

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM POÇOS  
DE PROPRIEDADES RURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO  
MARRECAS, RS**

SARA FERNANDES BORTH

Orientador:

Prof. Dr. Ulisses Franz Bremer

Porto Alegre, Abril de 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM POÇOS  
DE PROPRIEDADES RURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO  
MARRECAS, RS**

SARA FERNANDES BORTH

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador:

Prof. Dr. Ulisses Franz Bremer

Banca Examinadora

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marlise Dal Forno (UFRGS – Campus Litoral Norte)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marilise Oliveira Mesquita (UFRGS – Escola de Enfermagem)

Prof. Dr. Luís Alberto Basso (UFRGS – Posgea)

Porto Alegre, Abril de 2015

### CIP - Catalogação na Publicação

Fernandes Borth, Sara

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO  
EM POÇOS DE PROPRIEDADES RURAIS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO ARROIO MARRECCAS, RS / Sara Fernandes  
Borth. -- 2015.  
178 f.

Orientador: Ulisses Franz Bremer.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências,  
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre,  
BR-RS, 2015.

1. Saneamento básico rural. 2. Poços. 3. Qualidade  
da água. 4. Doenças de veiculação hídrica. 5. Arroio  
Marrecas. I. Franz Bremer, Ulisses , orient. II.  
Título.

## AGRADECIMENTOS

Devo gratidão a tantos que é uma missão basicamente impossível resumir em uma folha, mas vamos lá...

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, professores e demais funcionários, pela oportunidade de grande aprendizado. Assim como a CAPES por me subsidiar financeiramente durante esse trabalho de pesquisa e a subprefeitura de Vila Seca pela ajuda durante os trabalhos de campo.

À Ulisses Franz Bremer pela orientação, disponibilidade, dedicação, pela liberdade de trabalho e pelo auxílio nas últimas decisões.

À Tielle Dias por ser uma geógrafa brilhante, amiga, paciente, confiante e exímia incentivadora. Agradeço profundamente por todo, eu disse TODO, o auxílio na execução e conclusão desta pesquisa.

À Karyne Maurmann por ser a mais perfeita, eficiente e engraçada companheira de trabalho assim como uma grande amiga.

Aos meus familiares, gratidão pelo infinito amor. Um agradecimento muito especial aos meus pais por todo o incentivo, pela comida (muito importante), pelos abraços ogrísticos e carinhos sem fim.

À Leandro Bordini por ser um impecável corretor de gramática. A Majoriê Segato pela eficiência nas correções e simplicidade na amizade. A Pablo Ramos<sup>2</sup> por todo el exigeno y por ayudarme a mantenerme de pie, así como por la ayuda con los gráficos. À Pedro Salar Salamanca por el apoyo, elogios y por la simplicidad de hacerse mi amigo, así como por regalarme sonrisas sin fin. A Cléo Lindsey por me mostrar que burocracias, concursos, eventos, prazos, regras existem durante um mestrado, assim como ótimas colegas.

Eterno amor aos meus amigos Adriana, Georgia, Fernando, Bairan, Leslie, Bibi, Cris, Joir, Rafa, Elaine, Bueno, Célia y Victor por terem vivido um pouco dessa jornada ao meu lado e por serem pessoas unicamente especiais.

Gratidão também pela cumplicidade dos meus amigos de quatro patas por me mostrarem que manter o estado de amor e felicidade é muito, mas muito fácil.

E finalmente aos agricultores, atores dessa pesquisa que sem eles nada disso faria sentido.

## RESUMO

A contaminação de água subterrânea por coliformes fecais em propriedades rurais está diretamente relacionada com o saneamento básico rural oferecido, assim como as doenças de veiculação hídrica contraídas por essas populações. Esta pesquisa analisa a contaminação da água de consumo humano proveniente de poços, considerando os índices de potabilidade descritos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 e na Resolução CONAMA nº 398. Tem-se como estudo de caso uma área rural no município de Caxias do Sul, estado do Rio Grande do Sul, inserida na da bacia hidrográfica do arroio Marrecas. Foram realizados estudos por meio de informações contidas em relatórios técnicos, normatizações federais e bibliografias especializadas, para contextualização, conceituação e teorização de saneamento básico rural, qualidade e contaminação da água subterrânea, doenças de veiculação hídrica e poços. Mediante o uso do estimador de densidade Kernel, levantou-se o número de residências a serem entrevistadas. Durante o processo de entrevistas, averiguou-se a existência de saneamento básico rural nas propriedades, porém a maioria dos poços não estavam protegidos do acesso e/ou de serem contaminados por animais. Isto justificou a necessidade de realização de análise da qualidade da água subterrânea consumida por meio de poços particulares. Os resultados das entrevistas diagnosticaram uma população ambientalmente consciente sobre a preservação do meio e sobre a qualidade da água consumida. Contudo, os resultados das análises indicaram que a água ingerida estava contaminada por coliformes, assim como também houve relatos de doenças de veiculação hídrica, confirmando o saneamento deficiente em algumas propriedades rurais.

