de variância explicada pelas PC1, PC2 e valores dos autovetores dos parâmetros.....	87

LISTA DE SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
APETRES	- Associação Paulista das Empresas de Tratamento e Destinação de Resíduos Urbanos
APHA	- American Public Health Association.
CETESB	- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
CPRM	- Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais.
DAEE	- Departamento de Águas e Energia Elétrica.
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IDH	- Índice de Desenvolvimento Humano.
INCRA	- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.
ITESP	- Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo.
MS	- Ministério da Saúde.
MST	- Movimento dos Trabalhadores Sem Terra.
OMS	- Organização Mundial de Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas.
PCA	- Principal component analysis.
PC	- Componente Principal
PERH	- Plano Estadual de Recursos Hídricos.
pH	- Potencial Hidrogenionico
UGRHI	- Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	16
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo Geral.....	18
2.2	Objetivos Específicos.....	18
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
3.1	Reforma Agrária.....	19
3.2	Saneamento Básico.....	21
3.2.1	Aspectos gerais	21
3.2.2	Esgotamento sanitário	23
3.2.3	Manejo de resíduos sólidos	25
3.2.4	Abastecimento de água potável.....	25
3.3	Qualidade de Vida e Sua Relação com o Saneamento Básico	26
3.4	Recursos Hídricos.....	28
3.4.1	Água subterrânea	29
3.4.2	Processos de contaminação de águas subterrâneas	31
3.4.3	Qualidade da água para consumo humano	34
3.5	Pontal do Paranapanema	38
3.5.1	Aspectos Gerais.....	38
3.5.2	Relevo.....	39
3.5.3	Solo.....	40
3.5.4	Clima e cobertura vegetal	41
3.5.5	Ocupação territorial no Pontal do Paranapanema	42
3.5.6	Município de Teodoro Sampaio	43
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1	Local de Estudo	47
4.2	Caracterização da Área	47
4.2.1	Levantamento de dados sobre os assentamentos.....	47
4.2.2	Caracterização textural do solo e disposição dos resíduos sólidos e líquidos..	48
4.3	Análise da Qualidade da Água Subterrânea.....	50
4.3.1	Localização dos pontos e amostragem.....	50

4.3.2 Ensaio físico-químicos	51
4.3.3 Ensaio microbiológico	52
4.4 Tratamento dos dados	54
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1 Caracterização da Área de Estudo	56
5.1.1 Caracterização da classe textural do solo.	59
5.1.2 Disposição dos resíduos sólidos e líquidos.	61
5.1.3 Condições de captação, armazenamento e distribuição da água para consumo humano.	63
5.2 Qualidade da Água para Consumo Humano	68
5.2.1 Identificação dos poços e amostragem.....	68
5.2.2 Qualidade física das águas dos poços	71
5.2.3 Qualidade química das águas dos poços	75
5.2.4 Qualidade microbiológica das águas	80
5.3 Análise dos Componentes Principais (PCA).....	87
6 CONCLUSÃO	90
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	91
REFERÊNCIAS.....	92

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Assentamentos rurais são empreendimentos do Governo Federal, onde propriedades rurais latifundiárias são desapropriadas e divididas em lotes e concedidos a diversas famílias de trabalhadores rurais de forma que cada família passa utilizar seu lote para agricultura ou agropecuária.

Esse tipo de empreendimento veio com o intuito de proporcionar às famílias de pequenos agricultores e trabalhadores agrícolas de baixa renda que foram afastados de suas terras, o alcance de maior igualdade social e melhorias de ordem econômica (FRANZINI, 2010).

Sendo assim, de acordo com Mazzini, Martin e Fernandes (2007) os assentamentos além de devolverem, ou oferecerem pela primeira vez, ao sujeito um meio de produção, também proveem moradia, alimentação, trabalho e muitas outras oportunidades de escolha para seu futuro e o de seus filhos. Desta forma, os assentamentos possuem importante papel tanto no campo quanto na cidade dos municípios nos quais são implantados refletindo, diretamente, na economia regional.

Porém, ainda de acordo com o autor, há necessidade em se construir um novo modelo de desenvolvimento considerando o campo como espaço de inclusão social, a partir de uma nova visão territorial sobre os processos de desenvolvimento.

Nesse sentido, o assentamento, deve ser visto como um empreendimento que exige planejamento de uso e ocupação da área, que vai além da partilha, sendo necessária a delimitação de reservas de proteção, recuperação de matas ciliares, criação de áreas de geração de renda coletiva, assim como, o fornecimento de infraestrutura básica, como por exemplo, estradas, rede de energia elétrica, esgotamento sanitário, fornecimento de água potável entre outros (MAZZINI, MARTIN, FERNANDES 2007; FRANZINI, 2010).

No entanto, o que se pode observar, na maioria das vezes, é a omissão do poder público frente a estas questões, visto que, a maioria dos assentamentos carece das mínimas condições necessárias para a fixação do trabalhador rural na terra (BERGAMASCO, 1997).

Entre os principais problemas existentes nos assentamentos Brasileiros estão os de ordem sanitária, como por exemplo, a falta de coleta, tratamento e destinação inadequada dos resíduos sólidos e líquidos, precariedade no

armazenamento e fornecimento de água para o consumo humano (VALENCIANO 2001).

Essa situação é verificada inclusive em assentamentos situados na região do Pontal do Paranapanema extremo Oeste do Estado de São Paulo, composta por 32 municípios, com mais de 110 assentamentos e 6,2 mil famílias assentadas (VALENCIANO, 2001; DATALUTA – BANCO DE DADOS DA LUTA PELA TERRA, 2013).

Em Teodoro Sampaio município pertencente ao Pontal do Paranapanema, segundo o Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável de 2010 a 2013 (TEODORO SAMPAIO. Prefeitura Municipal, 2010), na zona rural faltam coleta de lixo, esgotamento sanitário adequado e sistemas de tratamento e distribuição de água potável.

Com relação à qualidade da água para consumo humano, a legislação brasileira por meio da portaria nº 2914 de 2011 (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011), emitida pelo Ministério da Saúde, estabelece os respectivos parâmetros de controle e valores permissíveis, assim como, responsabiliza as empresas de saneamento a realizarem análises periódicas da qualidade da água ofertada nos mais diversos pontos dos sistemas de captação, tratamento, armazenamento e distribuição de água.

No entanto, essa obrigatoriedade é válida somente para área urbana. Na área rural, onde se encontram localizados os assentamentos, a responsabilidade do monitoramento dos sistemas alternativos de abastecimento fica a cargo dos órgãos governamentais responsáveis por estes empreendimentos ou dos próprios usuários, que na sua maioria, são leigos e nunca receberam orientação sobre a importância da análise da água destinada ao consumo humano.

Sendo assim, estudos que visem diagnosticar as condições sanitárias da qualidade da água destinada ao consumo humano nos assentamentos rurais da reforma agrária são imprescindíveis. Tanto do ponto de vista de saúde pública, pois os resultados podem ser utilizados como ferramenta para reivindicação de melhoria nas condições de infraestrutura na captação e abastecimento da água para consumo, quanto da gestão de recursos hídricos, visto que as informações coletadas podem servir de base para um planejamento coletivo do uso do solo e da água.

Diante deste quadro analítico expositivo, o presente trabalho teve por objetivo realizar uma avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano em assentamentos do município de Teodoro Sampaio – SP.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano em 7 assentamentos rurais localizados no município de Teodoro Sampaio – SP.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- ✓ Caracterizar fatores que possam afetar a qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano;
- ✓ Analisar as características físico-químicas e microbiológicas na água subterrânea utilizada para o consumo humano;
- ✓ Comparar a qualidade da água entre os diferentes assentamentos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Reforma Agrária

A concentração da propriedade privada da terra é um dos grandes problemas para o desenvolvimento social, econômico e político de um país. O Brasil tem uma vasta área territorial que por sua vez concentra-se nas mãos de poucas famílias ou empresas.

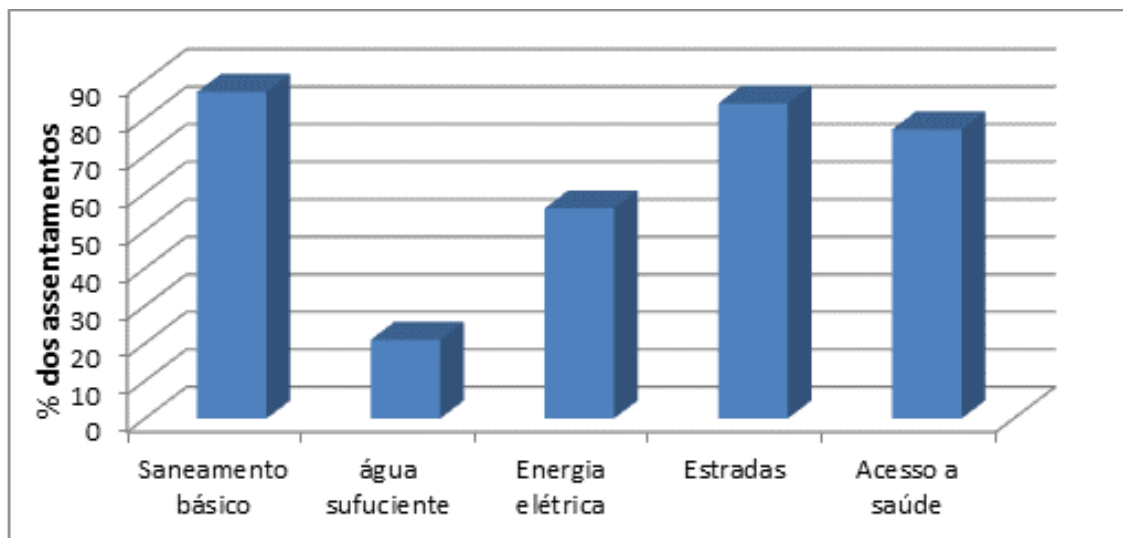
Segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA (INCRA, 2010) cerca de 3% do total das propriedades rurais do país são latifúndios, ou seja, tem mais de mil hectares e ocupam 56,7% das terras agricultáveis. Frente a esta situação, surgem os movimentos sociais rurais que nos anos 80 e 90 ganharam força reivindicando acesso a terra e conseqüentemente melhora na qualidade de vida, alavancando a reforma agrária no Brasil. (BERGAMASCO, 1997).

A reforma agrária visa transferir a propriedade da terra de minorias latifundiárias para pequenos agricultores e trabalhadores agrícolas, objetivando o alcance de uma igualdade social maior, de melhorias de ordem econômica, assim atendendo aos princípios de justiça social e aumento da produtividade. Mas somente a conquista da terra não proporciona qualidade de vida, visto que a posse da terra não garante que seus ocupantes tenham acesso à saúde, educação, moradia, terras férteis, apoio creditício, assistência técnica. (BRASIL. Congresso Nacional, [1964]; BERGAMASCO, 1997).

Devido, muitas vezes, à omissão governamental essa é a realidade em muitos assentamentos rurais no país, visto que a maioria carece das mínimas condições necessárias para a fixação do trabalhador rural na terra.

Conforme pesquisa realizada pelo INCRA (2010), sobre a qualidade de vida nos assentamentos, foi constatado que os assentamentos formados entre 1985 a 2008 careciam de diversas estruturas sociais e serviços públicos, conforme apresentado na Figura 1.

FIGURA -1. Gráfico com dados de Infraestrutura e serviços ausentes nos assentamentos do país até 2008.



Fonte: adaptado INCRA (2010).

Como pode ser observada, Figura 1, a situação dos assentamentos no país está longe de alcançar a sua finalidade, visto que, a fixação do trabalhador na agricultura envolve, além da disponibilidade de condições adequadas para o uso da terra, a qualidade de vida e o incentivo à organização social e à vida comunitária.

Desta forma, tais empreendimentos exigem planejamento das instituições governamentais de uso e ocupação da área, que vai além da partilha, e que envolva, entre outros fatores a, delimitação de reservas de proteção, recuperação de matas ciliares, infraestrutura básica de estradas, rede de energia elétrica e água, criação e incentivo de áreas de geração de renda coletiva, acesso à educação, saúde e saneamento básico.

Nesse sentido, a falta de um planejamento coletivo que inclua ações nas áreas acima mencionadas, podem levar ou ao abandono da terra ou a impactos tanto à saúde da população assentada, como ao meio ambiente, principalmente solo e água.

3.2 Saneamento Básico

3.2.1 Aspectos gerais

Segundo Cavinatto (1992), alguns povos antigos, como os egípcios, desenvolveram técnicas sofisticadas para captação, condução, armazenamento e utilização da água. Embora ainda não se imaginasse que muitas doenças eram veiculadas pela água, os egípcios elaboraram processos de filtragem da água que removiam parte dos microrganismos patogênicos. O autor afirma ainda que assim como os egípcios, os chineses e os japoneses também possuíam técnicas de purificação da água para o consumo.

Durante a idade média, em fins do sec. XVIII, a falta de hábitos higiênicos, agravados pelo crescimento industrial, levou a diversos problemas de saúde pública, sendo a peste negra a principal doença disseminada, causando a morte de milhares de pessoas (DUBY, 1990).

Duby (1990), afirma que na Inglaterra, França e Alemanha as condições de vida nas cidades eram assustadoras. Os detritos, como lixo e fezes, eram acumulados em recipientes, de onde eram transferidos para reservatórios públicos ou atirados nas ruas. Como as áreas industriais cresciam rapidamente, serviços, como suprimento de água e limpeza de ruas não acompanhavam esta expansão, e como consequência o período foi marcado por graves epidemias, como a Cólera e a Febre Tifóide.

Segundo Cavinatto (1992), no Brasil do sec. XVI os jesuítas admiravam-se com o ótimo estado de saúde dos indígenas. Contudo, com a chegada dos colonizadores rapidamente houve a disseminação de doenças e a morte de vários nativos. Levando à população a uma maior preocupação com a limpeza de ruas e a distribuição de água.

Com a vinda da família real em 1808, o problema de saúde pública e a poluição do meio ambiente obrigou a criação de leis para fiscalizar e implantar medidas para limpeza, coleta de lixo e esgotos nas cidades brasileiras (CAVINATTO, 1992).

Atualmente, com o desenvolvimento científico e tecnológico, existem várias técnicas para resolver os problemas sanitários. Porém com o crescimento da população, de suas necessidades e de seu consumo, também aumentaram a

poluição do meio ambiente, e conseqüentemente afetando a qualidade dos recursos naturais. Para a minimização destes problemas deve-se implantar um sistema conhecido como saneamento básico.

Segundo Santoni (2010), o termo saneamento básico define um conjunto de procedimentos adotados por um governo com o objetivo de proporcionar uma situação higiênica e saudável para sua população urbana e rural. Com estas medidas é possível garantir a qualidade de vida e a promoção da saúde, evitando assim a proliferação de doenças. Ao mesmo tempo, garante-se a preservação do meio ambiente e facilita-se a atividade econômica. Brasil. Fundação Nacional de Saúde (2004) traz o conceito de saneamento, dizendo que este é:

O conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

O saneamento básico no Brasil é compreendido por quatro serviços: o esgotamento sanitário, a gestão de resíduos sólidos, o manejo de águas pluviais e o abastecimento de água potável (BRASIL. Congresso Nacional, [2007]).

Para Razzolini e Gunther (2008), o saneamento básico contribui decisivamente para a qualidade do ambiente e da saúde. Em locais onde se verifica inexistência ou precariedade do esgotamento sanitário, disposição de resíduos sólidos a céu aberto, há proliferação de insetos e roedores vetores, agentes contaminantes que podem ser disseminados e alcançar as fontes de água e os reservatórios de armazenamento e conseqüentemente gerar doenças infecciosas relacionadas com excretas, lixo e vetores podem atingir a população exposta.

A situação do saneamento brasileiro é trágica e muito lenta, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009), de 1995 a 2009 a coleta de esgotos aumentou apenas 11,6 %. De 2003 a 2009, a coleta aumentou apenas 4 %. A coleta de esgotos chegou a cair de 59,3% em 2008 para 59,1% em 2009. Também de acordo com o IBGE (2010b) o saneamento é muito heterogêneo. As unidades da federação com mais de 50% dos domicílios atendidos em coleta de esgotos são Distrito Federal (86,3%), São Paulo (82,1%) e Minas Gerais (68,9%). As menores coberturas são Amapá (3,5%), Pará (1,7%) e Rondônia (1,6%).

Essa situação é ainda mais agravada nas zonas rurais, que, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2010), 76,9% da população rural Brasileira não têm acesso a esgotamento sanitário adequado. A situação brasileira é pior do que a de países como o Sudão, o Timor Leste e o Afeganistão (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2010).

Para May, Moraes e Pires (2012), no meio rural brasileiro a inexistência de serviços e infraestrutura em saneamento propicia o desenvolvimento de práticas inadequadas, que provocam impacto nos recursos naturais. Sendo assim, juntamente com a adequação dos serviços e estrutura em saneamento no meio rural, é de importância maior que as atitudes governamentais e comportamentos da população local sejam mudados para que ocorram gerenciamento e preservação dos recursos naturais locais.

3.2.2 Esgotamento sanitário

O esgotamento sanitário é uma forma adequada, do ponto de vista sanitário e ambiental, de infraestrutura e operações que compreendem a coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários desde a ligação predial até seu lançamento (BRASIL. Congresso Nacional, [2007]).

Segundo Ribeiro e Rooke, (2010), o sistema de esgotos existe para afastar a possibilidade de contato de dejetos humanos com a população, com as águas de abastecimento, com vetores de doenças e alimentos.

De acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU (2013), a população mundial ultrapassa a marca de mais de 7 bilhões de habitantes. Destes, 2,6 bilhões, ou seja, 40% não têm acesso ao esgotamento sanitário. São 200 milhões de toneladas de dejetos humanos lançados anualmente nos rios e lagos. Como consequência, a cada 20 segundos uma criança morre em função de doenças de veiculação hídrica (diarréia, cólera, tifo, etc.). Isto significa 1,5 milhões de mortes de crianças a cada ano.

Ainda segundo a ONU (2013) nas áreas rurais o problema é ainda maior, devido o esgoto sanitário ser depositado diretamente no solo ou em corpos de água, sem o devido tratamento.

Em propriedades rurais a melhor maneira de se tratar o esgoto é a utilização de fossa séptica, que são unidades simples de tratamento fundamentais no combate de doenças, verminoses, pois evitam o lançamento dos dejetos humanos diretamente em rios, lagos, solo e águas subterrâneas.

Segundo o INCRA (2010) 87% dos assentamentos da reforma agrária no Brasil não tem sistemas de fossa séptica e os assentamentos em estudo não ficam fora deste contexto sendo que a maioria utilizam sistemas de fossa negra, conforme apresentado na Figura 2.

FIGURA 2. Fossa negra e fossa simples



Fonte: Benjamin (2013)

Legenda: (a) Fossa negra; (b) Fossa simples.

Como pode ser observado na Figura 2 (a), a fossa negra consiste de um buraco no solo que não possui qualquer revestimento, sendo os dejetos sanitários dispostos diretamente no solo, ao ar livre. A Figura 2 (b) apresenta uma fossa simples com revestimento, apresentando melhor aparência, mas não impedindo a infiltração dos dejetos no solo.

Conforme Novaes et. al (2002) esclarecem, quando os dejetos da residência ou resíduos são despejados diretamente no solo, podem contaminar o solo, a água subterrânea, e os poços de captação, possibilitando a contaminação da população rural que consome esta água, por doenças como a hepatite, cólera, diarreias entre outras, veiculadas pela urina e fezes.

3.2.3 Manejo de resíduos sólidos

O gerenciamento dos resíduos sólidos é de grande importância dentro das medidas de saneamento. Tal gestão compreende a destinação correta do lixo, que é constituído de substâncias putrescíveis, combustíveis e incombustíveis. Quando são dispostos de forma inadequada, em lixões a céu aberto, os problemas ambientais e sanitários são inevitáveis (ASSOCIAÇÃO PAULISTA DAS EMPRESAS DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS, 2009).

Segundo a CETESB (2011), na região do Pontal do Paranapanema somente 7 municípios dispõem seus resíduos de forma adequada em aterro sanitário, o restante dos municípios dispõem seus resíduos em aterros controlados ou lixões.

Especificamente sobre o lixo rural, Darolt (2002) esclarece que este é composto por materiais associados à produção agrícola, como por exemplo, restos vegetais da cultura, materiais orgânicos, adubos químicos, defensivos e suas embalagens, dejetos animais, produtos veterinários. Além de sobras semelhantes às produzidas nas cidades: restos de alimentos, vidros, latas, papéis, papelões, plásticos, pilhas e baterias, lâmpadas, etc.

Oliveira e Santos (2009) destacam que em mais de 80% das comunidades rurais brasileiras não há serviço de coleta de lixo, o que acarreta, caso sua disposição seja feita de forma incorreta, maior risco de poluição do meio ambiente dos recursos hídricos e comprometimento da saúde das pessoas.

Um estudo realizado por Melo, Passos e Sousa (2006) em quatro assentamentos rurais no município de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte, revelou que 80% dos assentados tem por hábito queimar o lixo em valas, 17,5% dispor o lixo em céu aberto e 2,5% enterrá-lo.

3.2.4 Abastecimento de água potável

A água potável é a água própria para consumo humano, e deve atender aos padrões estabelecidos pela Portaria 2.914/ 2011 Ministério da Saúde. Para assegurar esta potabilidade, deve-se implantar um sistema de abastecimento de água, o qual além da infraestrutura de distribuição ofereça tratamento para assegurar a retirada de substâncias indesejáveis e a inativação de microrganismos

através da adição de produtos químicos como o cloro (BARROS et. al, 1995, BRASIL. Ministério da Saúde, 2011).

Segundo IBGE (2010b) somente 78,6% da população brasileira tem acesso à água tratada. Ainda com relação aos resultados da pesquisa, a falta de acesso à água tratada, junto com os demais componentes do saneamento básico como o esgotamento sanitário adequado, a disposição de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais, podem comprometer a saúde, bem-estar e a qualidade de vida da sociedade, contribuindo também com a degradação ambiental.

Segundo Santoni (2010) existem diversos estudos que relacionam o consumo de água contaminada com altos índices de internações hospitalares, proliferação de doenças e elevadas taxas de mortalidade, especialmente a infantil. Em relação aos assentamentos rurais segundo Barreto e Khan (2006) o acesso à água tratada, assegura aos assentados menores níveis de incidência de doenças, e, portanto, um padrão mais elevado de qualidade de vida.

Neste contexto, fica claro a falta de compromisso do governo com o saneamento básico, e que a sua inexistência pode afetar diretamente a saúde e a qualidade de vida das comunidades.

3.3 Qualidade de Vida e Sua Relação com o Saneamento Básico

Embora só recentemente a preocupação em relação ao tema qualidade de vida tenha se intensificado, as civilizações já se preocupavam a respeito, bem antes, da necessidade do estabelecimento de parâmetros que tornasse possível a sua apreensão e conseqüente aferição.

Na antiguidade as civilizações buscavam a qualidade de vida na satisfação imediata de suas necessidades, já na idade média com o domínio da filosofia cristã qualidade de vida estava condicionada a seguir fielmente os preceitos dogmáticos da igreja Católica. Na modernidade as revoluções econômicas, social, políticas e a evolução do capitalismo limitaram a qualidade de vida na concentração de riquezas e na satisfação de necessidades materiais e culturais (SOUZA, KHAN, PASSOS, 2004).

O termo qualidade de vida abrange muitos significados, e segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS pode ser um método utilizado para medir as condições de vida de um ser humano, envolvendo diversos aspectos como: bem-

estar social, mental, psicológico e também a saúde e saneamento básico. Mesmo não existindo um conceito universal para qualidade de vida, este tema tem se constituído em preocupação mundial nos últimos anos (SILVA, 2000).

Almeida e Gutierrez (2004), afirmam que a crescente preocupação com questões relacionadas à qualidade de vida vem no sentido de valorizar parâmetros mais amplos do que no controle de doenças, a diminuição da mortalidade ou aumento da expectativa de vida. A qualidade de vida passou de uma abordagem mais centrada na saúde, para um conceito abrangente em que as condições e estilo de vida constituem aspectos a serem considerados.

Diante dos diferentes conceitos utilizados para qualidade de vida, segundo relatos de Khan e Passos (2002), a ONU, vem utilizando o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), para avaliar as condições de vida nos países membros da organização, atribuindo pontuações de 0 a 1 de acordo com seu grau de desenvolvimento em três áreas: renda, educação e expectativa de vida. Ainda de acordo com os autores tais indicadores promovem a possibilidade de se averiguar se as pessoas estão aptas a desfrutar dos benefícios mais subjetivos e imensuráveis do desenvolvimento, como acesso a informação e participação política.

No entanto, qualquer que seja a definição a respeito da qualidade de vida, esta deve considerar a promoção do bem-estar do ser humano que está intimamente relacionado com o saneamento básico, pois a inexistência do mesmo afeta a saúde do ser humano.

Segundo Instituto Trata Brasil (2010), o saneamento básico é uma das condições necessárias para a qualidade de vida de uma população e sua ausência compromete a saúde e bem estar das pessoas.

Segundo dados da OMS (2008) a falta de saneamento básico é uma das principais causas da mortalidade infantil no Brasil causada por doenças parasitárias (dengue, malária, cólera, febre amarela, teníase, cisticercose, esquistossomose, diarreia, etc.) e doenças infecciosas (hepatite A, amebíase, dentre outras).

Outro aspecto negativo da falta de saneamento básico é com relação à educação. Neste setor, pesquisas da Fundação Getúlio Vargas (NERI, 2008) mostraram que o grande impacto negativo está no aproveitamento das crianças e concluem que por viverem e estudarem em ambientes sem condições sanitárias

adequadas, as crianças têm aproveitamento 18% menor e apresentam índices de reprovação 46% maior interferindo na sua qualidade de vida.

Todo este contexto enfatiza que a promoção da qualidade de vida do indivíduo humano se encontra intrinsecamente relacionada com a qualidade do saneamento e dos recursos naturais, não só nas cidades, mas também nas áreas rurais, principalmente nos assentamentos da reforma agrária brasileira, aqui neste estudo representados pela região do Pontal do Paranapanema especificamente a cidade de Teodoro Sampaio considerada a “capital da Reforma Agrária”, onde há uma grande concentração de famílias assentadas que também tem direito ao saneamento e a uma boa qualidade de vida.

3.4 Recursos Hídricos

A água é um elemento abundante na crosta terrestre, mas em termos de disponibilidade e potabilidade é limitada. É renovável através do ciclo hidrológico sendo fundamental para a vida e insubstituível em várias atividades humanas, além de manter o equilíbrio do meio ambiente.

O Brasil abriga 13,7% da água doce do mundo, dividida em 12 bacias hidrográficas, sendo que 73% desta água encontra-se na bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população Brasileira. Por outro lado, apenas 27% dos recursos hídricos superficiais brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL), 2005; BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2006).

Dentre as 12 bacias hidrográficas, a do Paraná, que ocupa 10% do território nacional, é de grande importância para o país, pois tem a maior capacidade de produção de energia elétrica, dividindo-se entre os estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL), 2005; BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2006).

A Bacia do Paraná tem como principais cursos de água, os rios Santo Anastácio, Pirapozinho e Laranja Doce, sendo subdividida em sete sub-bacias principais: Rio Santo Anastácio, Rib. Anhumas, Tributários até 3ª ordem do Rio Paraná, Rio Pirapozinho, Ribeirão Anhumas II, Ribeirão Laranja Doce, Tributários até 3ª ordem do Rio Paranapanema (LEAL, 2000).

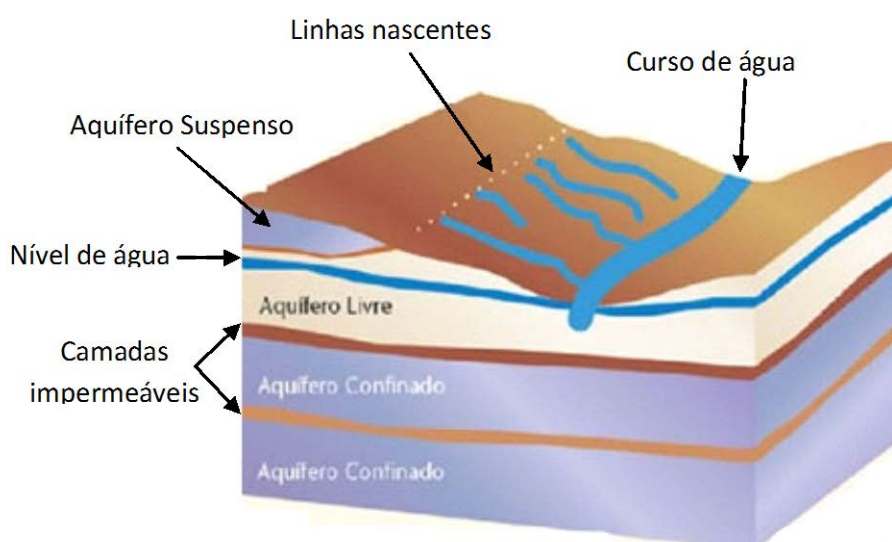
A captação de água para o consumo humano pode ser, tanto de águas superficiais quanto de águas subterrâneas, no entanto, as famílias dos assentamentos rurais, tendem a utilizarem, na maioria das vezes, dos recursos subterrâneos para atender suas necessidades diárias devido a maior facilidade na perfuração de poços, do que na captação de águas superficiais (RAMOS; MARTINS, 2002).

3.4.1 Água subterrânea

As águas subterrâneas encontram-se armazenadas em aquíferos, que são formações geológicas capazes de armazenar e transmitir águas. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1993) é toda água situada abaixo da superfície, na litosfera, e cumpre uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada.

Os aquíferos são classificados em função da pressão das águas nas suas superfícies limítrofes: superior chamada topo e inferior chamada base, e também em função da capacidade de transmissão de água das respectivas camadas limítrofes.

FIGURA 3 – Tipos de aquíferos



Fonte : Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (2013)

A Figura 3, de acordo com a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (2013) apresenta os aquíferos e sua respectiva localização no subsolo, sendo:

- Aquífero Livre, conhecido também como Freático ou não confinado, é aquele se encontram cujo limite superior é a superfície de saturação ou freático na qual todos os pontos à pressão atmosférica.
- Aquífero confinado, também chamado de aquífero sob pressão, é aquele onde a pressão da água em seu topo é maior do que a pressão atmosférica.
- Aquífero Suspenso é um caso especial de aquífero livre formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável que nem armazena nem transmite água (COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS, 2013).

As águas subterrâneas são de grande importância para humanidade, pois apresentam a maior reserva de água doce do planeta (98%) com um volume de 10,53 milhões de km³, armazenado até 4.000 metros de profundidade e, no geral, de qualidade superior as superficiais. Algumas vantagens das águas subterrâneas podem ser enumeradas, a exemplo de: não ocuparem espaço em superfície (ao contrário de açudes), extração perto do local de uso; sofrem menor influência de variações climáticas, maior volume de reservas, melhor qualidade (física, química e biológica) (CAJAZEIRAS, 2007).

Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (2002), no período de 1970 a 1975 foram perfurados no mundo cerca de 300 milhões de poços, os quais fornecem água subterrânea suficiente para o abastecimento de mais de 50% da população do planeta e para a irrigação de aproximadamente 100 milhões de hectares.

De acordo com Kenny (2009) e Solley et. al (1993) os Estados Unidos perfuram em média 400.000 poços por ano, extraindo em 2005, 104.95 Bilhões de metros cúbicos de água subterrânea, sendo que, cerca de 67% foi utilizada na irrigação e 18% para o abastecimento público.

Já no Brasil, segundo (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2006), estima-se que existam pelo menos 400 mil poços, sendo perfurados por volta de 10 mil novos poços por ano utilizados para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer (TUCCY, CABRAL, 2003).

No estado de São Paulo, 80% dos municípios são abastecidos total ou parcialmente com águas subterrâneas (IRITANI, EZAKI, 2012). De acordo com o (SÃO PAULO (Estado). Plano Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (2005), estima-se que existam aproximadamente 30 mil poços tubulares em atividade e várias dezenas de milhares de poços cacimbas e mini-poços no território paulista, dos quais somente 27% deles estão outorgados.

Segundo a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (2012), a região oeste do estado de São Paulo, onde esta situada a área de estudo, encontra-se sob a Formação Caiuá (Grupo Bauru), constituído por arenitos finos a médios, com grãos bem arredondados, com coloração arroxeadada típica, tendo como principal fonte de abastecimento de água o sistema Aquífero Bauru recobrindo aproximadamente 117 mil quilômetros quadrados do estado. O Aquífero Bauru é um aquífero freático e sua recarga é feita diretamente pela precipitação pluvial, sendo sua base de drenagem os rios Paranapanema, Tietê, Grande e Paraná.

3.4.2 Processos de contaminação de águas subterrâneas

A vulnerabilidade de um aquífero à contaminação depende tanto das características geológicas quanto das condições de uso e cobertura do solo, os aquíferos de um modo geral estão expostos a uma progressiva deterioração decorrente da ocupação urbana, da expansão industrial e do crescimento da atividade agrícola. Nestes locais persiste a má utilização do solo, em especial nas áreas urbanas, com reflexos diretos sobre os recursos hídricos subterrâneos (COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS, 2012).

Genericamente, a água contaminada é aquela que possui organismos patogênicos e substâncias diversas em teores prejudiciais à saúde do homem. Acredita-se que entre 80% a 90% das enfermidades sofrem influência da existência ou não de água e ou saneamento no meio onde vive o homem (CASALI, 2008).

Quanto à distribuição espacial, a contaminação pode ser pontual, quando a fonte está concentrada numa pequena superfície, como, por exemplo, um poço; difusa¹, quando a fonte de contaminação se estende, mesmo com baixa

¹**Poluição difusa:** a ação de contaminação que ocorre na natureza por todo tipo de resíduo orgânico ou inorgânico, inserido pelo homem, que pode ser carregado pelo deflúvio superficial para os

concentração, sobre uma grande superfície, como é o caso de áreas de agricultura ou áreas urbanas e; linear, quando a fonte de contaminação é um canal ou um rio (CASALI, 2008).

De um modo geral, as águas subterrâneas podem sofrer contaminação direta, sem diluição, quando o poluente atinge diretamente o aquífero, por meio de fossas, poços abandonados ou poços mal construídos, e contaminação indireta, quando o contaminante atinge o aquífero depois de passar por alterações a partir do ponto de origem (TOMAZ, 2006).

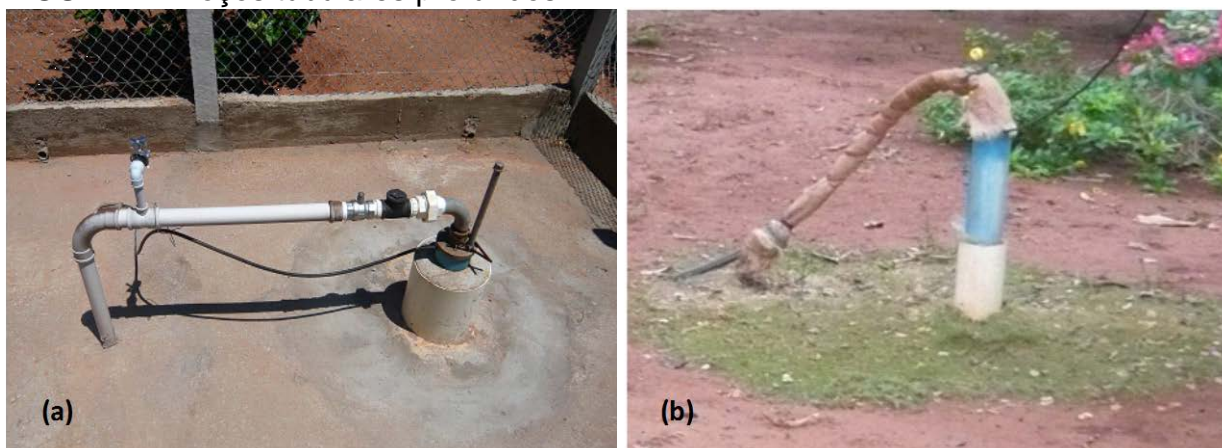
Poços mal construídos são grandes fontes de contaminação direta, visto que os contaminantes podem atingir diretamente o aquífero e transportado ao longo do mesmo atingindo longas distâncias a partir do ponto de contaminação.

Devido à possibilidade de contaminação das águas subterrâneas, o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, por meio da sua instrução técnica, DPO nº 006 de 2012, enumera diversas práticas que devem ser rigorosamente seguidas na construção, de um poço tubular como o selo de proteção sanitária². Laje de concreto armado envolvendo o tubo de revestimento do poço e cerca de alambrado no perímetro do poço, assim garantindo a proteção do aquífero (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2012). A Figura 4 apresenta um exemplo de poços tubulares.

mananciais de água, diferente do que ocorre na indústria, por exemplo, quando lança algum tipo de contaminante de forma pontual em um manancial de água (TOMAZ, 2006).

²**Selo de proteção sanitária:** Cimentação do espaço anular do poço entre o tubo de revestimento e a parede de perfuração, com espessura mínima de 75,00 mm e profundidade mínima de 20 metros São Paulo (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica (2012).

FIGURA 4 –Poços tubulares profundos



Fonte: Próprio autor.

Legenda: (a) Poço com selo sanitário, laje de concreto e cerca de alambrado; (b) Poço mal construído.

Como pode ser observado, na Figura 4, o poço mal construído tem grande potencial de contaminação do aquífero devido não apresentar nenhuma proteção contra infiltração de água da superfície, assim transportando os contaminantes até o lençol freático. Outras formas de contaminação dos aquíferos são: lançamento de esgotos sobre a superfície e utilização de fossas negra ou até mesmo fossas sépticas, a deposição de resíduos sólidos diretamente no solo e o uso de fertilizantes e pesticidas nas atividades agrícolas (FEITOSA, MANOEL FILHO, 2000).

Para Casali (2008), o uso de dejetos de animais como fertilizantes orgânicos, também, é problemático quando mal manejado, pois além de aumentar a concentração de nitrogênio e fósforo das águas também contribui para a elevação da contaminação microbiológica da água. Ainda segundo o autor a deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, pode aumentar o risco da contaminação das águas subterrâneas. Isto é maximizado nos períodos chuvosos, quando ocorre o transporte deste material para os rios e fontes.

Neste contexto a falta de saneamento básico e as atividades agrícolas se tornam no meio rural um grande fator de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

3.4.3 Qualidade da água para consumo humano

A captação de água de boa qualidade para consumo humano é um fator importante para a fixação, desenvolvimento socioeconômico e saúde de uma comunidade. Sendo assim, Casali (2008) ressalta que água de boa qualidade para consumo humano é aquela que atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, sendo uma necessidade básica de qualquer ser humano.

Toda a água a ser usada para abastecimento público, ou privado, deve ser potável, assim, possuir características e substâncias que não oferecem riscos para os seres vivos que a consomem, como animais e homens. Desta forma, manter a água potável e constantemente disponível ao homem é uma das obrigações dos órgãos governamentais fiscalizadores. Mas, não é apenas responsabilidade pública e, sim, de toda a sociedade por se tratar de bem essencial (CASALI, 2008).

No entanto, devido ao crescimento populacional e, conseqüentemente, o aumento no consumo de água, os reservatórios subterrâneos além de serem alvos de extrações indiscriminadas, agora, se deparam com a deterioração de suas águas, devido às atividades antrópicas.

No meio rural o cultivo e o manejo do solo, podem exercer uma grande influência na qualidade das águas subterrâneas, algumas práticas agrícolas são capazes de causar contaminação difusa por nutrientes, como o nitrato, especialmente em áreas com solos pouco espessos e com boa drenagem (RIBEIRO et.al., 2007).

Devido à variedade das atividades poluidoras das águas subterrâneas, diversas são as substâncias que podem constituir risco para a saúde humana. Dentre elas incluem-se os metais pesados, combustíveis fósseis, produtos químicos, resíduos de pesticidas, microrganismos patógenos, compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação (nitrogênio amoniacal e albuminoide, nitrito e nitrato) e etc. (NUNES et. al, 2012).

Segundo São Paulo (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica (2012), para a obtenção da outorga de uso de recursos hídricos³ em áreas

³**Outorga de uso de recursos hídricos:** É o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato.

rurais é necessário à realização de um ensaio analítico da água bruta contemplando pelo menos os parâmetros listados na Tabela 1 para atestar a sua potabilidade.

TABELA 1 - Padrões físico-químicos e microbiológicos da água para consumo humano

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido Portaria MS 2.914/2011
Cor Aparente	uH	15,0
Turbidez	uT	5,0
pH	-	6,0 a 9,5
Dureza Total	mg.L ⁻¹	500,0
Nitrito	mg.L ⁻¹	1,0
Nitrato	mg.L ⁻¹	10,0
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3
Cloretos	mg.L ⁻¹	250,0
Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i>	-	Ausência em 100 mL

Fonte: Adaptado São Paulo (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica (2012), Brasil. Ministério da Saúde (2011).