**Palavras-chave:** Saneamento básico rural; poços; qualidade da água; doenças de veiculação hídrica; arroio Marrecas.

## ABSTRACT

The contamination of groundwater by fecal coliforms in rural properties is directly related to the available basic rural sanitation, as well as to water-borne diseases contracted by these populations. This research analyzes the contamination of potable well water, applying the potability indicators described in the Ministry of Health Directive N<sup>o</sup>. 2914 and the Brazilian Environment Council (CONAMA) Resolution No. 398. A rural area in the city of Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, located within the hydrographic basin of the Marrecas stream, was used as the case study. Studies were conducted by using information contained in technical reports, federal guidelines, and specialized bibliographies, for the context, concepts and of basic rural sanitation, quality and contamination of groundwater, waterborne diseases and wells. The number of households to be interviewed was determined by using the Kernel density estimator. During the interview process, the existence of basic rural sanitation was verified in the properties, however, a majority of the wells were not protected from the access and/or from being contaminated by animals. This justified the need for conducting the analysis of the quality of groundwater consumed by way of individual wells. The interviews resulted in the diagnostic of an environmentally conscious population, aware of preserving the environment and of the quality of water consumed. However, the results of the analyses indicated that the drinking water was contaminated by coliforms, and there were also reports of waterborne diseases, confirming the poor sanitation in some rural properties.

**Keywords:** Basic rural sanitation; wells; water quality; waterborne diseases; Marrecas stream.

## **ANEXOS**

Anexo 1- Cartilha de Saneamento Básico Rural .....	165
Anexo 2- Coordenadas geográficas dos pontos entrevistados. ....	177

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Mapa de Localização da área estudada.....	17
Figura 2: Abastecimento de água nos domicílios do Brasil .....	31
Figura 3: Percentual de domicílios rurais ligados à rede de abastecimento de água por Estado. ....	32
Figura 4: Abastecimento de água por região geográfica.....	34
Figura 5 :Esgotamento sanitário em municípios rurais por região geográfica. ....	37
Figura 6: Destino dos resíduos sólidos nos domicílios brasileiros.....	39
Figura 7: Variação de tipo de coleta de resíduos sólidos e soluções dadas pela população sem acesso a esse serviço .....	39
Figura 8: Sistema de proteção de nascente utilizando manilha. ....	41
Figura 9: Sistema de proteção de nascente em terrenos inclinados. ....	42
Figura 10: Sistema de proteção de nascentes. ....	43
Figura 11: Filtro de Barril.....	45
Figura 12: Domicílio com sistema de coleta e armazenamento da água da chuva. ....	45
Figura 13: Corte de uma cisterna com filtros.....	46
Figura 14: Processo de instalação de um sanitário estilo Bason. ....	47
Figura 15: Projeto de construção de uma latrina e/ou cacimba.....	48
Figura 16: Projeto de conjunto de fossa séptica.....	48
Figura 17: Conjunto de fossa séptica no meio rural. ....	49
Figura 18: Jardim Filtrante.....	51
Figura 19: Esterqueira para pequenas propriedades rurais. ....	54
Figura 20: Chorumeira para propriedades elevado número de animais.....	54
Figura 21: Construção de um modelo canadense de biodigestor. ....	55
Figura 22: Conjunto de tratamento de esgoto doméstico em área rural para água proveniente de banheiro.....	65