Legenda: uH : Unidade Hazen; uT : Unidade de Turbidez

Considerando os parâmetros da Tabela 1 como referencia de potabilidade, a American Public Health Association (2005) e Heller e Pádua (2006), esclarecem as principais características destas substâncias:

a) Cor aparente - É um parâmetro físico exigido para águas destinadas ao consumo humano, devido à aparência e estética adequada que esta obrigatoriamente deve apresentar. Águas com elevados valores de cor aparente serão perceptíveis pelo homem, o que não é recomendável, pois possuirá baixa aceitação. A cor também é um bom indicativo da presença de material suspenso e/ou dissolvido na água, o que não é recomendável para águas com fins de consumo humano, devido à maior probabilidade de desenvolvimento de microrganismos e de presença de elementos tóxicos. A cor da água é função de parâmetros intrínsecos à água como conteúdo orgânico, pH, teor de ferro e outros metais, que podem ter origem natural ou antrópica.

b) Turbidez - É a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água. A turbidez é causada por matérias sólidas em suspensão (silte, argila, coloides, matéria orgânica, etc.). As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez. Em alguns

casos, águas ricas em íons Fe, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar.

c) pH - É a medida da concentração de íons H^+ na água. O balanço dos íons hidrogênio e hidróxido (OH^-) determinam o quão ácida ou básica ela é. Na água quimicamente pura os íons H^+ estão em equilíbrio com os íons OH^- e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5.

d) Dureza - A dureza é função dos teores de cálcio, magnésio e outros elementos como Ferro, Manganês, Cobre e Bário. A dureza pode ser expressa como dureza temporária, permanente e total. Dureza temporária ou de carbonatos se deve à combinação dos íons de cálcio e de magnésio com íons bicarbonato e carbonatos na presença de aquecimento; os compostos formados podem ser eliminados através de fervura; já a dureza permanente se deve à combinação dos íons de cálcio e magnésio com íons de sulfato, cloreto, nitratos e outros, dando origem a compostos solúveis que não podem ser retirados pelo aquecimento; e a dureza total é a soma da dureza temporária com a permanente. A sua importância para a saúde humana se dá pela diminuição da formação de espuma no uso de sabão e detergente, o que diminui a eficiência da lavagem de materiais como roupa e utensílios, e a própria higiene pessoal, aumentando as chances de problemas higiênico-sanitários. Além disso, a água com alta dureza aumenta as incrustações nas tubulações, o que diminui a vida útil do material.

e) Nitrito – É a forma oxidada da amônia e sua presença na água apresenta contaminação recente por matéria orgânica nitrogenada, é considerado problema de saúde pública, pois não precisa passar por transformações para ser tóxico ao homem, sendo mais problemático que o nitrato devido ao seu teor limite de ingestão ser ainda menor.

f) Nitrato - É um dos íons mais encontrados em águas naturais, sendo considerado um indicador de poluição difusa, sendo que, concentrações de nitrogênio nitrato ($N - NO_3^-$) acima de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ indicam uma alteração do equilíbrio natural sobre a qualidade das águas subterrâneas e sua origem está relacionada a atividades agrícolas e esgotos sanitários. Sua presença em águas utilizadas para o abastecimento público é motivo de preocupação da vigilância sanitária, visto que, seu consumo está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à

metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas.

g) Ferro - É um elemento persistentemente presente em quase todas as águas subterrâneas em teores abaixo de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$. Suas fontes são minerais escuros portadores de Fe: magnetita, biotita, pirita, piroxênios, anfibólios. Em virtude de afinidades geoquímicas quase sempre é acompanhado pelo Manganês. O ferro no estado ferroso (Fe^{2+}) forma compostos solúveis, principalmente hidróxidos. Em ambientes oxidantes o Fe^{2+} passa a Fe^{3+} dando origem ao hidróxido férrico, que é insolúvel e se precipita, tingindo fortemente a água. Desta forma, águas com alto conteúdo de Fe, ao saírem do poço são incolores, mas ao entrarem em contato com o oxigênio do ar ficam amareladas.

h) Cloretos - O cloro está presente em teores inferiores a 100 mg.L^{-1} . Este elemento forma compostos muito solúveis e tende a se elevar, junto com o sódio, a partir das zonas de recarga das águas subterrâneas. Teores anômalos são indicadores de contaminação por água do mar e por aterros sanitários.

Com relação à contaminação por microrganismos patógenos, é importante ressaltar as doenças gastrointestinais e infectocontagiosas provocadas por esses organismos.

Nos países em desenvolvimento, em virtude das precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, as doenças diarreicas de veiculação hídrica, como, por exemplo, febre tifoide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase, têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil, relacionadas à água de consumo humano (MATOS, 2001).

Segundo a CETESB (2008), as bactérias que constituem o grupo coliforme são grandes indicadores da qualidade microbiológica da água. Tais microrganismos são classificados como capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás, à temperatura de 44 a 45°C e são originários principalmente do homem e animais de sangue quente. A portaria 2914/11 do Ministério da Saúde resalta que, a presença de bactérias do grupo coliformes torna a água imprópria para o consumo humano.

Os coliformes são formados por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia coli*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. Sendo a espécie

Escherichia coli considerada um grande indicador de contaminação fecal, devido ser mais fácil a sua inoculação e sua presença indica que a água teve contato com material fecal. (ALMEIDA et. al, 2009; CETESB, 2008).

No Brasil, o controle da exposição aos fatores de risco biológicos tem se resumido ao tratamento físico-químico da água, processo que consta das seguintes fases: decantação, filtração e cloração. A cloração representa um benefício indiscutível à saúde humana, uma vez que o cloro, em qualquer de seus compostos, é capaz de destruir e tornar inativos os organismos causadores de enfermidades. Sua aplicação é simples, exigindo equipamentos de baixo custo; e é relativamente seguro ao homem nas dosagens habitualmente adotadas ($2,0 \text{ mg.L}^{-1}$) para a desinfecção da água (SANTOS, GOUVEIA; 2011).

Casali (2008) ressalta que, no meio rural é quase inexistente o tratamento da água, e que além dos fatores antrópicos, as condições de captação e armazenamento precários são responsáveis pela contaminação da água e conseqüentemente a veiculação de doenças.

3.5 Pontal do Paranapanema

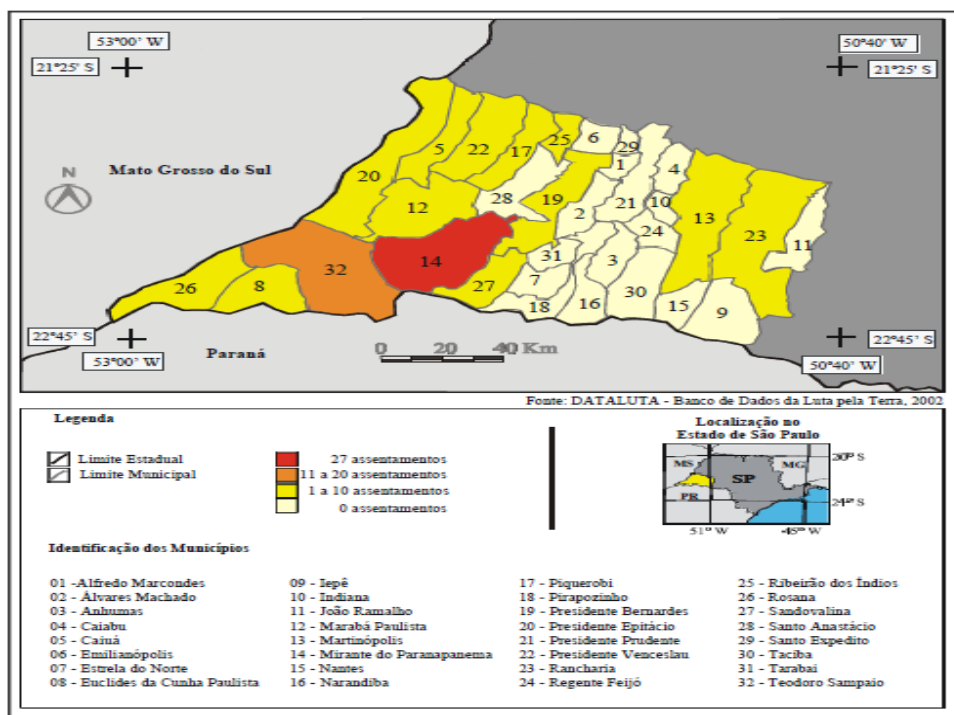
3.5.1 Aspectos Gerais

Os recursos hídricos no estado de São Paulo são gerenciados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, criado pela Lei estadual 9034/94 (SÃO PAULO (Estado). Assembléia Legislativa, [1994]). Este plano estabelece as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI, sendo o estado de São Paulo dividido em 22 UGRHI. Desse modo as UGRHI constituem unidades territoriais delimitadas pela fisiografia das bacias hidrográficas conciliadas com as divisões administrativas do estado.

O Pontal do Paranapanema localiza-se no extremo Oeste do Estado de São Paulo, e atualmente encontra-se inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 22 (DATALUTA – BANCO DE DADOS DA LUTA PELA TERRA, 2013). Segundo Franzini (2010) a região ocupa uma área com 11.838 Km^2 , é formada por um conjunto de 32 municípios total ou parcialmente inseridos, com uma população aproximada de 534 mil habitantes, está localizada entre as coordenadas geográficas latitude $21^\circ 45' \text{ S}$ e $22^\circ 45' \text{ S}$, longitude 51° W e 53° W .

Na Figura 5 é apresentado mapa da região e os respectivos Municípios integrantes.

FIGURA 5. Mapa dos Municípios do Pontal do Paranapanema



Fonte: Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário (2011).

3.5.2 Relevo

De acordo com São Paulo (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica (2008) e Franzini (2010) na UGRHI - 22 predominam formações geológicas areníticas do Grupo Bauru, quanto à geomorfologia há predominância do sistema de relevo de colinas amplas, com topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, vales abertos, drenagem de baixa densidade com padrão subdendrítico, planícies aluvionares interiores restritas com presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

Colinas médias ocorrem nos municípios de Marabá Paulista, Mirante do Paranapanema e na bacia do córrego do Veado. Apresentam topos aplainados, interflúvios com áreas entre 1 a 4 km², vertentes com perfis convexos a retilíneos, drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-retangular com vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores restritas e presença eventual de lagoas

perenes ou intermitentes. (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2008; FRANZINI, 2010; ROSS; MOROZ, 1996).

Morrotes alongados e espigões ocorrem na cabeceira do rio Santo Anastácio, ao longo dos espigões, na divisa com a bacia do rio do Peixe, municípios de Presidente Prudente, Álvares Machado, Regente Feijó e ao longo dos divisores d'água dos afluentes do rio Paranapanema, no município de Anhumas. Esse compartimento representa as topografias mais elevadas, em torno de 500 metros, com topos angulosos e achatados, vertentes ravinadas, perfis retilíneos, padrão de drenagem dendrítico com média a alta densidade e vales fechados. (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2008; FRANZINI, 2010; ROSS; MOROZ, 1996).

Nas proximidades da foz do rio Paranapanema, município de Rosana, há predomínio de planícies aluvionares constituindo terrenos mais baixos, planos e sujeitos a inundações. (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2008; FRANZINI, 2010; ROSS; MOROZ, 1996).

Em Teodoro Sampaio ocorrem morros tabulares com bordas escarpadas, vertentes retilíneas, drenagem com padrão dendrítico de média densidade e vales fechados, no local de estudo predominam as colinas amplas e pouco dissecadas, de topos suavemente ondulados com fraco desnível topográfico com as vertentes e baixas declividades. Em algumas colinas os topos apresentam solos profundos do tipo Latossolos (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2008; FRANZINI, 2010; ROSS; MOROZ, 1996)

3.5.3 Solo

A cobertura de solos predominante na UGRHI - 22 é de latossolos (latossolo vermelho escuro de textura média, proveniente de arenitos e latossolo roxo, desenvolvido a partir de basaltos) e Argissolos (podzólico vermelho amarelo de textura arenosa derivado de arenitos). Apresentam somente a camada superficial desenvolvida, em geral possuem média e baixa fertilidade, com aptidão agrícola restrita e alto risco de erosão (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2008)

Segundo Jacomine (2008/2009) e ITESP (2001), latossolos compreendem solos minerais não hidromórficos com camada subsuperficial

latossólica e coloração vermelha escura, acentuadamente drenada, apresentam textura média quando são provenientes de arenitos e textura argilosa quando associados à siltitos, argilitos, folhelhos e rochas cristalinas. Os argissolos (podzólicos) são solos com perfis bem desenvolvidos, moderadamente ou bem intemperizados, apresenta camada subsuperficial de cor vermelho-escuro até vermelho amarelado, em geral, apresentam melhor fertilidade natural em relação aos latossolos, ocorrem em relevo de colinas amplas a médias, com drenagem bem desenvolvida.

Tais características podem afetar significativamente a qualidade das águas subterrâneas da região, visto que a retenção e a movimentação de elementos solúveis orgânicos e inorgânicos são determinadas pela textura, porosidade do solo e tipos de manejos agropecuários (SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007).

De acordo com o Mapa Pedológico do estado de São Paulo (OLIVEIRA, 1999), na área de estudo encontram-se os Argissolos Vermelhos PV4 (Argissolos Vermelhos distróficos horizonte A moderado, textura arenosa/média e média relevo suave ondulado) e os Latossolos Vermelhos LV45 (Latosolos Vermelhos distróficos horizonte A moderado, textura média relevo plano e suave ondulado). Essa classe de solo é resultado da ação intempérica sobre os arenitos da Formação Caiuá – Grupo Bauru.

3.5.4 Clima e cobertura vegetal

O clima da UGRHI-22 é predominantemente continental, dada participação dos sistemas atmosféricos do Centro-Oeste do Brasil. Segundo a classificação de Köppen, há dois tipos de clima: Tropical úmido, que ocorre em uma faixa próxima ao rio Paraná, apresentando verão como estação chuvosa e estiagem no inverno, temperaturas médias de 22°C a 24 °C, precipitação média de 1500 mm; o restante da região apresenta clima mesotérmico de inverno seco, com temperatura média não ultrapassando 22°C e chuvas mais frequentes no verão como no tropical úmido. O regime pluviométrico é o tropical típico com verão chuvoso e inverno seco. A chuva anual média na UGRHI-22 é da ordem 1500 mm.ano⁻¹, sendo que a do estado é de 1380 mm.ano⁻¹ (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2008; FRANZINI, 2010; ROSS; MOROZ, 1996).

Com relação à cobertura vegetal original da região, segundo Beduschi Filho (2002) “é classificada como Mata Atlântica de Interior ou Estacional Semi-decídua de Planalto, podendo ser considerada uma área de transição para os domínios do Cerrado”.

3.5.5 Ocupação territorial no Pontal do Paranapanema

De acordo com Rodrigues e Galvão (2006) até a década de 50 a região oeste do Pontal do Paranapanema, com aproximadamente 247.000 ha, era conhecida pela exuberância de sua fauna e flora, a ponto de, por meio de decreto ser transformada em reserva, recebendo a denominação de “Grande Reserva do Pontal”.

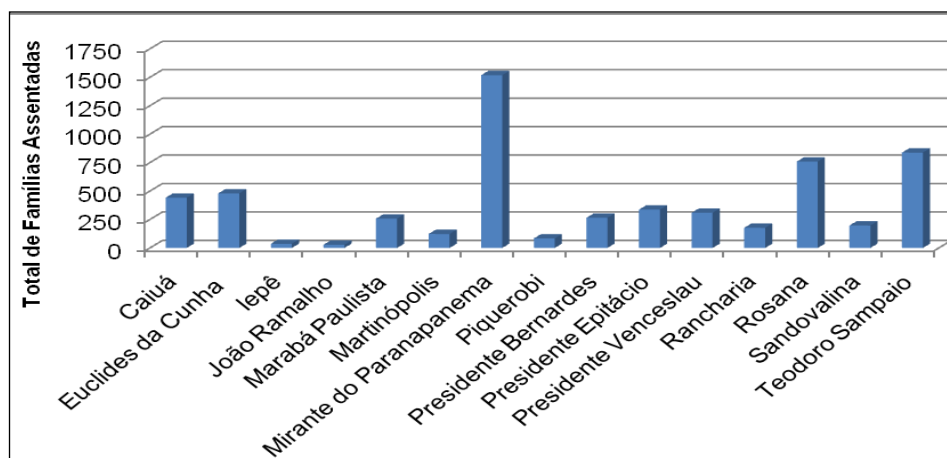
No entanto, a partir dos anos 50, deu-se início a uma ocupação desordenada, caracterizada pela grilagem de terras, em sua maioria, julgadas como devolutas, e sucessão de desmandos por latifundiário, que chegaram a concentrar 75% dos 247.000 hectares da Grande Reserva do Pontal. (RODRIGUES; GALVÃO, 2006).

Porém, na década de 90 ocorre a chegada do MST na região do pontal que promove ocupações de áreas dos grandes latifúndios gerando uma redistribuição dessas terras por meio da reforma agrária. (LIMA et al, 2006, RODRIGUES; GALVÃO, 2006).

Como resultado, em 1995, a região do Pontal do Paranapanema era uma das principais áreas de conflitos fundiários do país, tendo o maior número de ocupações de terra (RAMALHO, 2002), sendo que, no ano de 2007, a região contava com um total de 5.853 famílias assentadas. (BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2011.).

Na Figura 6 são apresentados os números de famílias assentadas por Município.

FIGURA 6- Gráfico total de famílias assentadas nos municípios da região do pontal no ano de 2007⁴



Fonte: BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Agrário (2011).

Como podem ser observados no gráfico da Figura 6 os municípios com maior número de famílias assentadas são: Mirante do Paranapanema (1519), Teodoro Sampaio (853) e Rosana (759), assim apontando que a região onde o estudo foi desenvolvido é a que ocupa o segundo lugar na concentração de famílias assentadas.

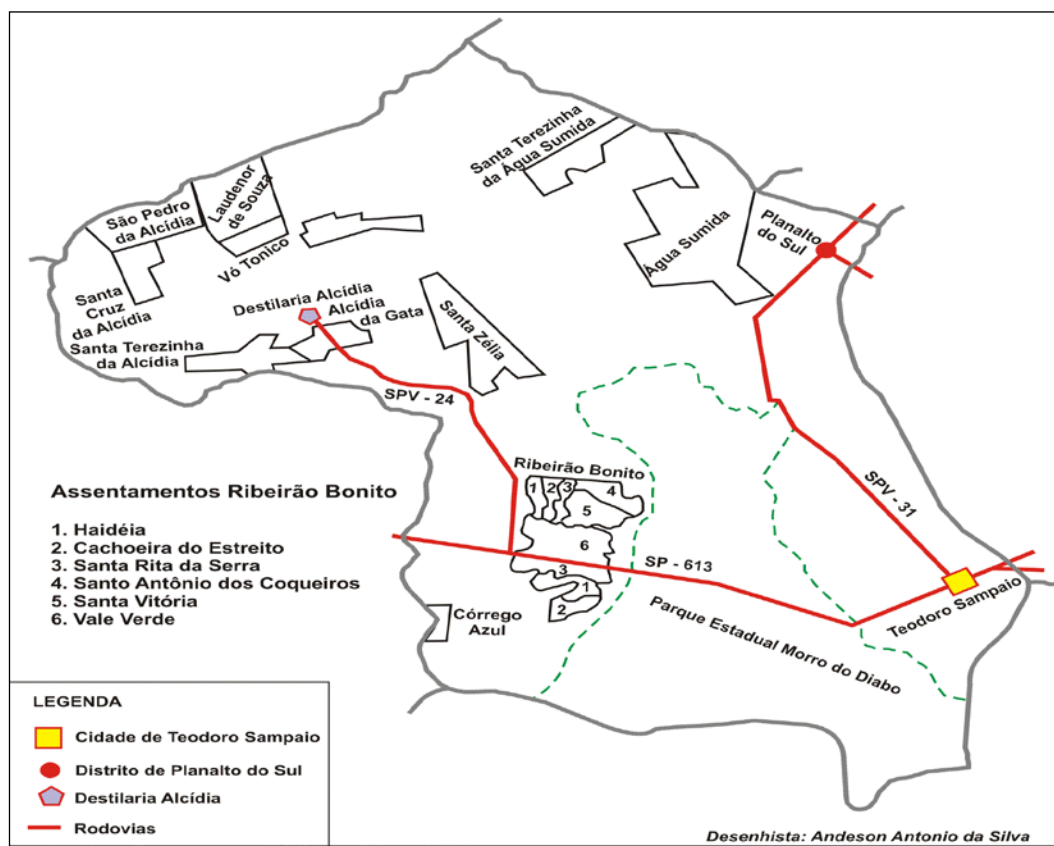
3.5.6 Município de Teodoro Sampaio

De acordo com dados do Censo de 2010 obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010a) o município de Teodoro Sampaio conta com 21.386 habitantes, sendo 17.386 pertencentes à área urbana e 4.000 a área rural e segundo o INCRA (2011), Teodoro Sampaio contava com 853 famílias assentadas em 20 assentamentos no ano de 2007.

Na Figura 7, é apresentado mapa com a localização dos assentamentos em Teodoro Sampaio.

⁴ Os Municípios que não apareceram no gráfico não apresentaram famílias assentadas até o ano de 2007.

FIGURA 7. Croqui da localização dos assentamentos no município de Teodoro Sampaio



Fonte: TEODORO SAMPAIO. Prefeitura Municipal. 2010.

Como pode ser observado na Figura 7 os diferentes lotes dentro do assentamento se encontram em diferentes áreas de ocupação, sendo alguns mais próximos às áreas de preservação permanente, como o assentamento Ribeirão Bonito e outros próximos à destilaria. Essas características podem influenciar, no manejo da terra e os tipos de atividades agropecuárias, assim podendo interferir na qualidade das águas subterrâneas.

De forma geral, segundo Prandi et al. (2002) a ocupação na região do Pontal caracteriza-se pela instalação de assentamentos rurais, com pequenas propriedades agrupadas em glebas e ocupadas por famílias, cujas principais atividades econômicas desenvolvidas são a pecuária e a agricultura.

Na Tabela 2 são apresentados dados de famílias assentadas por assentamentos.

TABELA 2. Dados de famílias assentadas nos assentamentos de Teodoro Sampaio.

Assentamento	Nºde Famílias	Área (ha)	Ano de criação
Santa Cruz da Alcídia	28	712	-
Água Sumida	121	4210	1988
Laudênor de Souza	70	1647	1997
Ribeirão Bonito	204	4432	1997
Córrego Azul	9	226	1998
Santa Terezinha da Alcídia	26	1345	1999
Alcídia da Gata	19	484	1998
Água Branca I	24	630	1998
Santa Terezinha da Água	53	1321	1998
Sumida			
Vô Tônico	22	550	1998
Santa Zélia	104	2730	1999

Fonte: Adaptado de Valenciano (2001), Dataluta – Banco de Dados da Luta pela Terra (2013)

De forma geral, segundo Valenciano (2001) “[...] a implementação desses assentamentos incentivou uma significativa alteração das condições locais de produção, com elevado impacto econômico, político e social, não só local, mas também regional”.

No entanto, apesar da importância destes assentamentos para a região, quando se analisa a questão ambiental, infraestrutura, qualidade de vida entre outros fatores, comumente, necessários para favorecer a fixação do trabalhador no campo, percebe-se que a situação ainda é precária em alguns assentamentos, e esforços tanto do governo quanto de Organizações não Governamentais são fundamentais.

Em Teodoro Sampaio, essa situação pode ser percebida quando se analisa o Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável do Município para os anos de 2010 – 2013 (TEODORO SAMPAIO. Prefeitura Municipal, 2010), cujas informações sobre as condições ambientais, sociais, de infraestrutura entre outras nos assentamentos, encontram-se resumidos na Tabela 3.

TABELA 3. Diagnóstico da situação dos assentamentos de Teodoro Sampaio.

Condições	Informações
Cadeias Produtivas	Leite; Mandioca; Horticultura; Fruticultura; Ovinos; Apicultura; Pecuária de corte; Piscicultura; Eucalipto;
Saneamento	No município não há, na zona rural, coleta de lixo e nem tratamento dos resíduos sólidos. Cerca de 99% dos resíduos sólidos e líquidos são lançados em fossa negra, e a grande maioria do lixo doméstico é queimado ou enterrado.
Abastecimento de água	O abastecimento de água no município é fornecido pela SABESP e na zona rural a água vem dos poços artesianos, semi-artesianos, poços cacimba e minas de água.
Infraestrutura	Readequação de estradas; pontos de telefones fixo e telefones móveis na maioria dos assentamento; 100% contam com energia elétrica; necessidade de mais linhas de ônibus municipal devido a distancia dos assentamentos; alguns assentamentos não apresentam infraestrutura ideal como: barracão comunitário, as estradas possuem pontos críticos, e escolas.
Transporte	Na zona rural, em alguns assentamentos, existem linhas diretas ligando os municípios e transportam passageiros através dos assentamentos, que geralmente passam a cada 2 vezes por semana e há também o auxílio de transportes municipais.
Ambiental	Maior problema conservação do solo, visto que as áreas de pastagens em sua maioria apresentam erosão laminar com poucos pontos de erosão tipo voçorocas.

Fonte: Adaptado de Teodoro Sampaio. Prefeitura Municipal (2010).

Como podem ser observados na Tabela 3, os problemas enfrentados pelas famílias assentadas são diversos. Tal situação além de diminuir a qualidade de vida pode levar também à deterioração dos recursos ambientais dificultando ainda mais a permanência do agricultor na terra.

Ainda, na Tabela 3, pode-se verificar que diferentes são os pontos a serem trabalhados com o intuito de melhorar a qualidade de vida dos assentados,

As situações apresentadas reforçam a necessidade em se fazer uma avaliação da qualidade das águas subterrâneas utilizadas nos assentamentos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de Estudo

O estudo foi realizado no período de agosto de 2012 a dezembro de 2013, em assentamentos de processos de reforma agrária, a saber: Santa Zélia, Santa Terezinha da Alcídia, Alcídia da Gata, Santo Expedito, Vô Tônico Laudenor de Souza e Água Sumida, situados no município de Teodoro Sampaio, região da UGRHI - 22 Pontal do Paranapanema extremo oeste do estado de São Paulo. Estes possuem famílias de origens variadas que foram assentadas a partir do ano de 1997, tendo como principal diferença os manejos agropecuários, área ocupada entre outras (VALENCIANO 2001).

Estes assentamentos foram selecionados, pois estão na região a mais de 10 anos e por possuírem diversidade nos manejos agrícolas. Também na caracterização preliminar do estudo verificou-se a inexistência de saneamento básico e monitoramento da qualidade da água para consumo humano.

4.2 Caracterização da Área

Para o desenvolvimento deste trabalho foi importante realizar um levantamento dos fatores que possam afetar a qualidade das águas subterrâneas para consumo humano, entre eles: tipo de solo, disposição de resíduos sólidos e líquidos e manejo agropecuário. A seguir são descritos os métodos para a obtenção de tais informações.

4.2.1 Levantamento de dados sobre os assentamentos

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a área de estudo, referente ao tipo de solo, abrangência do aquífero e cobertura vegetal. Esses dados serviram para um melhor conhecimento das características da região, ajudando na melhor avaliação e entendimento dos resultados.

Foi avaliada a bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo e a pesquisa documental que tem como fonte de coleta de dados documentos constituídos de dados primários que correspondem, por exemplo, a documentos de arquivos privados, fotografias e material cartográfico (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Tal investigação contribuiu principalmente para a identificação dos tipos de manejos agropecuários e possível histórico de contaminação das águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano.

4.2.2 Caracterização textural do solo e disposição dos resíduos sólidos e líquidos

Para a caracterização da classe textural do solo foram realizados ensaios físicos de granulometria, conforme Tabela 4, em amostras de solo coletadas próximo aos poços de água em pontos distintos em cada assentamento.

TABELA 4. Parâmetros físicos analisados nas amostras de solo

Parâmetro	Metodologia
Areia Total	Método da pipeta
Silte	Método da pipeta
Argila	Método da pipeta

Fonte: Embrapa (1997)

Para cada assentamento estudado foram coletadas 2 amostras de solo em duas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, estas amostras foram compostas de outras 10 amostras, coletadas em duas áreas opostas, próximas aos poços amostrados e georreferenciados.

As amostras foram coletadas com auxílio de um trado tipo Holandês de aço inoxidável, que promove a perfuração do solo através de movimento rotacional, armazenando a amostra em sua garra conforme apresentado na Figura 8.

FIGURA – 8 Coleta de amostra com trado holandês



Fonte: Próprio autor.

A amostragem foi feita andando em ziguezague na área de amostragem, as amostras para composição foram retiradas com uma distância mínima de 10 metros uma da outra, depositadas em um saco plástico limpo e bem homogeneizadas. Foi retirada uma amostra representativa de aproximadamente 200 g, esta amostra foi acondicionada em caixa de amostragem e encaminhada para análise no Laboratório de Solos da UNOESTE, onde os ensaios foram realizados.

A investigação da disposição dos resíduos sólidos e líquidos provenientes das residências foi realizada juntamente com a coleta das amostras de água, por meio da observação assistemática que, segundo Lakatos e Marconi (2003), é a observação espontânea, sem o emprego de qualquer técnica. Os dados foram registrados através de fotografia. Tal investigação foi necessária para auxiliar na fundamentação dos resultados obtidos na análise físico-química e microbiológica das águas subterrâneas.

4.3 Análise da Qualidade da Água Subterrânea

Para verificar a qualidade da água subterrânea utilizada para o consumo humano, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas de amostras retiradas diretamente do poço, antes de passarem por qualquer unidade de armazenamento, assim como, amostras de água na torneira das residências após passagem pelo reservatório de água.

Tais pontos de amostragem foram escolhidos para poder verificar a possível ocorrência de contaminação tanto no poço, quanto no sistema de armazenamento e distribuição da água.

4.3.1 Localização dos pontos e amostragem

Para a localização dos pontos de amostragem, Inicialmente foi realizada a identificação dos poços existentes nos assentamentos com as iniciais do assentamento, sendo: Santa Zélia (Z), Alcídia da Gata (AG), Santo Expedito (EX), Santa Terezinha (ST), Vô Tônico (VT), Laudenor de Souza (LD) e Água Sumida (AS), seguido do número da amostra. Também foi identificado o tipo do poço e sua profundidade. A determinação das coordenadas geográficas dos poços foi realizada no ato da coleta em “Universal Transversa de Mercator”, UTM utilizando-se “*Global Position System*”, GPS de navegação Garmin modelo Etrex.

As amostras dos reservatórios de água dos lotes dos assentamentos rurais foram identificadas com o número da amostra do respectivo poço que os abastece. A plotagem dos dados, para a confecção do mapa de localização foi realizada utilizando os aplicativos Garmin MapSource® e o Google Earth.

Estes poços e reservatórios foram amostrados em 4 etapas sendo dois assentamentos por mês, (Março/2013, Abril/2013, Maio/2013 e Junho/2013), com autorização dos moradores dos lotes que são proprietários dos poços.

As amostras para os ensaios físicos e químicos foram coletadas em frascos plásticos com capacidade volumétrica de 1000 mL e de boca larga com tampa. Já para os ensaios microbiológicos as amostras foram coletadas em frasco de vidro com capacidade volumétrica de 250 mL previamente esterilizados a 121°C por 15 minutos, com a tampa protegida com papel alumínio.

Durante as coletas microbiológicas foram tomados cuidados com a sanitização das torneiras com etanol 77° GL, escoamento da água parada na tubulação e com a preservação, armazenamento e transporte das amostras de água, a fim de não provocar alterações nas qualidades físico-químicas e bacteriológicas das mesmas. Com o intuito de preservar as amostras de ação biológica, hidrólise, volatilização e adsorção, as amostras foram preservadas com refrigeração e proteção contra luz, de acordo com as recomendações para coleta e preservação de amostra estabelecidos pela AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2005), para amostras de água para consumo humano.

4.3.2 Ensaios físico-químicos

Foram analisados os parâmetros recomendados pela Instrução técnica DPO nº 006 (SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2012) e Portaria MS Nº 2914/2011 (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011). Na Tabela 5 estão indicados os parâmetros analisados, métodos analíticos e os equipamentos utilizados para a realização dos ensaios.

TABELA 5. Parâmetros físico-químicos a serem analisados nas amostras de água e método utilizado

Parâmetro	Técnica	Equipamento	Método SMEWW*
Aspecto	Organoléptica	-----	2110
Odor	Organoléptica	-----	2150 B
Cor	Espectrofotométrica	Spectroquant® marca Merck – Nova 60	2120 C
Turbidez	Nefelométrica	Spectroquant® marca Merck – Nova 60	2130 B
pH	Potenciométrica	pH-metro marca Hanna, modelo pH 21	4500-H ⁺ B
Alcalinidade total	Titulação potenciométrica	-----	2320 B
Dureza total	Titulação complexométrica	-----	2340 C
Cloretos	Titulação argentométrica	-----	4500-Cl B
Nitrato	Redução com cádmio	POCKET Colorimeter Nitrato, marca Hach.	4500-NO ₃ B
Nitrito	Diazotização	Spectroquant® marca Merck – Nova 60	4500-NO ₂ B
Ferro	Fenantrolina	Spectroquant® marca Merck – Nova 60	3500 – Fe D
Condutividade	Potenciométrico	Condutivímetro marca Hanna modelo HI 8733	2510 B

Fonte: American Public Health Association (2005)

Nota: *SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

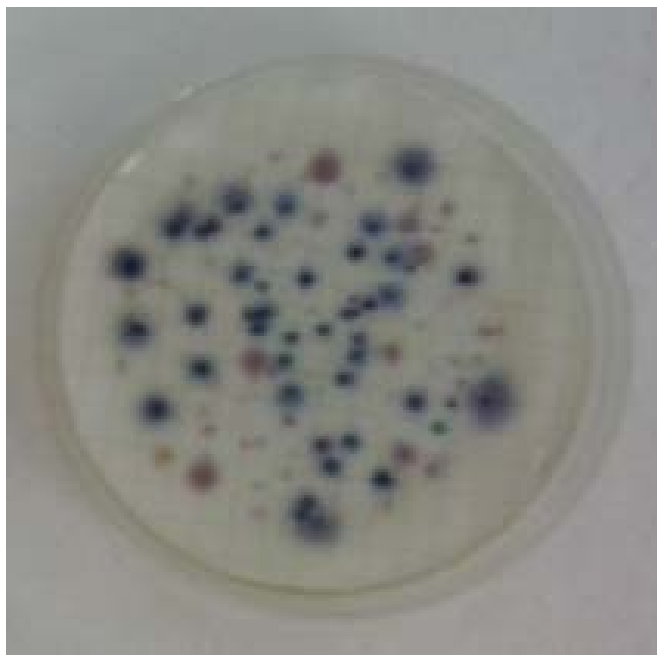
Os ensaios foram realizados em triplicata no Laboratório de Análise de Água Físico-Química da UNOESTE, e a metodologia analítica utilizada teve como base as metodologias descritas pela American Public Health Association, (2005).

4.3.3 Ensaio microbiológico

Foram quantificados os coliformes totais e coliformes fecais especificamente a *Escherichia coli*. A quantificação dos coliformes foi realizada por meio da técnica de filtração em membrana, utilizando como meio de cultura o Chromocult Coliforme Agar® da Merck (cat. 1.10426) com substrato cromogênico. Esse meio foi preparado a partir da dissolução de 26,5 g em 1 litro de água destilada, utilizando-se banho-maria. Em seguida volumes de 4 mL do meio foram distribuídos em Placas de Petri esterilizadas, e, após a solidificação do meio, as placas foram mantidas sob refrigeração até o momento de uso (MERCK, 2013).

O Chromocult® é uma combinação de dois substratos cromogênicos (Salmon-GAL e X-glicuronídeo - substratos enzimáticos sintéticos) que possibilita a detecção de coliformes totais e fecais (*E. coli*), em uma mesma placa que é diferenciada pela cor, conforme apresentado na Figura 9.

FIGURA 9 - Placa de Petri com colônias Coliformes totais e *E. coli*



Fonte: Próprio autor

O procedimento para quantificação dos microrganismos consistiu na filtração de 100 mL de amostra, ou de sua diluição, através de membrana esterilizada e com porosidade de retenção de 0,45 μm .

Após a filtração, a membrana foi colocada em placa de Petri sobre o meio de cultura e incubada em incubadora de cultura marca Químis à temperatura de $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 ± 1 h. Após este período foi efetuada a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC), baseada na coloração para identificação dos microrganismos (colônias azul escuro a violeta: *E. coli*; vermelho a salmão: coliformes totais) e os resultados foram expressos em $\text{UFC} \cdot 100\text{mL}^{-1}$.

A água de diluição foi preparada com duas soluções estoques. A solução estoque A (fosfato monopotássico, $34 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) cujo pH foi ajustado para 7,2 com solução de hidróxido de sódio 1N, e a solução estoque B (cloreto de magnésio hexa hidratado, $81,1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$). A quantidade utilizada era de 1,25 mL da solução

estoque A e 5,0 mL de solução estoque B por 1000 mL de água purificada. Antes do uso, a água de diluição era esterilizada em autoclave a 121 °C por 15 minutos (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005).

Os ensaios foram realizados em duplicata no Laboratório de Análise de Água Microbiológica da UNOESTE, e a metodologia analítica utilizada teve como base as metodologias descritas pela American Public Health Association (2005).

4.4 Tratamento dos dados

Foi realizada uma análise descritiva dos dados, confecção de gráficos, tabelas e mapas para análise dos resultados.

Os resultados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos da água foram comparados com os valores de referência estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011). Os resultados físico-químicos e microbiológicos das amostras de água dos poços foram submetidos à análise de componentes principais (PCA).

O método PCA é uma das técnicas mais usuais do que se convencionou chamar de análise multivariada. Este tipo de análise, baseada em correlação linear, é utilizada para determinar o comportamento de uma variável ou grupos de variáveis em covariação com outras. As técnicas de análise multivariada são úteis para indicar regularidades no comportamento de duas ou mais variáveis e para testar modelos alternativos de associação entre tais variáveis, incluindo a determinação de quando e como dois ou mais grupos diferem em seu perfil multivariado (MENDONÇA, SOUZA; 2011).

Esta análise foi realizada para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos das amostras de água coletadas nos poços dos diferentes assentamentos estudados, através da correlação ou covariância entre um conjunto de variáveis principais, extraindo o máximo de informações relevantes.

De posse dos resultados dos ensaios, foi construída uma matriz de correlação com os dados das 54 amostras de água dos poços, considerando os 12 parâmetros físico-químicos e os 2 microbiológicos. A matriz foi inserida no *software* PC-ORD 4.0, para o pré-processamento logarítmico e a análise exploratória dos dados. Procedeu-se então a avaliação dos dados obtidos, determinando assim quais componentes principais foram relevantes, considerando as componentes que

explicaram um maior percentual. Para os auto vetores foi estabelecido um nível de significância maior que 0,3000.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho foram separados em subcapítulos, a fim de melhorar a sua apresentação e discussão.

5.1 Caracterização da Área de Estudo

Os assentamentos rurais, objeto deste estudo, estão situados no município de Teodoro Sampaio – SP, localizado entre as coordenadas geográficas latitude 22° 31' 57" S, longitude 52° 10' 03" O, ocupando uma área de 1.557 km² (TEODORO SAMPAIO. Prefeitura Municipal, 2010).

O município está inserido na UGRHI – 22, localizado na Bacia Sedimentar do Paraná e no Planalto Ocidental Paulista, mais precisamente no Planalto Centro Ocidental. As colinas são amplas e baixas com altimetria em torno de 300 a 600 metros e declividade variando entre 10% a 20% as formas de relevo predominantes (MASSARETO, NUNES; 2011).

Litologicamente, segundo Kawakubo, Morato e Luchiari (2004) há predominância de sedimentos aluvionares nas áreas de banhado, que incluem areias inconsolidadas de granulação variada, argilas e cascalheiras fluviais; arenitos muito finos e médios compreendidos pelos sedimentos da Formação Caiuá e Santo Anastácio (ambos pertencentes ao Grupo Bauru).

Os solos que se desenvolvem são essencialmente arenosos predominando, segundo Massareto e Nunes (2011), os Latossolos Vermelho-amarelo distróficos. Atualmente a paisagem predominante na área é o campo/pastagem, áreas com cultivo de cana-de-açúcar e pequenas áreas de preservação da vegetação nativa, conforme apresentado na Figura 10.

FIGURA 10 – Paisagem da região de estudo



Fonte: Cullen Jr. e Pádua (2012).

Como pode ser observada na Figura 10 a paisagem da região apresenta poucos resquícios de cobertura vegetal, e tal situação foi se agravando ao longo do tempo. Conforme Cullen Jr. e Pádua (2012) mesmo com a redução do desmatamento na região, em 2011 a taxa de desmatamento ainda era de 0,7 % ao ano.

A falta de cobertura vegetal, e o manejo inadequado do solo facilitam os processos erosivos, e esta situação de degradação do solo contribui com o assoreamento dos corpos de água e altera a dinâmica no escoamento superficial da água interferindo na reposição do aquífero (MASSARETO; NUNES; 2011).

Segundo Kawakubo, Morato e Luchiari (2004) e Beduschi Filho (2002), até o início do século, estas áreas eram totalmente cobertas com Mata Atlântica de Interior ou Estacional Semi-decídua de Planalto, com áreas de transição para os domínios do Cerrado. O desmatamento provocado pelo corte de florestas, expansão da cultura cafeeira e construção das linhas ferroviárias fizeram com que as áreas fossem reduzidas na década de 40 a 284 mil hectares. Atualmente estas áreas ocupam poucos milhares de hectares, sendo que a única mancha expressiva de mata nativa que restou está localizada dentro dos limites do Parque Estadual do Morro do Diabo (KAWAKUBO; MORATO; LUCHIARI ; 2004).

No lugar da vegetação se instalou a cafeicultura que após a crise deu lugar à pecuária com grandes áreas de pastagem e com a chegada da Destilaria

Alcídia as áreas, atualmente ocupadas pelos assentamentos do presente estudo, foram tomadas pelo cultivo da cana-de-açúcar, o qual degradou o solo (LEAL, 2003).

De acordo com Leal (2003) após a transformação das áreas de cultivo de cana-de-açúcar em assentamentos, houve uma melhora na qualidade do solo, pois, a rotatividade de culturas melhora a qualidade física, química e biológica do solo. Os assentados passaram a cultivar mandioca, milho, ou seja, culturas voltadas para o abastecimento interno do lote e para comercialização.

No entanto, é importante ressaltar que esse fato não aconteceu em todos os assentamentos da região. Conforme informações das principais atividades desenvolvidas nos diferentes assentamento e apresentadas na Tabela 6.

Na Tabela 6 são apresentados os dados sobre a área, numero de lotes e principais atividades de cada assentamento.