Figura 23: Efeitos diretos e indiretos do abastecimento de água e do esgotamento sanitário à saúde. ....	79
Figura 24: Mapa de densidade das edificações rurais.: ....	100
Figura 25: Mapa de localização das propriedades rurais. ....	101
Figura 26: Mapa do perfil de fonte de abastecimento de água domiciliar. ....	102
Figura 27: Processo de realização das entrevistas. ....	104
Figura 28: Gado de corte num pasto em Caxias do Sul. ....	111
Figura 29: Aviário. ....	111
Figura 30: Produção de mirtilo. ....	112
Figura 31: Poço raso com cisterna. ....	118
Figura 32: Poço raso tamponado. ....	119
Figura 33: Poço semi-artesiano. ....	119
Figura 34: Mapa de poços sob responsabilidade do SAMAE. ....	120
Figura 35: Conjunto de tratamento de esgoto doméstico em área rural. ....	125
Figura 36: Chorumeiras em processo de curtição de fezes e urina. ....	127
Figura 37: Percentual de modalidades de atendimento procuradas em caso de doença. ....	129
Figura 38: Coleta de água em uma das residências. ....	130
Figura 39: Mapa de poços que já sofreram monitoramento da qualidade da água. ....	131
Figura 40: Mapa de localização dos poços analisados. ....	132
Figura 41: Situação e características do entorno dos poços onde foram coletadas amostras para análise da qualidade da água. ....	136

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Renda mensal média em salários mínimos. ....	105
Gráfico 2: Porcentagem de número de pessoas por propriedade. ....	107
Gráfico 3: Tamanho em hectares das propriedades rurais. ....	108
Gráfico 4: Anos de residência nas propriedades. ....	109
Gráfico 5: Hábito de separação de lixo seco e orgânico. ....	115
Gráfico 6: Destino final das águas cinzas (cozinha e lavanderia). ....	124
Gráfico 7: Doenças de Veiculação Hídrica. ....	128



Gráfico 8: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: sexo e idade.....	137
Gráfico 9: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: profissão agricultor e grau de escolaridade.....	138
Gráfico 10: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: grau de escolaridade e renda mensal familiar.....	139
Gráfico 11: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: aposentadoria e renda mensal familiar .....	140
Gráfico 12: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: tempo de residência na propriedade e número de pessoas por domicílio. ....	141
Gráfico 13: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variável: criação de animais. ....	142
Gráfico 14: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variáveis: dessedentação de animais, animais em contato com o poço e excretas de animais dispostos aleatoriamente na propriedade. ....	143
Gráfico 15: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variáveis: coleta de lixo e lixo depositado em caçamba de limpeza. ....	144
Gráfico 16: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variáveis: consumo de água "in natura" e a questão "como consideras a água que consumes?" .....	145
Gráfico 17: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variável: destino da água do banheiro. ....	146
Gráfico 18: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Doenças de Veiculação Hídrica (DVH).....	147

### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Abastecimento de água por domicílios brasileiros (área rural versus urbana).....	31
Tabela 2: Esgotamento sanitário em área urbana e rural. ....	36
Tabela 3: Meios de informação utilizados pela população entrevista.....	106
Tabela 4: Porcentagem da presença de animais nas propriedades entrevistadas. ....	109

Tabela 5: Identificação da procedência da água para dessedentação animal. ...	109
Tabela 6: Produtos comercializados por propriedade. ....	110
Tabela 7: Percentual de coleta do lixo por número de domicílios no distrito de Vila Seca. ....	113
Tabela 8: Destino do lixo coletado, por número de domicílios no distrito de Vila Seca. ....	113
Tabela 9: Destino do lixo não coletado, por número de domicílios no distrito de Vila Seca. ....	114
Tabela 10: Destino do lixo orgânico nas propriedades.....	115
Tabela 11: Destino do lixo seco nas propriedades.....	115
Tabela 12: Percentual de abastecimento de água do distrito.....	117
Tabela 13: Fonte de abastecimento domiciliar. ....	118
Tabela 14: Percentual de tratamento de água nos domicílios do distrito. ....	121
Tabela 15: Percentual de tratamento de água nos domicílios entrevistados. ....	122
Tabela 16: Percentual de destino da água do banheiro das moradias localizadas no distrito de Vila Seca.....	123
Tabela 17: Destino final dado às fezes dos animais. ....	125
Tabela 18: Coordenadas geográficas dos poços que sofreram coleta de água..	133

### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Serviços prestados pela Vigilância Ambiental .....	66
Quadro 2: Serviços Prestados pela Vigilância Epidemiológica .....	67
Quadro 3: Serviços Prestados: Vigilância Sanitária .....	67
Quadro 4: Doenças relacionadas com a água. ....	77
Quadro 5: Doenças que podem ser transmitidas por água contaminada subterrânea. ....	80
Quadro 6: Padrão microbiológico da água para consumo humano.....	86
Quadro 7: Questionário aplicado ao grupo amostral de agricultores.....	91

### **LISTA DE SIGLAS**

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA - Agência Nacional de Água  
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
CODECA - Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
DVH - Doenças de Veiculação Hídrica  
EIA - Estudo de Impacto Ambiental  
EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária  
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
MS - Ministério da Saúde  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
ONU - Organizações das Nações Unidas  
OPAS - Organização Panamericana de Saúde  
PACUERA - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial.  
PIB - Produto Interno Bruto  
PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico  
PNAD - Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílio  
PNDU - Plano das Nações Unidas para o Desenvolvimento  
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico  
SABESP - Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Caxias do Sul.  
SEMA. Secretaria do Meio Ambiente  
SENAR/RS - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, Administração Rio Grande do Sul.  
SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.  
SNIS - Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento  
SUS - Sistema Único de Saúde  
UBS - Unidade Básica de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
1.1.1. Objetivo Geral .....	14
1.1.2. Objetivos Específicos .....	14
<b>1.2. LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>15</b>
1.2.1. Bacia Hidrográfica do Arroio Marrecas - Panorama Físico e Estrutural ...	18
<b>2. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>20</b>
2.1.1. Saneamento Básico Rural.....	25
2.1.2. Panorama atual das condições de saneamento no meio rural.....	29
2.1.2.1. Abastecimento de Água.....	30
2.1.2.2. Esgotamento Sanitário.....	34
2.1.2.3. Resíduos Sólidos .....	38
<b>2.2. MODELOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO MEIO RURAL .....</b>	<b>40</b>
2.2.1. Abastecimento de água por fontes alternativas .....	40
2.2.2. Sistema de Sanitários e Fossas .....	46
<b>2.3. O SANEAMENTO BÁSICO RURAL NO ÂMBITO DA LEGISLAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
2.3.1. Leis Estaduais e Municipais .....	57
2.3.2. Ferramentas municipais para a aplicabilidade da lei.....	65
<b>2.4. ÁGUA, O ELEMENTO FUNDAMENTAL .....</b>	<b>68</b>
2.4.1. Águas Subterrâneas.....	69
2.4.1.1. Poços .....	72
<b>2.5. SANEAMENTO BÁSICO: DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA AOS INDICADORES DE SAÚDE.....</b>	<b>75</b>
<b>2.6. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>83</b>
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>3.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....</b>	<b>87</b>
<b>3.2. REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO .....</b>	<b>88</b>
<b>3.3. TRABALHO DE CAMPO .....</b>	<b>89</b>
3.3.1. Mensuração de poços e domicílios .....	89
3.3.2. Plano Amostral e Entrevistas .....	90
3.3.3. Análise da Qualidade da Água.....	96
<b>3.4. PROCESSAMENTO DOS DADOS E ELABORAÇÃO DE MAPAS .....</b>	<b>97</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>98</b>
<b>4.1. PERFIL SOCIOECONÔMICO - POPULAÇÃO E PROPRIEDADES .....</b>	<b>103</b>

<b>4.2. SANEAMENTO BÁSICO RURAL.....</b>	<b>112</b>
4.2.1. Coleta e Disposição de Resíduos Sólidos.....	112
4.2.2. Água destinada ao consumo humano.....	116
4.2.3. Estruturas de Saneamento Básico.....	122
<b>4.3. DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO. ....</b>	<b>127</b>
<b>4.4. COLETA E ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS RASOS</b>	<b>129</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>151</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>155</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>164</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os reflexos das ações de saneamento ou de sua carência são notórios sobre o meio, em particular sobre os recursos hídricos, sendo essencial a vida humana e desempenhando um papel fundamental de substrato à vida em diferentes ecossistemas (NASCIMENTO & HELLER, 2005). Assim, para a existência de um ambiente salutar, o saneamento básico deve atender de forma concisa todas as necessidades da população e do meio.