TABELA 6 - Dados dos assentamentos objetos de estudo

Assentamento	Área (ha)	Nº de lotes	Principais atividades
Santa Zélia	2.730	104	Bovinocultura de Leite, Cultivo de Eucalipto,
Santa Terezinha da Alcídia	1345	26	Cultivo de cana-de-açúcar, Agropecuária.
Laudenor de Souza	1647	70	Cultivo de cana-de-açúcar, Agropecuária
Alcídia da Gata	484	19	Cultivo de cana-de-açúcar, Agropecuária
Vô Tônico	550	22	Cultivo de cana-de-açúcar, Agropecuária
Santo Expedito	850	38	Bovinocultura de Leite, Cultivo de Eucalipto, Agropecuária
Água Sumida	4210	121	Bovinocultura de Leite, Cultivo de Eucalipto, Agropecuária

Fonte: TEODORO SAMPAIO. Prefeitura Municipal. 2010, Valenciano (2001).

Como é apresentado na Tabela 6, nos assentamentos Santa Terezinha da Alcídia, Alcídia da Gata, Laudenor de Souza e Vô Tônico, ainda há o plantio de cana-de-açúcar, porém, durante o trabalho de campo foi possível observar que, atualmente, na região a cultura canavieira não é mais a principal atividade destes

assentamentos, sendo somente desenvolvida pelos latifúndios localizados em torno dos mesmos.

Essa condição já havia sido apresentada por Barone e Ferrante (2009) que em seus estudos verificaram que os assentamentos que cultivavam a cana de açúcar na região eram o Santa Zélia, Santa Terezinha da Alcídia e Alcídia da Gata, sendo que dos 149 lotes somente 31 (20,8%) tinham a cana de açúcar como principal cultura.

Esta situação é reflexo da dispendiosa burocracia junto ao ITESP para o arrendamento das terras para o cultivo da cana-de-açúcar. Quanto ao número de famílias a, Tabela 6, mostra que existem aproximadamente 400 famílias assentadas. Nos assentamentos do estudo, considerando uma família por lote, e uma média de 4 pessoas por família estes possuem em torno de 1600 pessoas (BARONE, FERRANTE, 2009; INCRA, 2010).

5.1.1 Caracterização da classe textural do solo.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados os resultados da análise física do solo.

TABELA 7 – Identificação das amostras de solo e resultados da análise física nos assentamentos Santa Zélia, Laudenor de Souza, e Vô Tônico.

Amostra	Profundidade	Coordenadas geográficas (UTM – 22K)	Areia (g.Kg ⁻¹)	Silte (g.Kg ⁻¹)	Argila (g.Kg ⁻¹)
Assentamento Santa Zélia					
01	0-20 cm	E 0350616; N 7527594	869	54	77
02	0-40 cm	E 0350616; N 7527594	828	48	124
03	0-20 cm	E 0355225; N 7522954	922	14	64
04	0-40 cm	E 0355225; N 7522954	899	11	90
Laudenor de Souza					
05	0-20 cm	E 0338440; N 7535140	887	50	63
06	0-40 cm	E 0338440; N 7535140	855	42	104
07	0-20 cm	E 0339517; N 7533335	939	16	46
08	0-40 cm	E 0339517; N 7533335	931	11	58
Vô Tônico					
9	0-20 cm	E 0342222; N 7534104	909	34	57
10	0-40 cm	E 0342222; N 7534104	884	29	88
11	0-20 cm	E 0453204; N 7554557	937	11	52
12	0-40 cm	E 0453204; N 7554557	931	10	59

Fonte: Próprio autor

TABELA 8 – Identificação das amostras de solo e resultados da análise física nos assentamentos Alcídia da Gata, Santo Expedito, Água Sumida e Santa Terezinha da Alcídia.

Amostra	Profundidade	Coordenadas geográficas (UTM – 22K)	Areia (g.Kg ⁻¹)	Silte (g.Kg ⁻¹)	Argila (g.Kg ⁻¹)
Alcídia da Gata					
17	0-20 cm	E 0345129; N 7524338	864	35	101
18	0-40 cm	E 0345129; N 7524338	876	41	84
19	0-20 cm	E 0352025; N 7522495	901	33	67
20	0-40 cm	E 0352025; N 7522495	875	28	97
Santo Expedito					
21	0-20 cm	E 0348443; N 7527736	879	41	81
22	0-40 cm	E 0348443; N 7527736	849	49	102
23	0-20 cm	E 0348295; N 7528221	905	13	83
24	0-40 cm	E 0348295; N 7528221	863	4	134
Água Sumida					
25	0-20 cm	E 0366325; N 7533431	667	146	187
26	0-40 cm	E 0366325; N 7533431	721	33	247
Santa Terezinha da Alcídia					
13	0-20 cm	E 0339458 ; N 7524924	893	30	77
14	0-40 cm	E 0339458 ; N 7524924	899	7	94
15	0-20 cm	E 0341671; N 7526187	873	26	101
16	0-40 cm	E 0341671; N 7526187	844	30	126

Fonte:Próprio autor

Conforme as Tabelas 7 e 8 pode-se observar que, em todas as amostras a maior concentração é de areia, variando entre 82,8 % á 93,9 %. Isto está relacionado à formação geológica da região, que segundo Kawakubo, Morato e Luchiari (2004), são formações geológicas areníticas do Grupo Bauru/ Formação Caiuá.

A predominância de rochas sedimentares na área dos assentamentos originou a formação de Latossolos e Argissolos, com característica de textura arenosa nos horizontes superficiais (OLIVEIRA, 1999; SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2008). Os resultados demonstram esta característica, pois nas amostras coletadas em maior profundidade, de 20 cm para 40 cm, observou-se um aumento na quantidade de argila e a redução na fração de areia. Quanto à fração de silte nenhuma amostra apresentou valores acima de 15 %.

Segundo a EMBRAPA (1997), a classe textural do solo pode ser determinada em função do teor de argila, assim, o solo que apresenta argila até 149 g.Kg⁻¹, se enquadra na classe arenosa. Sendo assim, verificou-se que o solo na região dos assentamentos onde foram coletadas as amostras em 20 cm e 40 cm apresenta classe textural arenosa.

Segundo Amaral e Ross (2009), solos arenosos têm como principal característica uma rápida e profunda infiltração da água, arrastando os minerais degradando o solo superficial, e em períodos de elevados índices pluviométricos tendem a entrar em processos de erosão.

Além dos minerais outros contaminantes, como, metais pesados e microrganismos patogênicos provenientes de esgotamento sanitário e resíduos sólidos, podem ser lixiviados e atingir o lençol freático contaminando as águas subterrâneas (RIBEIRO, 2007). Nas zonas rurais as água subterrâneas são utilizadas principalmente para o consumo humano, e este tipo de contaminação pode trazer prejuízos à saúde.

5.1.2 Disposição dos resíduos sólidos e líquidos.

Após observação realizada nos assentamentos visitados foi constatado que não existe coleta de lixo conforme evidenciado no Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável, 2010 – 2013 (TEODORO SAMPAIO. Prefeitura Municipal, 2010) sendo que o lixo doméstico é enterrado em valas ou queimado.

A Figura 11 apresenta imagem de uma vala utilizada para a disposição dos resíduos sólidos, em um dos lotes do Assentamento Santa Terezinha.

FIGURA 11. Disposição do lixo no Assentamento Santa Terezinha



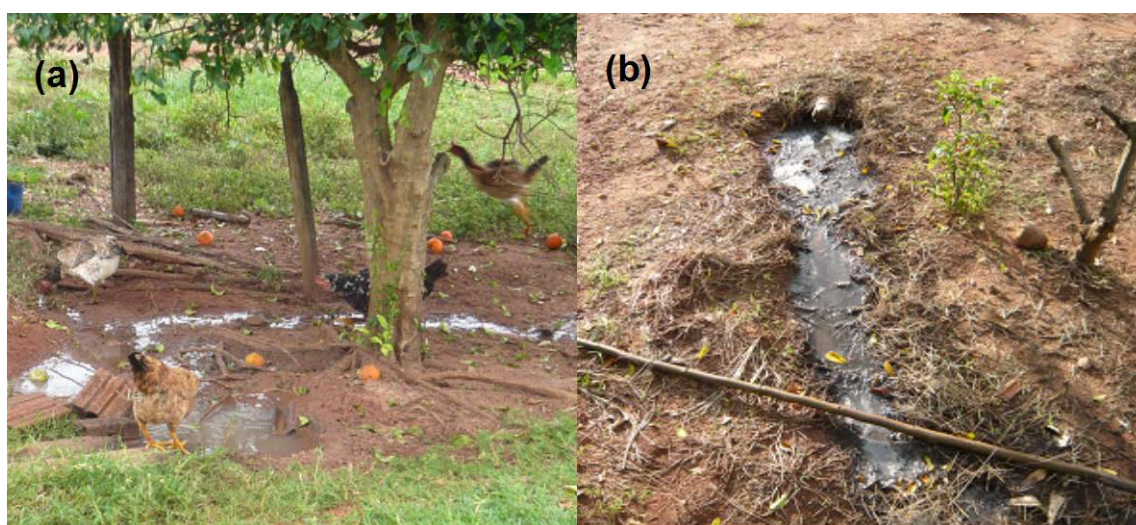
Fonte: próprio autor.

A situação mostrada na Figura 11, representa o quadro da situação do lixo gerado e disposto nos assentamentos do presente estudo conforme observações realizadas em campo. Pode-se observar, também, que o lixo disposto é na sua grande maioria reciclável e não biodegradável quando disposto diretamente no solo, e tem um grande potencial de se tornar uma fonte poluidora do solo e das águas. Principalmente na região de estudo onde o solo é predominantemente arenoso e favorece a infiltração dos contaminantes.

No entanto, tal situação difere dos resultados obtidos por May, Moraes e Pires (2012), que após um estudo da composição e quantificação do lixo doméstico gerado em assentamentos rurais de Camamu/BA, foi constatada a produção de 205 g/hab.dia, sendo que 83% deste lixo eram compostos por fração orgânica. Essa divergência ocorre, provavelmente, devido ao fato dos assentados, utilizarem o lixo orgânico, como restos de comida, para a alimentação de suínos, frangos e animais domésticos, ou na adubação.

Quanto aos resíduos líquidos foi possível observar que os assentamentos não possuem sistemas adequados de esgotamento sanitário, sendo que todos os lotes visitados utilizam sistemas de fossa negra ou fossa simples. Já os resíduos líquidos provenientes das pias da cozinha e lavanderia, são dispostos diretamente no solo ao ar livre, conforme apresentado na Figura 12.

FIGURA 12. Disposição de resíduos líquidos.



Fonte: Próprio autor.

Legenda: (a) Disposição de resíduo líquido, Assentamento Santa Zélia;
Disposição de resíduo líquido, Assentamento Laudenor de Souza.

(b)

A Figura 12 mostra a disposição, diretamente no solo, dos resíduos líquidos provenientes da lavagem de utensílios domésticos e roupa. Segundo Bazzarela (2005) estes efluentes contêm grandes concentrações de sabões, detergentes, nutrientes como o fósforo e nitrogênio, óleos e graxas, e material orgânico não decomponível, podendo assim contaminar o solo e as águas subterrâneas.

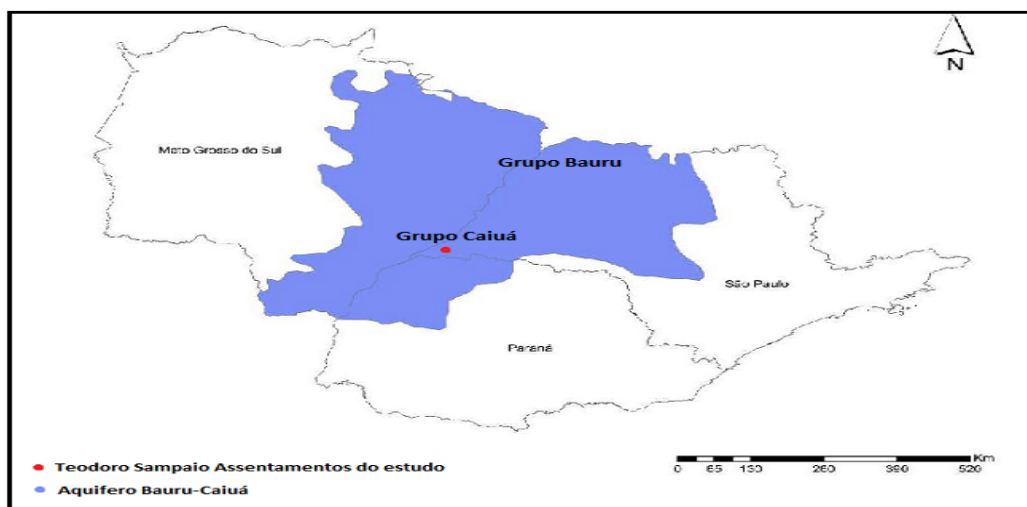
Percebe-se que no meio rural é imprescindível à utilização de sistemas alternativos de destino do esgoto doméstico pelo fato de não existir nele rede pública de captação e tratamento. Mas, antes de construir empreendimentos deste tipo deve-se, primeiramente, tomar uma série de cuidados, principalmente na seleção do sistema, na escolha do terreno, na distância de mananciais hídricos e no dimensionamento, para que não ocorra o descarte inadequado do esgoto doméstico como foi evidenciado nos assentamentos do estudo (CASALI, 2008).

5.1.3 Condições de captação, armazenamento e distribuição da água para consumo humano.

Em assentamentos rurais a água para consumo humano normalmente é proveniente de mananciais subterrâneos e captada através de poços.

Segundo a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (2012) e Rocha (2005) a região de Teodoro Sampaio encontra-se sobre o aquífero Bauru/Caiuá, sendo este dividido, no estado de São Paulo, em duas unidades hidroestratigráficas: Bauru Médio/Superior (Grupo Bauru) e Bauru Inferior/Caiuá (Grupo Caiuá), conforme apresentado na Figura 13.

FIGURA 13 – Área de abrangência do Aquífero Bauru/Caiuá



Fonte: Adaptado Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (2012); Rocha (2005)

Como pode ser observado na Figura 13 a área de estudo está localizada na unidade aquífera Grupo Caiuá, que segundo Rocha (2005) é caracterizada como do tipo poroso, contínua, uniforme, livre a localmente semiconfinada, de boa permeabilidade e com elevado potencial. As vazões dos poços variam de 20 a 200 m³.h⁻¹, com média de 30 m³.h⁻¹. A espessura saturada média é de 80 metros (ROCHA, 2005).

A vulnerabilidade deste aquífero e os riscos de contaminação relacionam-se às suas características intrínsecas e às formas de uso e ocupação dos terrenos: (a) aquífero poroso, de caráter predominantemente livre, com ampla área de ocorrência, e/ou (b) existência de grandes cidades e de áreas rurais com falta de saneamento básico e intensa atividade agropecuária em seus domínios (COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS, 2012).

Um relatório do monitoramento da qualidade da água no sistema aquífero Bauru/Caiuá realizado pela CETESB (2012) no período de 2010-2012, no geral indica boa qualidade para as águas do aquífero, mas detecta uma tendência no aumento da concentração de nitrato, ferro, cloretos com redução dos valores de pH e presença de coliformes totais e *Escherichia coli* por decorrência provável de ações antrópicas.

Ainda segundo a CETESB (2012) os poços que apresentaram parâmetros com valores acima do permitido para o consumo humano estavam localizados próximos à fossas sépticas, despejo inadequado de resíduos sólidos, criação de animais em currais e cultivo de cana-de-açúcar, ressaltando, assim, a

hipótese da influência da falta de saneamento básico e das atividades antrópicas na qualidade das águas subterrâneas.

Além destes fatores que podem tornar a água imprópria para o consumo humano, a má captação, distribuição e armazenamento precários também são fatores que levam a contaminação da água e conseqüentemente a veiculação de doenças, uma vez que, ela não recebe nenhum tratamento, como a cloração, antes do consumo.

Freire (2012) demonstrou em seu estudo, no município de Recife em Pernambuco, que a precariedade na distribuição e armazenamento da água foi o agente deteriorador da qualidade deste recurso, pois na saída da captação da água não foi verificada nenhuma contaminação.

Nunes et al. (2010) concluíram em sua pesquisa que a água utilizada nas propriedades rurais estudadas em Jaboticabal - SP representa risco a saúde dos consumidores, e ressalta ainda, que a precariedade no armazenamento e a falta de higiene são os maiores agravantes desta situação.

Melo, Passos e Sousa (2006), constataram em seu estudo que as famílias dos assentamentos rurais pesquisados no Rio Grande do Norte, mostraram pouca ou nenhuma preocupação com as condições de distribuição e armazenamento da água, preferindo consumi-la sem nenhum tratamento.

No presente estudo, foi verificado que todos os lotes nos assentamentos visitados são abastecidos por água subterrânea captada por poços tubulares ou simples⁵, sendo que os mesmos foram perfurados pelos próprios moradores e não possuem documento de outorga. Foi constatado que nenhum dos poços amostrados recebe tratamento. A água captada é armazenada diretamente em reservatórios e distribuída para as residências, e conforme a Figura 14, as mesmas condições precárias observadas nos estudos de Melo, Passos e Sousa (2006), Nunes, et. al (2010) e Freire (2012), são encontradas nos lotes visitados.

⁵ Poço Tubular é aquele onde a perfuração é feita por meio de máquinas e é revestido por tubos. Poços simples são perfurados manualmente, possuem revestimento de alvenaria e são de baixa profundidade. (COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS, 2013).

FIGURA 14 – Captação e armazenamento de água



Fonte: Próprio autor

Legenda: (a) Poço simples (cacimba) Assentamento Vô Tônico 25m; (b) Poço tubular assentamento Santo Expedito 60m; (c) Poço tubular e reservatório tipo Taça de abastecimento coletivo Assentamento Alcídia da Gata 80m; (d) Reservatório de água simples assentamento Santa Terezinha da Alcídia.

As Figuras 14 (a) e (b) mostram diferentes poços, encontrados nos assentamentos. Observa-se que foram construídos sem nenhuma proteção sanitária, favorecendo assim a infiltração da água superficial e incorporando contaminantes como o nitrato e microrganismos provenientes do solo ou fossas.

As Figuras 14 (c) e (d) apresentam dois tipos diferentes de reservatórios encontrados nos assentamentos, os quais, segundo observado no local apresentavam-se sujos e com vazamentos na tubulação. Também conforme pode ser observada na Figura 14 (d), a tubulação de abastecimento do reservatório é móvel, para ser utilizada na irrigação das proximidades e abastecimento do reservatório para dessedentação de animais. Também foi observado que as tubulações de distribuição da água são fracionadas para irrigação, sem o uso de torneiras, em vários pontos entre o poço e o reservatório.

Assim, estas condições encontradas podem aumentar o risco de contaminação microbiana, sendo que, se repetem na maioria dos lotes visitados.

O armazenamento de água é recomendado quando não há possibilidade do abastecimento contínuo direto da rede de abastecimento, seja por vazão insuficiente, seja por sistemas mal dimensionados. Assim, o reservatório domiciliar deve preservar rigorosamente a qualidade da água do sistema de abastecimento, e deve ser semestralmente, limpo e sanitizado (SÃO PAULO (Estado). Centro de Vigilância Sanitária, 2011).

A limpeza do reservatório de água consiste na remoção mecânica das substâncias e outros objetos indevidamente presentes no reservatório e na desinfecção, na eliminação de microrganismos potencialmente patogênicos por meio de agentes químicos, como o hipoclorito de sódio (SÃO PAULO (Estado). Centro de Vigilância Sanitária, 2011).

A proliferação de algas e bactérias dentro dos reservatórios, principalmente quando ela não é tratada, pode ocasionar o desenvolvimento de microrganismos que causam danos à saúde humana. Por isso existe a necessidade de promover, a cada seis meses, vistorias e limpezas nos reservatórios para proporcionar melhor qualidade da água (CASALI, 2008).

Contudo, os órgãos governamentais que gerenciam os assentamentos deveriam implantar políticas que visam manter a boa qualidade da água, oriunda dos reservatórios domiciliares, pois as condições encontradas nos lotes visitados, como: falta de tampa nas caixas de água, limpeza e precariedade dos sistemas de distribuição de água, evidencia a falta de consciência dos graves problemas que a água mal armazenada pode trazer ao ser humano.

5.2 Qualidade da Água para Consumo Humano

5.2.1 Identificação dos poços e amostragem

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados a localização dos poços amostrados, sua profundidade e tipo.

TABELA 9- Identificação e coordenadas geográficas dos poços amostrados nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santo Expedito e Santa Terezinha da Alcídia.

Poço	Tipo de poço	Profundidade (m)	Coordenadas geográficas (UTM – 22K)
Assentamento Santa Zélia			
Z 01	Poço tubular	65	E 0355225; N 7522954
Z 02	Poço tubular	70	E 0355018; N 7528100
Z 03	Poço Simples	35	E 0353238; N 7525560
Z 04	Poço tubular	80	E 0353267; N 7525058
Z 05	Poço tubular	70	E 0352987; N 7524734
Z 06	Poço tubular	60	E 0354910; N 7522973
Z 07	Poço tubular	75	E 352600; N 7522377
Z 08	Poço tubular	80	E 0352352; N 7523935
Z 09	Poço tubular	80	E 0352331; N 7523896
Z 10	Poço tubular	110	E 0350616; N 7527594
Z 11	Poço tubular	70	E 0352216; N 7527172
Z 12	Poço tubular	100	E 0352893; N 7526619
Assentamento Alcídia da Gata			
AG 13	Poço tubular	80	E 0345129; N 7524338
Assentamento Santo Expedito			
EX 14	Poço tubular	70	E 0348443; N 7527736
EX 15	Poço tubular	70	E 0348492; N 7527994
EX 16	Poço tubular	80	E 0348295; N 7528221
Assentamento Santa Terezinha da Alcídia			
ST 17	Poço tubular	130	E 0339459; N 7524902
ST 18	Poço tubular	70	E 0339458 ; N 7524924
ST 19	Poço tubular	65	E 0339999; N 7524711
ST 20	Poço Simples	30	E 0340621; N 7525128
ST 21	Poço tubular	50	E 0340639; N 7525195
ST 22	Poço Simples	37	E 0340733; N 7525494
ST 23	Poço Simples	25	E 0340917; N 7526230
ST 24	Poço tubular	60	E 0340826; N 7525803
ST 25	Poço tubular	40	E 0341671; N 7526187

Fonte: Próprio autor

TABELA 10- Identificação e coordenadas geográficas dos poços amostrados nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.

Poço	Tipo de poço	Profundidade (m)	Coordenadas geográficas (UTM – 22K)
Assentamento Vô Tônico			
VT 26	Poço tubular	80	E 0342222; N 7534104
VT 27	Poço tubular	40	E 0340613; N 7532312
VT 28	Poço tubular	50	E 0340262; N 7532236
VT 29	Poço tubular	40	E 0340140; N 7532146
VT 30	Poço tubular	90	E 0453204; N 7554557
Assentamento Laudenor de Souza			
LD 31	Poço tubular	80	E 0342221; N 7534107
LD 32	Poço tubular	70	E 0341984; N 7534675
LD 33	Poço tubular	63	E 0341984; N 7534675
LD 34	Poço tubular	78	E 0338440; N 7535140
LD 35	Poço Simples	32	E 0338956; N 7533822
LD 36	Poço tubular	45	E 0338956; N 7533822
LD 37	Poço Simples	14	E 0339517; N 7533335
LD 38	Poço tubular	75	E 0340304; N 7533843
LD 39	Poço tubular	46	E 0340038; N 7535029
LD 40	Poço tubular	43	E 0341984; N 7534675
LD 41	Poço tubular	80	E 0339647; N 7534916
LD 42	Poço tubular	70	E 0339646; N 7534916
LD 43	Poço tubular	80	E 0338214; N 7535265
Água Sumida			
AS 44	Poço tubular	75	E 0366325; N 7533431
AS 45	Poço tubular	90	E 0365321; N 7532365
AS 46	Poço tubular	80	E 0366335; N 7533453
AS 47	Poço tubular	80	E 0366402; N 7533736
AS 48	Poço tubular	70	E 0366394; N 7533755
AS 49	Poço tubular	80	E 0366307; N 7533384
AS 50	Poço tubular	85	E 0366140; N 7532711
AS 51	Poço tubular	90	E 0365157; N 7532258
AS 52	Poço tubular	70	E 0366172; N 7531920
AS 53	Poço tubular	80	E 0453220; N 7554396
AS 54	Poço tubular	80	E 0366409; N 7533858

Fonte: Próprio autor

Como apresentado nas Tabelas 9 e 10, foram identificados, e amostrados, 48 poços tubulares com uma variação de 40 à 130 m de profundidade e 6 poços simples com uma variação de 14 à 37 m de profundidade. Também foram amostrados 54 reservatórios de água, abastecidos pelos poços amostrados, distribuídos nos 7 assentamentos de estudo sendo: 14 no Santa Zélia, 2 no Alcídia da Gata, 9 no Santa Terezinha da Alcídia, 3 no Santo Expedito, 5 no Vô Tônico, 10 no Laudenor de Souza e 11 reservatórios no assentamento Água Sumida.

As coordenadas de localização dos poços amostrados foram plotadas na imagem de satélite (Figura 15). Os poços estão distribuídos nos lotes dos

assentamentos em torno da antiga Destilaria Alcídia, contemplando todos os tipos de manejo agropecuários da região e proximidade de áreas com fossas negras e aplicação de vinhaça⁶.

FIGURA 15 – Imagem de satélite com a localização dos poços de coleta.



Fonte: Google Earth.

Legenda: Z: Santa Zélia; Ex: Santo Expedito; AG: Alcídia da Gata; ST: Santa Terezinha; LD: Ladenor de Souza; VT: Vô Tônico; AS: Água Sumida; LD POU: Pousada Ilha do Tucunará.

⁶Líquido derivado da destilação do vinho, que é resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar ou melaço na produção de etanol (CETESB, 2006).

5.2.2 Qualidade física das águas dos poços

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentados os resultados das análises de pH, cor, turbidez, aspecto, e odor realizados nas águas coletadas diretamente dos poços dos assentamentos.

TABELA 11 – Valores médios de pH, cor, turbidez, aspecto e odor nas águas dos poços nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo expedito.

Poço	pH	Cor (uH)	Turbidez (uT)	Aspecto	Odor	Cond. us.cm ⁻¹
	VMP (6,0 -9,5)	VMP (15 uH)	VMP (5 uT)	VMP (Límpido)	VMP (N.O)	VMP (n.d)
Assentamento Santa Zélia						
Z 01	6,69	10,00	2,88	Mat. Sed	N.O	14,80
Z 02	5,77	0,50	0,46	Límpido	N.O	14,30
Z 03	5,27	3,00	0,00	Límpido	N.O	24,40
Z 04	6,15	0,00	0,13	Mat. Sed	N.O	14,00
Z 05	6,32	3,00	0,00	Límpido	N.O	12,10
Z 06	6,05	0,00	0,00	Límpido	N.O	10,70
Z 07	6,35	1,00	0,58	Límpido	N.O	9,10
Z 08	5,76	3,00	0,83	Mat. Sed	N.O	11,40
Z 09	5,58	4,00	0,00	Límpido	N.O	11,10
Z 10	6,03	2,00	0,00	Límpido	N.O	10,40
Z 11	5,31	0,00	0,48	Mat. Sed	N.O	35,90
Z 12	6,25	0,00	0,90	Límpido	N.O	12,40
Assentamento Alcídia da Gata						
AG 13	6,06	1,00	0,62	Límpido	N.O	22,00
Assentamento Santo Expedito						
EX 14	7,62	2,00	0,00	Límpido	N.O	13,50
EX 15	7,35	3,00	0,00	Límpido	N.O	13,80
EX 16	7,24	3,00	0,00	Mat. Sed	N.O	13,20
Assentamento Santa Terezinha da Alcídia						
ST 17	6,20	1,00	0,00	Mat. Sed	N.O	18,00
ST 18	5,58	0,00	0,34	Límpido	N.O	7,40
ST 19	6,29	1,00	1,53	Mat. Sed	N.O	13,90
ST 20	6,00	10,00	13,43	Mat. Sed	N.O	52,50
ST 21	6,25	1,00	0,00	Límpido	N.O	12,90
ST 22	4,85	0,00	0,00	Límpido	N.O	79,90
ST 23	4,20	1,00	0,13	Límpido	N.O	163,50
ST 24	5,59	0,00	0,12	Límpido	N.O	30,00
ST 25	5,25	0,00	1,32	Límpido	N.O	59,30

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da Saúde (2011).

Nota: V.M.P= Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011; N.O= Não Objetável; uH= Unidade Hazen (mg Pt-Co L-1); uT = Unidade de Turbidez; Mat. Sed.= Material Sedimentável; n.d = Não definido.

TABELA 12 – Valores médios de pH, cor, turbidez, aspecto e odor nas águas dos poços nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.

Poço	pH	Cor (uH)	Turbidez (uT)	Aspecto	Odor	Cond. us.cm ⁻¹
	VMP (6,0 -9,5)	VMP (15 uH)	VMP (5 uT)	VMP (Límpido)	VMP (N.O)	VMP (n.d)
Assentamento Vô Tônico						
VT 26	6,32	0,40	0,00	Límpido	N.O	10,00
VT 27	6,70	2,50	2,00	Mat. Sed	N.O	25,00
VT 28	6,30	0,20	0,00	Límpido	N.O	11,70
VT 29	6,59	1,40	1,00	Mat. Sed	N.O	18,00
VT 30	6,76	0,40	1,00	Mat. Sed	N.O	19,80
Assentamento Laudenor de Souza						
LD 31	6,34	1,50	1,00	Mat. Sed	N.O	20,70
LD 32	6,90	0,80	0,00	Límpido	N.O	20,00
LD 33	6,35	0,50	0,00	Límpido	N.O	20,70
LD 34	6,26	0,70	0,00	Límpido	N.O	22,00
LD 35	5,67	0,50	0,00	Límpido	N.O	30,00
LD 36	5,80	0,80	0,00	Límpido	N.O	38,00
LD 37	6,89	0,70	0,00	Límpido	N.O	61,30
LD 38	5,42	0,50	0,00	Límpido	N.O	50,00
LD 39	6,00	0,60	0,00	Límpido	N.O	21,20
LD 40	6,38	0,50	0,00	Límpido	N.O	14,70
LD 41	6,35	0,30	0,00	Límpido	N.O	20,70
LD 42	6,14	1,20	0,00	Límpido	N.O	20,30
LD 43	5,50	0,50	0,00	Límpido	N.O	25,80
Assentamento Água Sumida						
AS 44	6,20	1,30	0,00	Límpido	N.O	15,50
AS 45	5,86	2,20	0,00	Límpido	N.O	20,00
AS 46	5,53	1,40	0,00	Mat. Sed	N.O	20,90
AS 47	5,59	1,30	0,00	Límpido	N.O	30,70
AS 48	5,38	1,60	0,00	Límpido	N.O	14,30
AS 49	5,18	1,50	0,00	Límpido	N.O	14,10
AS 50	5,52	2,20	0,00	Límpido	N.O	31,50
AS 51	6,06	1,70	0,00	Límpido	N.O	38,30
AS 52	5,35	1,70	0,00	Límpido	N.O	18,60
AS 53	5,25	3,00	0,00	Límpido	N.O	13,90
AS 54	5,78	1,40	0,00	Límpido	N.O	30,90

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da Saúde, 2011.

Nota: V.M.P= Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011; N.O= Não Objetável; uH= Unidade Hazen (mg Pt-Co L-1); uT = Unidade de Turbidez; Mat. Sed.= Material Sedimentável; n.d = Não definido.

Conforme as Tabelas 11 e 12, os valores médios de pH das águas dos poços dos assentamentos pesquisados variaram entre 4,2 e 7,62. Essa elevada amplitude é função da composição química das águas, que pode ser influenciada, dentre outros fatores, pela formação geológica que armazena a água, pelo nível de

contaminação da água e pelo sistema de captação e armazenamento de água utilizado.

Conforme estabelecido na portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011), o pH de águas destinadas ao consumo humano deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Assim, em 42 % dos lotes, a água consumida apresentou pH abaixo do estabelecido pelo Ministério da Saúde, o que envolve pelo menos 14 famílias. O baixo pH da água aumenta a sua corrosividade, o que se torna um problema principalmente quando a água é armazenada e transportada por sistemas metálicos. É importante ressaltar que, a variação do pH dos valores inferiores ao da Portaria, foi de 4,2 a 5,86, e a média obtida foi de 4,9, valor esse muito abaixo do permitido.

No que se refere à cor e a turbidez, os valores máximos permitidos pela portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL. Ministério da saúde, 2011), são de 15 uH e 5 uT, respectivamente. Verifica-se que somente a amostra ST20 do Assentamento Santa Terezinha da Alcídia, apresentou valor de turbidez de 13,43 uT, estando bem acima do limite máximo permitido pela Portaria, sendo que, o restante das amostras estão dentro do limite.

Esta amostra é proveniente de um poço simples, de baixa profundidade, no qual podem ocorrer as seguintes situações: (a) a entrada direta de partículas em suspensão com o escoamento superficial de água, principalmente pela ausência de laje sanitária em volta do poço ou (b) através das paredes internas do poço pela inexistência ou precariedade das estruturas de revestimento ou pela falta de limpeza e manutenção.

Nos poços tubulares, mais profundos devido às camadas de solo e rocha servirem de filtro, os problemas de turbidez e de cor ocorrem, principalmente, quando a concentração de ferro dissolvido da água for muito elevada. Estes parâmetros podem ser facilmente corrigidos por meio de tratamentos convencionais de água com filtros de areia ou então pela limpeza e manutenção das fontes, poços e das caixas de armazenamento de água. Contudo, no meio rural, as águas para consumo humano dificilmente sofrem algum tratamento para corrigir problemas de cor ou turbidez. A determinação simples, aliada a importância destes parâmetros para o aspecto visual da água, transforma a turbidez e a cor em bons indicadores de chances de contaminação da água consumida no meio rural.

Segundo Brasil. Ministério da Saúde (2011), para garantir a qualidade microbiológica da água, deve ser observado o padrão de turbidez, pois a presença de patógenos, como, por exemplo, *Cryptosporidium spp*, tem sido associada à turbidez, de forma que, quanto maior a turbidez da água, maior a possibilidade de se encontrar o parasita.

Quanto ao aspecto da água, foi observado que 24% das amostras, (13 amostras), apresentaram materiais sedimentáveis, principalmente areia, o que evidencia que não há presença de filtros nas bombas ou os mesmos estão danificados. A presença destes materiais interfere principalmente na aparência e estética da água, podendo também acumular no fundo dos reservatórios de água proporcionando condições favoráveis na proliferação de microrganismos.

A água destinada ao consumo humano não deve apresentar gosto ou odor perceptíveis, assim, qualquer sabor ou odor diferente daquele que é característico de águas "sem gosto" ou "odor" é considerado como objetável. Se a água apresenta odor objetável, ela é suspeita e, portanto, não deve ser consumida, até que se identifique qual é a substância que está provocando esse odor e a sua concentração, para que se possa avaliar o risco sanitário que ela representa (HELLER, PÁDUA; 2006). Conforme as Tabelas 9 e 10 nenhuma das amostras apresentaram odor objetável.

Segundo American Public Health Association (2005) e Heller e Pádua (2006), a condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica, assim, depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 us.cm^{-1} indicam ambientes impactados.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes, ela aumenta à medida que mais íons são dissolvidos, um exemplo é a água do mar que possui uma grande quantidade de sais dissolvidos assim não se apresentando própria para o consumo humano (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005; HELLER, PÁDUA, 2006).

Os valores de condutividade das amostras variaram entre 7,40 us.cm^{-1} a 163,50 us.cm^{-1} , sendo que 87 % apresentaram condutividade variando na faixa de

7,40 us.cm⁻¹ á 38 us.cm⁻¹, caracterizando assim uma água com baixa concentração iônica. Ressalva-se que, os 13 % restantes das amostras com valor médio de 77,50 us.cm⁻¹ estão concentradas no Assentamento Santa Terezinha e foram provenientes de poços simples mais susceptíveis á contaminação.

Levando em consideração os parâmetros de pH, cor, turbidez e aspecto das águas destinadas ao consumo humano, verifica-se que 33 (61%) dos 54 poços amostrados apresentam águas com pelo menos um dos parâmetros em desconformidade com os exigidos pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (Brasil. Ministério da Saúde, 2011).

Contudo, a maioria dos poços apresentaram problemas com o baixo pH, que pode ser em decorrência da característica do aquífero da região que segundo a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (2012) varia de 4,59 à 9,64. Mas o relatório de monitoramento da qualidade da água realizado pela CETESB em 2010-2012 revela que há uma tendência na redução do pH do Aquífero Bauru-Caiuá, devido a contaminação por atividades antrópicas.

Ressalva-se que os poços que apresentaram pH fora do recomendado, segundo a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011), se atenderem ao padrão de potabilidade nos outros parâmetros da portaria, após uma avaliação e monitoramento da água frequente, poderão ser consideradas próprias para o consumo humano.

5.2.3 Qualidade química das águas dos poços

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados os resultados dos ensaios de alcalinidade, cloreto, dureza, nitrito, nitrato e ferro realizados nas águas amostradas diretamente dos poços dos assentamentos.

TABELA 13 – Valores médios de alcalinidade, cloretos, dureza, nitrito, nitrato e ferro nas águas dos poços nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo Expedito.

Poço	Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	Cloreto (mg.L ⁻¹)	Dureza (mg.L ⁻¹)	Nitrito (mg.L ⁻¹)	Nitrato (mg.L ⁻¹)	Ferro (mg.L ⁻¹)
	VMP (n.d)	VMP (250,00)	VMP (500,00)	VMP (1,00)	VMP (10,00)	VMP (0,30)
Assentamento Santa Zélia						
Z 01	1,00	7,10	14,28	0,02	1,70	0,14
Z 02	5,00	5,54	6,12	0,04	1,40	0,10
Z 03	3,00	7,10	13,26	0,02	3,00	0,55
Z 04	7,00	6,00	13,30	0,04	1,70	0,37
Z 05	7,50	7,10	9,18	0,03	1,60	0,24
Z 06	6,00	6,10	9,18	0,02	1,10	0,03
Z 07	6,00	7,06	4,08	0,04	2,10	0,11
Z 08	5,00	7,56	7,14	0,03	1,95	0,11
Z 09	3,00	6,10	10,20	0,03	1,40	0,15
Z 10	6,00	5,04	9,18	0,04	2,00	0,16
Z 11	2,00	12,10	25,51	0,03	4,50	0,58
Z 12	8,00	6,10	15,30	0,04	1,40	0,00
Assentamento Alcídia da Gata						
AG 13	6,50	5,54	9,18	0,03	3,00	0,03
Assentamento Santo Expedito						
EX 14	9,50	5,54	6,12	0,04	1,10	1,02
EX 15	6,00	11,10	5,10	0,03	1,40	0,55
EX 16	5,00	9,10	6,12	0,05	1,50	0,55
Assentamento Santa Terezinha da Alcídia						
ST 17	8,00	3,92	5,77	0,02	0,20	0,11
ST 18	3,00	7,05	7,14	0,05	1,40	0,19
ST 19	7,00	7,10	13,26	0,04	2,10	0,08
ST 20	10,00	11,10	33,67	0,04	5,00	0,07
ST 21	6,50	7,10	8,16	0,03	1,70	0,06
ST 22	6,50	16,13	36,73	0,04	7,70	0,04
ST 23	0,00	26,21	37,75	0,03	15,10	0,03
ST 24	3,50	8,10	16,33	0,04	3,50	0,03
ST 25	2,00	13,10	25,51	0,03	4,20	0,45

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da saúde (2011).

Nota: V.M.P= Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011; n.d = Não definido.

TABELA 14 – Valores médios de alcalinidade, cloretos, dureza, nitrito, nitrato e ferro nas águas dos poços nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.

Poço	Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	Cloreto (mg.L ⁻¹)	Dureza (mg.L ⁻¹)	Nitrito (mg.L ⁻¹)	Nitrato (mg.L ⁻¹)	Ferro (mg.L ⁻¹)
	VMP (n.d)	VMP (250,00)	VMP (500,00)	VMP (1,00)	VMP (10,00)	VMP (0,30)
Assentamento Vô Tônico						
VT 26	10,00	5,60	11,00	0,02	0,90	0,04
VT 27	10,00	5,60	10,00	0,02	3,20	0,03
VT 28	10,00	5,17	10,00	0,02	1,40	0,11
VT 29	16,00	4,31	16,00	0,02	1,40	0,06
VT 30	24,00	4,31	20,00	0,02	1,40	0,03
Assentamento Laudenor de Souza						
LD 31	10,00	7,84	11,54	0,02	1,50	0,07
LD 32	10,00	7,84	8,65	0,02	1,20	0,08
LD 33	10,00	7,84	11,54	0,02	1,50	0,05
LD 34	8,00	5,39	11,54	0,02	2,00	0,15
LD 35	6,00	7,84	18,27	0,02	2,50	0,06
LD 36	5,00	5,39	9,61	0,02	3,00	0,54
LD 37	11,00	7,35	35,57	0,03	4,20	0,68
LD 38	6,00	6,37	21,15	0,03	3,90	0,56
LD 39	6,00	8,33	16,34	0,02	2,70	0,12
LD 40	6,00	8,82	11,54	0,02	1,40	0,41
LD 41	10,00	7,84	11,54	0,02	1,50	0,05
LD 42	8,00	8,33	11,54	0,02	2,00	0,11
LD 43	5,00	8,82	11,54	0,02	2,60	0,06
Assentamento Água Sumida						
AS 44	1,79	2,68	4,46	0,02	1,00	0,01
AS 45	4,46	3,12	4,46	0,02	1,70	0,02
AS 46	6,25	3,57	8,04	0,02	2,50	0,02
AS 47	5,36	4,02	4,46	0,02	1,70	0,10
AS 48	3,57	3,12	3,57	0,02	1,60	0,08
AS 49	2,68	2,70	3,57	0,02	2,60	0,06
AS 50	6,25	3,57	5,36	0,02	2,90	0,03
AS 51	10,71	2,68	13,39	0,03	2,70	0,02
AS 52	3,57	3,60	2,68	0,02	1,80	0,04
AS 53	1,79	3,12	3,57	0,02	2,60	0,03
AS 54	11,61	3,57	8,29	0,02	2,00	0,02

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da Saúde (2011).