Segundo os dados do último Censo (IBGE, 2010a), no Brasil as áreas que mais sofrem com a inexistência ou com sistemas deficitários de saneamento são as áreas rurais, são esses os locais mais sensíveis a modificações ambientais. Os impactos gerados por um sistema deficitário ou inexistente de saneamento básico podem vir a comprometer de forma direta e sistêmica o ambiente, criando novas condições para propagação de doenças e agravos de saúde.

Atualmente para as ações de saneamento no Brasil, somente 0,2% do Produto Interno Bruto (PIB) é utilizado com vista ao investimento em saneamento básico, no entanto existe um ideal de universalização de serviços (incluindo as áreas rurais), idealizado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) até o ano de 2033. Segundo o Plano, para atingir esse ideal será necessário o dobro da ordem que é utilizada atualmente, ou seja, 0,4% do PIB que equivaleria a 300 bilhões de reais o que requer uma maior mobilização de todos os órgãos envolvidos (PLANSAB, 2013).

Sabe-se que inúmeras são as doenças que podem ser relacionadas diretamente a qualidade de serviço de saneamento oferecido, no entanto as mais expressivas usam como meio de veiculação a água. Em função do saneamento existente, a água de consumo humano em propriedades rurais pode provir de fontes contaminadas e/ou que oferecem uma qualidade duvidosa ante o consumo da população.

Assim, o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana da água que muitas vezes são captadas em poços velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e

áreas de pastagem ocupadas por animais (HELLER, 1997). O uso de água subterrânea contaminada, não tratada ou inadequadamente desinfetada foi responsável por 44% dos surtos de doenças de veiculação hídrica nos Estados Unidos, entre 1981 e 1988 (STUKEL et al, 1990).

Atualmente, a cada 14 segundos, morre uma criança vítima de doenças hídricas. Estima-se que 80% de todas as moléstias e mais de um terço dos óbitos dos países em desenvolvimento sejam causados pelo consumo de água contaminada, e, em média, até um décimo do tempo produtivo de cada pessoa se perde devido a doenças relacionadas à água. Os esgotos e excrementos humanos e de animais são causas importantes da deterioração da qualidade da água em países em desenvolvimento (OPAS, 2001).

Vários estudos têm demonstrado, por meio de análises bacteriológicas de amostras de água, que principalmente em zonas rurais e periféricas, o índice é alto de amostras de água consideradas inadequadas ao consumo humano, evidenciando os efeitos indesejáveis da falta de saneamento, ou seja da falta de cobertura de rede de abastecimento de água e esgoto, somando-se a esse fato a pobreza, a baixa qualidade de vida e o nível educacional da população. Nesse sentido, pode-se afirmar que a água apresenta inquestionável valor sanitário e social para todas as nações, porém sua escassez, potencializada com os processos de poluição e contaminação, poderá gerar desafios não só para a saúde humana, mas também para a manutenção de ecossistemas (ANA, 2010).

A água utilizada para o abastecimento público deve atender a determinados requisitos de acordo com a sua finalidade de uso. Caso estiver direcionada ao consumo humano, o padrão de potabilidade deve contemplar características que a qualificam para esse fim, visto que são muitas as doenças de veiculação hídrica. As condições sanitárias da água são avaliadas através de indicadores de contaminação, dentre eles o de contaminação fecal, que indica risco potencial de contaminação por microrganismos patogênicos (ABAS, 2014). Assim, o monitoramento periódico da qualidade microbiológica da água e a observação das medidas de proteção das fontes são fatores muito importantes para a prevenção de doenças de veiculação hídrica.

A inquietação em desenvolver um estudo visando evidenciar as relações existentes entre qualidade da água, saneamento e saúde, pertinentes ao universo

rural, partiu da identificação de possíveis lacunas nas ações voltadas a esse contexto. Somado a isso, observa-se o reduzido número de estudos sobre essa temática, que constitui uma importante lacuna no campo do saneamento e qualidade da água nas áreas rurais.

Buscar interações entre saneamento básico rural e qualidade da água consumida pela população, assim como possíveis enfermidades relacionadas, representa um desafio científico, visto a complexidade de elementos que envolvem tal relação. As ações, normalmente insuficientes, relacionadas a esses temas estão se tornando um problema cada vez mais evidente e que reclamam investimentos em pesquisa e ações. Os serviços de saneamento são de vital importância para proteger a saúde da população, minimizar as consequências da pobreza e proteger o meio. Boas práticas, assim como estruturas adequadas de saneamento nas áreas rurais diminuem a probabilidade de contaminação de água e da incidência de doenças (HELLER, 1997).