Nota: V.M.P = Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011; n.d = Não definido.

Conforme resultados apresentados nas Tabelas 13 e 14, as concentrações de nitrato nas amostras de água dos poços variaram entre 0,2 mg.L⁻¹ à 15,10 mg.L⁻¹, sendo que, o valor médio encontrado de 2,47 mg.L⁻¹, que está abaixo do limite de alerta de 5,0 mg.L⁻¹ estabelecido pela CETESB para o aquífero

Bauru (CETESB, 2012), o que indica que não há alterações significativas, em função do nitrato, no equilíbrio natural sobre a qualidade das águas subterrâneas da região.

Pode ser observado que apenas 2 amostras apresentaram valores de nitrato acima do limite de alerta da CETESB de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, e uma amostra apresentou o valor de $15,10 \text{ mg.L}^{-1}$, valor acima do especificado pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011). Estas amostras se concentram no Assentamento Santa Terezinha da Alcídia e são provenientes de poços simples. Este contexto reforça que os poços simples, superficiais, são mais susceptíveis a contaminação do que os poços tubulares, mais profundos, onde a água depende muito da composição da rocha matriz, sendo menos sensível às variações de uso do solo e ações antrópicas.

Os altos valores de nitrato podem ser relacionados a diversos fatores, dentre eles a: utilização de fertilizantes químicos, aplicação de vinhaça, infiltração de esgotos e proximidade do poço à currais. Para que um poço profundo possua água com alta concentração de nitrato ele deve ter atingido um aquífero formado por rocha sedimentar com elevada porosidade, o que permitiria a movimentação de poluentes superficiais até grandes profundidades do terreno (SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007; CETESB, 2012).

As pessoas adultas podem ingerir quantidades relativamente altas de nitrato, por meio de alimentos e da água, e excretá-lo pela urina sem maiores prejuízos a saúde. Contudo, bebês menores de seis meses de idade possuem bactérias no trato digestivo que reduzem o nitrato a nitrito, podendo haver envenenamento (HELLER; PÁDUA, 2006).

A presença de nitrito na água é um indicativo de contaminação recente por matéria orgânica nitrogenada, devido ser um estado intermediário do nitrogênio, tanto pela oxidação da amônia à nitrato como pela redução do nitrato. Considerado um problema de saúde pública, o nitrito é bastante tóxico ao homem, sendo mais problemático que o nitrato devido ao seu teor limite de ingestão ser de 1 mg.L^{-1} menor do que o nitrato (CETESB, 2007; BRASIL. Ministério da saúde, 2011).

Conforme apresentado nas Tabelas 11 e 12 o valor médio de nitrito nas amostras de água foi de $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo o maior valor encontrado de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$, bem abaixo dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, afastando a possibilidade, por exemplo, de uma infiltração recente de esgotos domésticos, mesmo nos poços simples.

Dos 54 poços amostrados 11 (20,37 %) apresentaram valores médios de ferro entre $0,37 \text{ mg.L}^{-1}$ a $1,02 \text{ mg.L}^{-1}$, acima do limite máximo de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ estabelecido pelo Ministério da Saúde (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011). Este limite é baseado apenas no gosto e aparência da água, pois não tem efeito prejudicial à saúde, além de que em pequenas concentrações esse elemento é essencial, pois transporta o oxigênio no sangue e sua deficiência pode resultar em anemia (CAPOANE, 2011).

Segundo a CETESB (2012) as concentrações de ferro no aquífero Bauru/Caiuá podem atingir valores próximos de 4 mg.L^{-1} , sendo que muitas vezes, além da composição da rocha matriz, a alta concentração de ferro, nas amostras de água subterrânea, está associada às más condições dos poços tubulares de captação. Esta hipótese pode ser evidenciada nos poços amostrados, pois todas as amostras de água que apresentaram teores de ferro acima do permitido eram provenientes de poços tubulares.

A dureza das águas variou entre $2,68$ a $37,75 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo o valor médio de $12,35 \text{ mg.L}^{-1}$, estando todos os pontos monitorados bem abaixo do valor máximo de 500 mg.L^{-1} estabelecido pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011). Conforme Von Sperling (1996), os resultados obtidos da dureza da água permitem classificar as águas da região como água mole, em virtude dos resultados apresentarem valores menores que 50 mg.L^{-1} .

O valor de cloreto encontrado nas amostras variou de $2,68$ a $26,21 \text{ mg.L}^{-1}$, com os maiores valores encontrados nos poços simples, sendo que, em nenhuma das amostras a concentração de cloreto superou o limite de 250 mg.L^{-1} estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011). A CETESB (2009) ressalta que teores anômalos de cloretos são indicadores de contaminação por água do mar, esgoto sanitário e efluente industrial.

No caso da alcalinidade, o valor médio encontrado foi de $6,70 \pm 3,96 \text{ mg.L}^{-1}$. Sob o ponto de vista de saúde pública a alcalinidade tem relativamente pouca importância, no entanto águas com valores altos de alcalinidade total, acima de 250 mg.L^{-1} , principalmente as que possuem hidróxidos, necessitam de uma quantidade maior de produtos químicos para o seu tratamento e são desagradáveis ao paladar, e por isso, pouco apreciada pelo homem (SOUZA, 2001).

Segundo a American Public Health Association (2005), a determinação da alcalinidade nas águas captadas para consumo humano é principalmente

industrial, possibilitando um maior controle na adição de produtos químicos para o seu tratamento. Também o aumento da alcalinidade principalmente a de hidróxidos nas águas subterrâneas pode ser decorrente de atividades antropogênicas.

Os resultados de dureza e cloretos reforçam que o aquífero estudado na região é o Caiuá, pois segundo a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (2012) as águas do aquífero nesta região tem um valor médio de 13 mg.L⁻¹ e 2,3 mg.L⁻¹, respectivamente.

5.2.4 Qualidade microbiológica das águas

Nas Tabelas 15 e 16 são apresentados os resultados dos ensaios de coliformes totais e *Escherichia coli* nas águas coletadas diretamente dos poços nos assentamentos.

TABELA 15 – Valores médios de Coliformes Totais e *Escherichia coli* nas águas dos poços nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo Expedito.

Poço	Coliformes Totais (UFC. mL ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (UFC. mL ⁻¹)
	VMP (Ausência)	VMP (Ausência)
Assentamento Santa Zélia		
Z 01	150	Ausência
Z 02	7	Ausência
Z 03	6	Ausência
Z 04	320	Ausência
Z 05	Ausência	Ausência
Z 06	13	6
Z 07	63	10
Z 08	470	Ausência
Z 09	Ausência	Ausência
Z 10	Ausência	Ausência
Z 11	13	Ausência
Z 12	47	Ausência
Assentamento Alcídia da Gata		
AG 13	50	Ausência
Assentamento Santo Expedito		
EX 14	Ausência	Ausência
EX 15	20	Ausência
EX 16	30	10
Assentamento Santa Terezinha da Alcídia		
ST 17	10	Ausência
ST 18	60	6
ST 19	20	Ausência
ST 20	73	30
ST 21	20	Ausência
ST 22	266	20
ST 23	63	20
ST 24	40	Ausência
ST 25	Ausência	Ausência

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da Saúde, 2011.

Nota: V.M.P= Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011;UFC= Unidade Formadora de Colônia
n.d = Não definido

TABELA 16 – Valores médios de Coliformes Totais e *Escherichia coli* nas águas dos poços nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.

Poço	Coliformes Totais (UFC. mL ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (UFC. mL ⁻¹)
	VMP (Ausência)	VMP (Ausência)
Assentamento Vô Tônico		
VT 26	Ausência	Ausência
VT 27	30	Ausência
VT 28	50	Ausência
VT 29	400	Ausência
VT 30	80	15
Assentamento Laudenor de Souza		
LD 31	Ausência	Ausência
LD 32	Ausência	Ausência
LD 33	Ausência	Ausência
LD 34	Ausência	Ausência
LD 35	100	Ausência
LD 36	10	Ausência
LD 37	80	Ausência
LD 38	100	80
LD 39	140	120
LD 40	Ausência	Ausência
LD 41	Ausência	Ausência
LD 42	50	Ausência
LD 43	5	Ausência
Assentamento Água Sumida		
AS 44	3	Ausência
AS 45	Ausência	Ausência
AS 46	11	Ausência
AS 47	Ausência	Ausência
AS 48	Ausência	Ausência
AS 49	10	3
AS 50	8	Ausência
AS 51	Ausência	Ausência
AS 52	Ausência	Ausência
AS 53	15	4
AS 54	3	2

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da Saúde, 2011.

Nota: V.M.P= Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011;UFC= Unidade Formadora de Colônia
n.d = Não definido.

Segundo as Tabelas 15 e 16, a presença de coliformes totais foi detectada nas amostras de água de 37 (68,50 %) poços, sendo que 13 (24 %) continham bactérias *Escherichia coli*. Sendo assim, apresentam-se fora dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011, que define ausência de bactérias do grupo coliformes, em 100 mL de amostra. Conforme esta portaria, em amostras

individuais procedentes de sistemas alternativos de abastecimento (poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada e tratada), somente será tolerada a presença de coliformes totais na ausência de *E. coli*. No entanto, deve-se investigar a origem da fonte de contaminação e tomar as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011).

Ressalta-se que a água, mesmo que cristalina e aparentemente própria para o consumo, pode estar contaminada por microrganismos patogênicos, causando diarreias, vômitos e outras enterites. As principais formas de contaminação microbiológica identificadas foram à presença de fossas sépticas fora dos padrões exigíveis, e principalmente a má construção dos poços que não possuem selo sanitário e laje de concreto para evitar infiltrações.

A água proveniente destes poços abastecem os reservatórios de água, onde foram coletadas amostras para o ensaio de coliformes totais e *Escherichia coli*, conforme apresentado nas Tabelas 17 e 18.

TABELA 17 – Valores médios de Coliformes Totais e *Escherichia coli* nas águas dos reservatórios nos assentamentos Santa Zélia, Alcídia da Gata, Santa Terezinha da Alcídia e Santo Expedito.

Caixa de água	Coliformes Totais (UFC. mL ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (UFC. mL ⁻¹)
	VMP (Ausência)	VMP (Ausência)
Assentamento Santa Zélia		
01	600	40
02	528	Ausência
03	6	Ausência
04	500	Ausência
05	Ausência	Ausência
06	13	23
07	249	33
08	426	Ausência
09 a	102	Ausência
09 b	700	Ausência
10 a	Ausência	Ausência
10 b	13	7
11	23	Ausência
12	1100	Ausência
Assentamento Alcídia da Gata		
13 a	50	30
13 b	66	Ausência
Assentamento Santo Expedito		
14	Ausência	Ausência
15	396	Ausência
16	50	20
Assentamento Santa Terezinha da Alcídia		
17	10	Ausência
18	160	20
19	950	Ausência
20	6	Ausência
21	303	43
22	140	90
23	17	13
24	580	Ausência
25	100	Ausência

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da Saúde, 2011.

Nota: V.M.P= Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011;UFC= Unidade Formadora de Colônia n.d = Não definido; As amostras que apresentam as letras (a e b) foram coletadas em reservatórios diferentes mas a água é proveniente do mesmo poço.

TABELA 18 – Valores médios de Coliformes Totais e *Escherichia coli* nas águas dos reservatórios nos assentamentos Vô Tônico, Laudenor de Souza e Água Sumida.

Lote	Coliformes Totais (UFC. mL ⁻¹)	<i>Escherichia coli</i> (UFC. mL ⁻¹)
	VMP (Ausência)	VMP (Ausência)
Assentamento Vô Tônico		
26	Ausência	Ausência
27	50	10
28	80	10
29	450	15
30	550	250
Assentamento Laudenor de Souza		
32	100	10
33	80	22
34	400	20
35	210	10
36	200	400
37	100	Ausência
39	135	150
40	Ausência	Ausência
41	Ausência	Ausência
42	90	Ausência
Assentamento Água Sumida		
44	42	8
45	6	5
46	20	Ausência
47	Ausência	Ausência
48	2	Ausência
49	480	35
50	25	Ausência
51	15	8
52	500	10
53	20	9
54	10	5

Fonte: Próprio autor; Brasil. Ministério da Saúde, 2011.

Nota: V.M.P= Valor Máximo Permitido Portaria M.S 2.914/2011;UFC= Unidade Formadora de Colônia
n.d = Não definido.

Conforme as Tabelas 17 e 18, dos 54 reservatórios amostrados, 47 apresentaram bactérias do grupo coliformes totais variando entre 6 á 1.100 UFC.100mL⁻¹. Destes reservatórios contaminados por coliforme totais, 27 apresentaram também bactérias *Escherichia coli*, variando entre 5 á 400 UFC.100mL⁻¹. Assim, 87 % dos reservatórios continham água fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde por apresentar bactérias do grupo coliformes (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011).

Comparando os resultados das Tabelas 15, 16, 17 e 18, pode ser observado que dos 47 reservatórios contaminados, 17% armazenavam água proveniente de poços que não apresentaram contaminação por bactérias do grupo coliforme. Dos poços contaminados, 24 apresentaram somente a presença de coliformes totais, sendo que, 15 reservatórios abastecidos por estes poços apresentaram, além dos coliformes totais, bactérias *Escherichia coli*. Também foi observado, um aumento considerável no número de coliformes totais e *Escherichia coli* na água dos reservatórios em relação aos poços. Sendo assim, evidenciam-se problemas no armazenamento e distribuição da água, comprovando que a falta de limpeza e sanitização periódica dos reservatórios e a precariedade da rede de distribuição, acarretam a contaminação da água, tornando-a imprópria para o consumo humano.

Estes resultados reafirmam que a falta de saneamento básico juntamente com as más condições de captação e armazenamento da água são as principais fontes de contaminação microbiana da água.

Outros estudos relatam a presença de bactérias do grupo coliformes em 42,8% das águas dos poços de propriedades rurais de Jaboticabal – SP (NUNES et al., 2010). Silva e Araújo (2003), avaliando a qualidade de água de manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA) informa que foi expressivo o percentual de amostras com coliformes totais (90,8%) e fecais (65,8%), variando de 2 a mais de 1.600 UFC.100mL⁻¹. Entretanto, nos estudos desenvolvidos por Azevedo (2006) na Amazônia central, não foram detectadas presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, pois a possibilidade de contaminação por esses microrganismos seria através da infiltração no poço de águas de escoamento superficial. Isso é um indicativo que o selo sanitário e a laje de concreto reduzem a possibilidade de contaminação.

Cabe ressaltar que a água consumida nos assentamentos rurais de Teodoro Sampaio não possui nenhum tipo de tratamento, requisito fundamental para garantir a manutenção da saúde e evitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica. Esta realidade é a mesma de vários assentamentos da reforma agrária no país, que segundo o MST (2010) cerca de 45%, não possuem água potável.

Tão grave é a situação de abastecimento de água para consumo humano, onde as estatísticas da OMS (2008) mostram que, no Brasil morrem atualmente 29 pessoas/dia por doenças decorrentes da má qualidade da água e do

não tratamento de esgotos e cerca de 70 % dos leitos dos hospitais são ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água contaminada.

5.3 Análise dos Componentes Principais (PCA)

Após a construção da matriz de correlação entre os dados das 54 amostras de água, dos poços dos assentamentos e os 14 parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados (Tabelas 11, 12, 13,14,15 e 16), foi realizado um tratamento logarítmico dos dados, para sua normalização, e aplicada a PCA. Observou-se que o parâmetro de odor teve uma menor contribuição na relação entre as amostras e as variáveis, pois todas as amostras apresentaram o mesmo resultado de odor (Tabelas 11 e 12). Assim, foi construída uma nova matriz de dados com 13 variáveis, sem a inclusão da variável de odor, com intuito de aumentar o percentual de variância para as componentes principais – PC.

A Tabela 19 apresenta as duas PC mais importantes, o percentual da variância explicada por cada uma delas e os valores dos autovetores por parâmetro considerando um nível de significância de $> 0,3000$.

TABELA 19– Porcentagem de variância explicada pelas PC1, PC2 e valores dos autovetores dos parâmetros.

Parâmetro	Componente	
	PC 1 (29,9 %)	PC 2 (18,6%)
pH	- 0,2774	0,3046
Cor	0,0446	0,4457
Turbidez	0,1494	0,4808
Aspecto	-0,0224	0,4603
Alcalinidade	-0,1542	0,1941
Cloreto	0,4418	- 0,0140
Dureza	0,4222	0,1233
Nitrito	0,1603	0,2144
Nitrato	0,4824	- 0,0956
Ferro	0,0339	0,0463
Condutividade	0,4642	- 0,1088
Coliformes totais	0,0762	0,3480
<i>Escherichia coli</i>	0,1424	0,1493

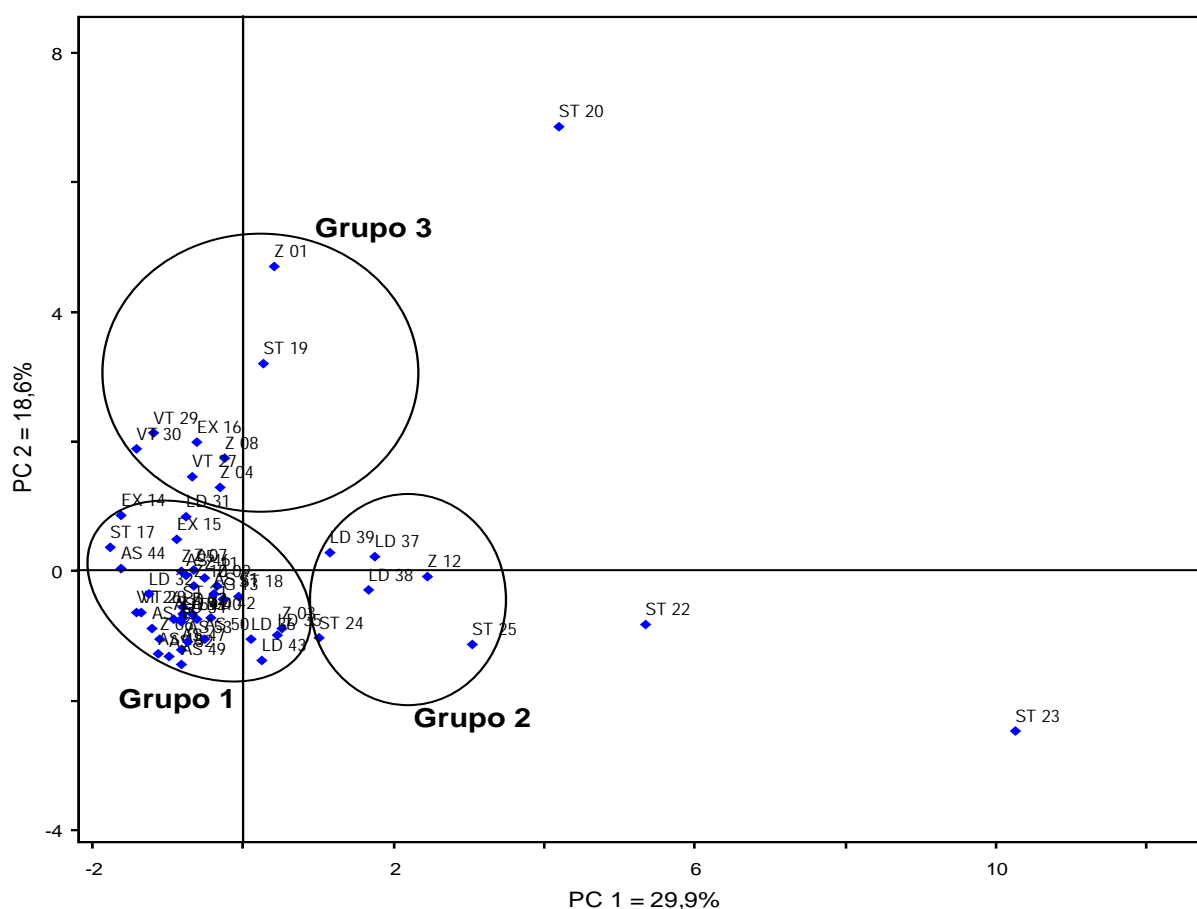
Fonte : Próprio autor

Nota: Os resultados foram calculados pelo *software* PC-ORD 4.0

Como pode ser observado na Tabela 19, a PC 1 que explica 29,9 % da variância dos dados, apresenta associação significativa com o Cloreto, Dureza, Nitrato e Condutividade. Já a PC 2 que explica 18,6 % da variância dos dados, apresenta associação significativa com o pH, Cor, Turbidez, Aspecto e Coliformes Totais.

O agrupamento dos 54 poços em relação aos parâmetros analisados pode ser observado na Figura 16.

FIGURA 16– Gráfico de escores nas duas componentes principais PC1, PC2.



Fonte: Próprio autor

Observando a Figura 16, que apresenta a distribuição dos poços, foram evidenciados e separados 3 grupamentos de amostras. As amostras que compõem o grupo 1 tem estreita relação com a PC 1 e estão associadas principalmente pela proximidade nos valores de nitrato, condutividade, cloreto e dureza. Esta relação demonstra uma semelhança nas características das amostras, uma vez que os poços analisados estão localizados sob a mesma formação geológica.

As amostras que compõem o grupo 2 também tem estreita relação com a PC 1, mas pode ser observado em comparativo com as Tabelas 13 e 14, que esta relação se dá ao fato de que estas amostras apresentam teores de nitrato entre 2,70 a 4,50 mg.L⁻¹, diferindo do grupo 1 que apresenta nitrato entre 0,20 a 2,60.

Este ligeiro aumento no teor de nitrato nos poços do grupo 2 pode ser devido à infiltração de água superficial ou efluente doméstico. Segundo a CETESB (2012), nos últimos anos houve um aumento significativo no teor de nitrato no aquífero Bauru/Caiuá, devido à ação antrópica.

As amostras que compõem o grupo 3 tem estreita relação com a PC 2 e estão associadas principalmente pela proximidade nos valores de Cor, Turbidez, Aspecto, pH e Coliformes Totais. Em comparativo com as Tabelas 11, 12, 15 e 16, observa-se que esta relação se dá ao fato de que estes poços apresentam os parâmetros de aspecto e coliformes totais, fora dos limites aceitáveis pela Portaria 2.914/2011, tornando a água proveniente destes poços imprópria para consumo humano (BRASIL. Ministério da Saúde, 2011).

A Figura 16 apresenta ainda 3 amostras (ST 20, ST 22, e ST 23) que estão fora dos grupos destacados. As amostras ST 22 e ST 23 tem relação com a PC 1 e apresentam-se fora dos grupos 1 e 2 em função dos maiores valores de nitrato (Tabela 13), 7,70 e 15,10 mg.L⁻¹ respectivamente. Já a amostra ST 20 tem maior relação com a PC 2 e apresenta-se fora do grupo 3 devido apresentar valor de turbidez de 13,43 uT, (Tabela 11), bem acima do valor médio do restante das amostras de 0,36 uT.

Outra característica observada é que estas amostras pertencem exclusivamente aos Assentamentos Santa Terezinha da Alcídia e são provenientes de poços simples com profundidade média de 30 m (Tabela 9), que são mais susceptíveis a contaminação, principalmente quando perfurados em solos arenosos, como é o caso da região, ou próximos de fossas e currais.

6 CONCLUSÃO

Existem diversos significados para qualidade de vida, mas é inegável que não se tem qualidade de vida sem saúde, e para uma boa manutenção da saúde de uma comunidade é importante o acesso a condições mínimas de saneamento. O saneamento básico é fator na proteção à qualidade de vida e a falta deste hoje é um problema grave enfrentado pelo Brasil

As pesquisas empreendidas neste trabalho demonstraram que 92,5 % das amostras de água utilizada para consumo humano, nos lotes estudados, estão fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, por alterações nos valores de pH, ferro, nitrato, aspecto, turbidez e principalmente pela presença de bactérias do grupo coliforme. Além disso, percebe-se que essa contaminação pode ser consequência da má alocação e inadequada construção dos sistemas de captação de água, uma vez que os poços foram perfurados pelas famílias assentadas e não possuem outorga de uso, e da falta de manutenção e higiene dos sistemas de abastecimento.

Também se evidenciou que nos assentamentos falta infraestrutura com relação à coleta de lixo e o esgotamento sanitário, retratando a realidade da comunidade rural que não tem acesso ao saneamento básico.

Os resultados da PCA apontaram uma grande semelhança entre as amostras com relação à condutividade, cloretos, dureza e nitrato. Isto se dá devido os poços estarem sob a mesma formação geológica e possivelmente captam água do mesmo aquífero.

A partir desta investigação, entendeu-se que, com base nos parâmetros analisados, os manejos agropecuários da região e a disposição dos resíduos sólidos e líquidos no solo, não interferem diretamente na qualidade das águas subterrâneas, mesmo o solo da região apresentando característica arenosa e alta infiltrabilidade. Mostrando assim, que mesmo com o cultivo intensivo de pastagem, cana-de-açúcar e a disposição inadequada de resíduos ao longo dos anos, os contaminantes pesquisados, ainda não atingiram o aquífero.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho foi desenvolvido com intuito de verificar a qualidade da água utilizada para consumo humano em alguns assentamentos de Teodoro Sampaio – SP.

No decorrer da pesquisa foram tomadas decisões que nortearam um rumo a seguir, porém poderiam ter sido tomadas outras decisões e certamente outros resultados seriam encontrados. Contudo, esta dissertação não representa o fim da pesquisa nos assentamentos, mas apenas um diagnóstico da situação encontrada. Assim, são feitas algumas sugestões de trabalhos que visam não só complementar este, como abrir novos percursos de pesquisa, contribuindo com o desenvolvimento da região e com as famílias assentadas, sendo:

- A realização de um levantamento da qualidade dos corpos de água da região que são utilizados na agricultura;
- Promover um estudo visando à pesquisa de doenças diarreicas que são veiculadas pelo consumo de água contaminada;
- Desenvolver estudos para instalação de fossas sépticas econômicas e reciclagem do lixo, assim, podendo oferecer alternativas mais baratas e adequadas para o tratamento do esgoto doméstico e disposição do lixo;
- Trabalhos envolvendo alternativas de tratamento da água para consumo humano bem como a educação higiênico-sanitária e ambiental.
- Desenvolver um estudo hidrogeológico da região.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 9896**: glossário de poluição das águas. Rio de Janeiro, 1993. Acesso em: 10 jun. 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. **Caderno de recursos hídricos**, Brasília, 2005.
- ALMEIDA, M. A. B.; GUITIERREZ, G. **Políticas públicas de lazer e qualidade de vida**: a contribuição do conceito de cultura para pensar as políticas de lazer. Campinas, Sp: Ipês Editorial, 2004. p. 67-84. Disponível em: <http://www.fef.unicamp.br/fef/qvaf/livros/foruns_interdisciplinares_saude/politicas_publicas/qualidade_politicas_publicas_cap5.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.
- ALMEIDA, V. F. S. et. al. Avaliação de indicadores higiênico-sanitários e das características físico químicas em águas utilizadas em escolas públicas de nível fundamental. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v.68, n. 3, 2009. Disponível em: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/cielo.php?script=sci_arttext&pid=S007398552009000300002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 22 set. 2012.
- AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **Rev. GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 26, p. 59-78, 2009.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington: EPS Group, 2005. arttext&pid=S004459672006000300004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 nov. 2012.
- ASSOCIAÇÃO PAULISTA DAS EMPRESAS DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS. **Disposição inadequada do lixo causa problemas sanitários e ambientais**. 2009. Disponível em: <http://www.apetres.org.br/residuos_problemasanitario.htm>. Acesso em: 23 ago. 2013.
- AZEVEDO, R. P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. **Acta Amazônica**, Manaus, v.36, n.3, p. 313- 320, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S004459672006000300004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 nov. 2012
- BARONE, L. A.; FERRANTE, V. B. Dilemas dos assentamentos rurais em São Paulo: expressões de conflitos e acomodações na produção para o etanol. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 12., abr. 2009. **Anais...** Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area06/6146_Luis_Antonio_Barone.pdf>. Acesso em: 22 set. 2012.
- BARRETO, R. S. C; KHAN, A. S. Capital social e qualidade de vida dos assentamentos do município de Caucaia – CE. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2006, Fortaleza.

Anais... Fortaleza: UFC, 2006. Disponível em:
<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3631/1/2006_eve_rscbarreto.pdf>.
Acesso em: 28 maio. 2012.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**: manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. v. 2.

BAZZARELA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, Vitória, ES.

BEDUSCHI FILHO, L. C. **Sociedade, natureza e reforma agrária**: assentamentos rurais e unidades de conservação na região do Pontal do Paranapanema. 2002. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em:
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-25112011-092349/>>.
Acesso em: 10 abr. 2013.

BENJAMIN, A. M. **Bacia de evapotranspiração**: tratamento de efluentes domésticos e de produção de alimentos. 2013. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em: <[www.http://repositorio.ufla.br/handle/1/1701](http://www.repositorio.ufla.br/handle/1/1701)>. Acesso em: 17 maio. 2014.

BERGAMASCO, S. M. P. P. A realidade dos assentamentos rurais por detrás dos números. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 31, dec. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340141997000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2012.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Célula do Pontal do Paranapanema – SP**: acompanhamento e informação para o desenvolvimento rural. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://sit.mda.gov.br/download/ra/ra073.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2012.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964**. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. [1964]. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4504-30-novembro-1964-377628-normaatualizada-pl.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. [2007]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 20 jul. 2012.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em:

<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/port_2914_qualidade_h2o.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Panorama e o estado dos recursos hídricos do Brasil**. Brasília, 2006. v.1.

CAJAZEIRAS, C. C. A. **Qualidade e uso das águas subterrâneas e a relação com doenças de veiculação hídrica região de Crajubar/CE**. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade do Ceará, Fortaleza/CE. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_claudio.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.

CAPOANE, V. **Qualidade da água e sua relação com o uso da terra em duas pequenas bacias hidrográficas**. 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS.

CASALI, A. C. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do rio grande do sul**. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Moderna, 1992.

CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/publicacoes-e-relatorios/1-publicacoes-/-relatorios>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

CETESB. **Monitoramento de Escherichia coli e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicações/relatorios/2008-ecoli.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2012.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo: 2010-2012**. São Paulo, 2012. 258 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/111-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo: 2004-2006**. São Paulo, 2007. 199 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/111-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo: 2009**. São Paulo, 2009. 310 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes.asp>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

CETESB. **Vinhaça: critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. Norma P4. 231. São Paulo, 2006. Disponível em:

<http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/camaras/P4_231.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2012.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**: relatório diagnóstico Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, Bacia do Paraná. Belo Horizonte: Serviço Geológico do Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/VOLUME%2014_Sistema%20Aquifero%20Bauru_Caiua_SP_PR_MS%20.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2012.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. **Serviço Geológico do Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1377&sid=129>>. Acesso em: 08 jun. 2013.

CULLEN JR., L.; PADUA, C. V. Corredores de vida: envolvimento comunitário e restauração de paisagens na mata atlântica brasileira. **Revista Parques**, n. 3, 2012. Disponível em: <http://revistaparques.org/uploads/media/Articulo_Mata_Atlantica_Brasil__Cullen_y_Valladares_.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2013.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica**: inventando o futuro. Londrina: IAPAR, 2002. 250 p.

DATALUTA - BANCO DE DADOS DA LUTA PELA TERRA. **Relatório Pontal do Paranapanema 2012**. Presidente Prudente: Unesp, 2013. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/nera/projetos.php>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

DUBY, G. **História da vida privada**. São Paulo: Cia das Letras, 1990. v. 2.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000.

FRANZINI, A. S. **Avaliação hidrogeológica em área de assentamento**. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FREIRE, C. F. Qualidade da água nos reservatórios domiciliares na região metropolitana da cidade do Recife, Pernambuco. **J. Manag Prim Health Care.**, v. 3 n. 2, p. 102-105. 2012. Disponível em: <<http://www.jmphc.com/ojs/index.php/01/issue/view/9>>. Acesso em: 22 set. 2012.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006.

IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 jun. 2012.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico - PNSB**: 2008. Rio de Janeiro, 2010b.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostras em domicílio PNAD**: 2008. Rio de Janeiro, 2009.

INCRA. **Pesquisa sobre a qualidade de vida, produção e renda dos assentamentos da reforma agrária – PQRA**: 2010. Disponível em: <www.incra.gov.br>. Acesso em: 8 jun. 2012.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Esgotamento sanitário Inadequado e seus Impactos na saúde da população**. nov. 2010. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em: 06 maio 2012.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. 3. ed. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2012. Disponível em: <www.igeologico.sp.gov.br>. Acesso em: 23 jun. 2013.

ITESP. **Pontal Verde**: plano de recuperação ambiental nos assentamentos do Pontal do Paranapanema. 2. ed. São Paulo: Cadernos Itesp, 2001.

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 5/6, p.161-179, 2008/2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/19350/1/Jacomine.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; LUCHIARI, A. Processamento das imagens HRG-SPOT 5 na determinação de classes de uso da terra e manchas de cobertura vegetal na região de Teodoro Sampaio – Pontal do Paranapanema. **Revista Geosp – Espaço e Tempo**, n. 15, p. 127-136, 2004. Disponível em: <<http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geosp/Geosp15/Artigo9.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2013.

KENNY, J.F. **Estimated use of water in the United States in 2005**. Virginia, USA: U.S. Geological Survey, 2009. Circular 1344.

KHAN, A. S.; PASSOS, A. T. B. Reforma agrária solidária, assistência técnica e desenvolvimento rural no Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 33, n. 3, p.593-614, jul./set. 2002. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=293>. Acesso em: 06 maio 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEAL, A. C. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo**. 2000. 279 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas-SP.

LEAL, G. M. **Impactos socioterritoriais dos assentamentos rurais do município de Teodoro Sampaio – SP**. 2003. 168 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, SP.

LIMA, J. F. et al. Café com floresta: interligando a paisagem fragmentada no Pontal do Paranapanema – SP. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 1, n. 1, nov. 2006.

MASSARETO, N.; NUNES, J. O. R. Impactos ambientais do plantio da cana-de-açúcar nos solos dos assentamentos rurais do Pontal do Paranapanema – São Paulo: o caso das “parcerias” no Assentamento Santa Teresinha da Alcídia. In: SEMANA DE GEOGRAFIA - “Geografia Ambiental e de Saúde”. 12., 2011, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: Unesp, 2011. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/semanas/geografia/2011/geografiaambientaledasaude/TCGAS08%20-20Nivea%20Massaretto%20e%20Joao%20Osvaldo%20Rodrigues%20Nunes.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2012.

MATOS, B. A. **Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microrganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo**. 2001. 172 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Programa de Pós Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, SP.

MAY, M. S. S.; MORAES, L. R. S.; PIRES, L. M. L. **Saneamento ambiental em assentamento de trabalhadores rurais: o exemplo de Dandara dos Palmares no município de Camamu- Bahia**. 2012. Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_124.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2013.

MAZZINI, E. J. T.; MARTIN, E. S.; FERNANDES, B. M. Assentamentos rurais no Pontal do Paranapanema - SP: uma política de desenvolvimento regional. **Revista Formação**, n. 14, v. 1, p. 56-66, 2007.

MELO, J. K. H; PASSOS, A. T. B; SOUSA, M. C. Aspectos ambientais de assentamentos rurais no rio grande do norte. In: CONGRESSO DA SOBER - “Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento”. 64., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/770.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2012.

MENDONÇA, E. C. C. N.; SOUZA, P. S. Aplicação da técnica de análise de componentes principais para caracterização de águas de poços artesianos de áreas urbanas de Goiânia e Aparecida de Goiânia. **Revista Pluralis**, n. 1, v.1, p 19-36, 2011. Disponível em: <<http://www.prp.ueg.br/revista/index.php/revistapluraisvirtual/article/view/237>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

MERCK. **ChromoCult® Coliform Agar**. Disponível em: <http://www.pro-analise.com.br/files/uploads/catalogos/Merck_Chromocult_coliform.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2013.

- MST. **Os assentamentos**. 2010. Disponível em: <<http://www.mst.org.br/node/8606>>. Acesso em: 06 maio 2012.
- NERI, M. C. (Coord.). **Saneamento, educação, trabalho e turismo**: Trata Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2008. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa2/texto_principal.pdf>. Acesso em: 06 maio 2012.
- NOVAES, A.P. et. al. **Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do Saneamento Rural e desenvolvimento da Agricultura Orgânica**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002. Comunicado Técnico 46. Disponível em: <<http://www.cnpdia.embrapa.br/produtos/img/fossa.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2013.
- NUNES, A. P. et. al. Qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores em propriedades rurais. **Rev. Nucleus**., v. 7, n. 2, out., 2010. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4039117>>. Acesso em: 22 set. 2012.
- NUNES, M. L. A. et al. Comprometimento da qualidade da água subterrânea por nitratos. **Rev. Nucleus**, v. 9, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3988088>>. Acesso em: 22 set. 2012.
- OLIVEIRA, F. G.; SANTOS, E. G. Resíduos sólidos no meio rural: o caso do assentamento queimadas no município de Remígio/PB. In: CONGRESSO PARAIBANO DE GESTÃO DO LIXO: Educação Ambiental e sustentabilidade. 1., 2009. Campina Grande. **Anais...** Campinas Grande: UFCG, 2009. Disponível em: <http://universidadescidades.ufcg.edu.br/uploads/documentos/publicacoes/ResiduosSolidosNoMeioRural_ICongressoParaibanoLixo.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2012.
- OLIVEIRA, J. B. de. **Solos do Estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 112 p.
- OMS. **WHO mortality data and statistics**. 2008. Disponível em: <http://www.who.int/topics/mortality/es/>. Acesso em: 22 set. 2012.
- ONU. **Un water, statistics: graphs & maps. Drinking water, sanitation & hygiene**. 2013. Disponível em: http://www.unwater.org/statistics_san.html. Acesso em: 01 jul. 2013.
- PRANDI, E. C. et al. Gerenciamento Das Águas Do Aquífero Caiuá Na Gleba XV de Novembro, Município de Euclides da Cunha Paulista, Pontal Do Paranapanema – Sp. In: In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 12., 2002, Florianópolis. **Anais eletrônicos....** Florianópolis: ABAS, 2002. Disponível em: <aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/22702/14904>. Acesso em: 05 maio 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Em esgoto, Brasil rural é pior que Sudão. 2010. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=2298>>. Acesso em: 16 jul. 2012.

RAMALHO, C. B. **Impactos socioterritoriais dos assentamentos rurais no Município do mirante do Paranapanema/ Região do Pontal do Paranapanema-SP**. 2002. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

RAMOS, M. L. S.; MARTINS, J. C. Abordagem preliminar do uso da água subterrânea em minas gerais através do instrumento de outorga. **Revista Águas Subterrâneas**, Supl. 12. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2002. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1187>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

RAZZOLINI, M. T. P.; GUNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. **Rev. Saúde Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 21-32, 2008. Disponível em: <<http://apsp.org.br/saudesociedade/index.aspx>>. Acesso em: 07 maio 2012.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e a sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010. 28 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

RIBEIRO, M. L. et. al. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Rev. Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 688-694. 2007.

ROCHA, G. (Coord.). **Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo**: nota explicativa. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2005. Escala 1:1.000.000. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/images/documentos/MAPA_AS.pdf>.

RODRIGUES, E. R.; GALVÃO, F. Florística e fitossociologia de uma área de reserva legal recuperada por meio de sistema agroflorestal na região do Pontal do Paranapanema. **Rev. Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, maio/ago., 2006.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 10, p. 41-56, 1996. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/196/175>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

SANTONI, L. **Saneamento básico e desigualdades**: o financiamento federal da política pública (2003 – 2009). 2010. 161 f. Mestrado (Dissertação) – Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7847/1/2010_LauseaniSantoni.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2012.

SANTOS, S. M.; GOUVEIA, N. Presença de trihalometanos na água e efeitos adversos na gravidez. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 14, n. 1,

2011. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1415-790X2011000100010&script=sci_arttext>. Acesso em: 22 jul. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Assembleia Legislativa. **Lei nº 9034, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. [1994]. Disponível em: <<http://www.saneamento.sp.gov.br/Legislacao/LEI9034.html>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Centro de Vigilância Sanitária. **Comunicado CVS 006, de 12 de janeiro de 2011**: limpeza e desinfecção de caixas-d'água. Disponível em: <<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Comunicado%20CVS%20006.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2012.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Instrução técnica DPO nº 006**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/outorgaefiscalizacao/IT_DPO_006_10112011.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema**: versão complementar (2008). São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.comitepp.sp.gov.br/trab_pub.html>. Acesso em: 20 jul. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Plano Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo. **Relatório síntese do plano – RSP**. São Paulo, 2005.

SILVA, A. K. M. **Perfil socioeconômico e nível de qualidade de vida dos produtores rurais do município de Mossoró-RN**. 2000. 55 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 1, v. 11, p. 108 -114, 2007.

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/csc/v8n4/a23v8n4.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2012.

SOLLEY, W.B. et. al. **Estimated use of water in the United States in 1990**. Denver: U.S. Geological Survey, 1993. Circular 1081.

SOUZA, E. R. **Saneamento ambiental**: noções sobre qualidade da água. Departamento de engenharia civil e arquitetura, instituto superior técnico. Lisboa, 2001. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779571605879/Nocoos_Qualidade_Agua.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2012.

SOUZA, M. C.; KHAN, A. S.; PASSOS, A. T. B. Qualidade de vida da agricultura familiar em assentamentos de reforma agrária no Rio Grande do Norte. In.: CONGRESSO DA SOBER, 62., 2004, Cuiabá-MT. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/11O484>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

TEODORO SAMPAIO. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (2010 – 2013)**. Teodoro Sampaio, 2010.

TOMAZ, P. **Poluição Difusa**. São Paulo: Navegar, 2006.

TUCCY, C. E. M. ; CABRAL, J. **Qualidade da água subterrânea**. [S.l.]: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2003.

UNESCO. **Groundwater contamination inventory**. 2002. Series on groundwater n. 2. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001325/132503e.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

VALENCIANO, R. C. Processo de luta pela terra e seus desdobramentos no município de Teodoro Sampaio. **Revista Pegada**, v. 2, n. 1, 2001. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/778>>. Acesso em: 6 maio 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental,. 1996.