Para Solsona (1997), a maioria dos problemas sanitários que afetam a saúde humana tem profunda relação com o meio, mencionando a diarreia como causa de 4 bilhões de casos por ano em todo o mundo, e não se restringindo exclusivamente a faixa etária mais jovem. Contudo para o autor as "*relações existentes entre as medidas de saneamento e seu impacto sobre a saúde não são fáceis de medir*" (p.7), e, por esse motivo os estudos e pesquisas têm se desenvolvido procurando demonstrar o impacto das relações saúde-saneamento quase que exclusivamente no meio urbano.

As preocupações com saúde e saneamento com o meio rural deveriam ser uma das vertentes de atenção primária. Só assim poderia haver uma melhor incorporação do potencial produtivo das comunidades rurais na contribuição do desenvolvimento nacional, realçando o melhoramento da qualidade de vida destas populações (OPAS, 2001).

As ações direcionadas às comunidades rurais, visando promoção e prevenção dos riscos gerados pelas relações entre qualidade da água consumida, saneamento e saúde, então inseridas em debates atuais, pautando temáticas de congressos internacionais, formulações políticas e preocupações com a sustentabilidade do meio. Em contrapartida, estudos e discussões sobre estas relações em localidades rurais estão ainda quase que inexploradas,



demonstrando que algumas necessidades sanitárias básicas estão sendo ignoradas e desprovidas de investimentos.

Esta pesquisa objetiva averiguar a contaminação de poços através de análises da qualidade água nas áreas rurais da bacia hidrográfica em estudo e para tanto, divide-se em apresentação da área de estudo; metodologia utilizada; referencial teórico, abordando temas como: saneamento básico rural, água subterrânea (poços) e contaminação, assim como legislação vigente quanto à água de consumo humano; e levantamento e dos dados obtidos em campo. Com base nessas etapas são apresentados os resultados, discussões e considerações finais.

## **1.1.OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Analisar a contaminação da água de consumo humano proveniente de poços, considerando os índices de potabilidade descritos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 e na Resolução CONAMA nº 398, tendo como estudo de caso a área rural da bacia hidrográfica do arroio Marrecas, Caxias do Sul/Rio Grande do Sul.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Apresentar e descrever a situação de saneamento básico rural da bacia hidrográfica do arroio Marrecas;
- Analisar a contaminação por coliformes termotolerantes da água proveniente de poços rasos em propriedades rurais, segundo normas do Ministério da Portaria da Saúde nº 2.914 e a Resolução CONAMA nº 398;
- Descrever e analisar possíveis associações entre as condições de saneamento e indicadores epidemiológicos relacionados à contaminação da água.

## 1.2. LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Caxias do Sul, consolidado como segundo maior núcleo Urbano do Estado do Rio Grande do Sul, sede urbana do AUNE (Aglomerado Urbano do Nordeste) faz divisa ao norte com os municípios de São Marcos e Flores da Cunha, a leste com São Francisco de Paula, a oeste com Farroupilha e a sul com Vale Real, Nova Petrópolis, Gramado e Canela.

Caxias do Sul situa-se, aproximadamente, na latitude 29° S e na longitude 51° W, possuindo uma área de 1.644,296 km<sup>2</sup>. Em 2010 a sua população era de 435.564 habitantes, a segunda maior do estado, tendo somente 3,71% habitantes residindo na zona rural, representando uma densidade média municipal de 264,89 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010b).

O município situa-se entre 740 e 820m de altitude, onde o Planalto Meridional começa a se acidentar e a se fragmentar em diversos vales cortados por pequenos rios e córregos. Esses se dirigem para praticamente todas as direções, sendo principais tributários do rio São Marcos, rios das Antas, rio Taquari, rio Jacuí, Rio Pelotas e rio Caí. A nordeste do município, desaguando no rio São Marcos, encontra-se a bacia hidrográfica do arroio Marrecas, com 80% da população exercendo atividade primária especializada em olericultura, pecuária, silvicultura e fruticultura (PACUERA, 2012).

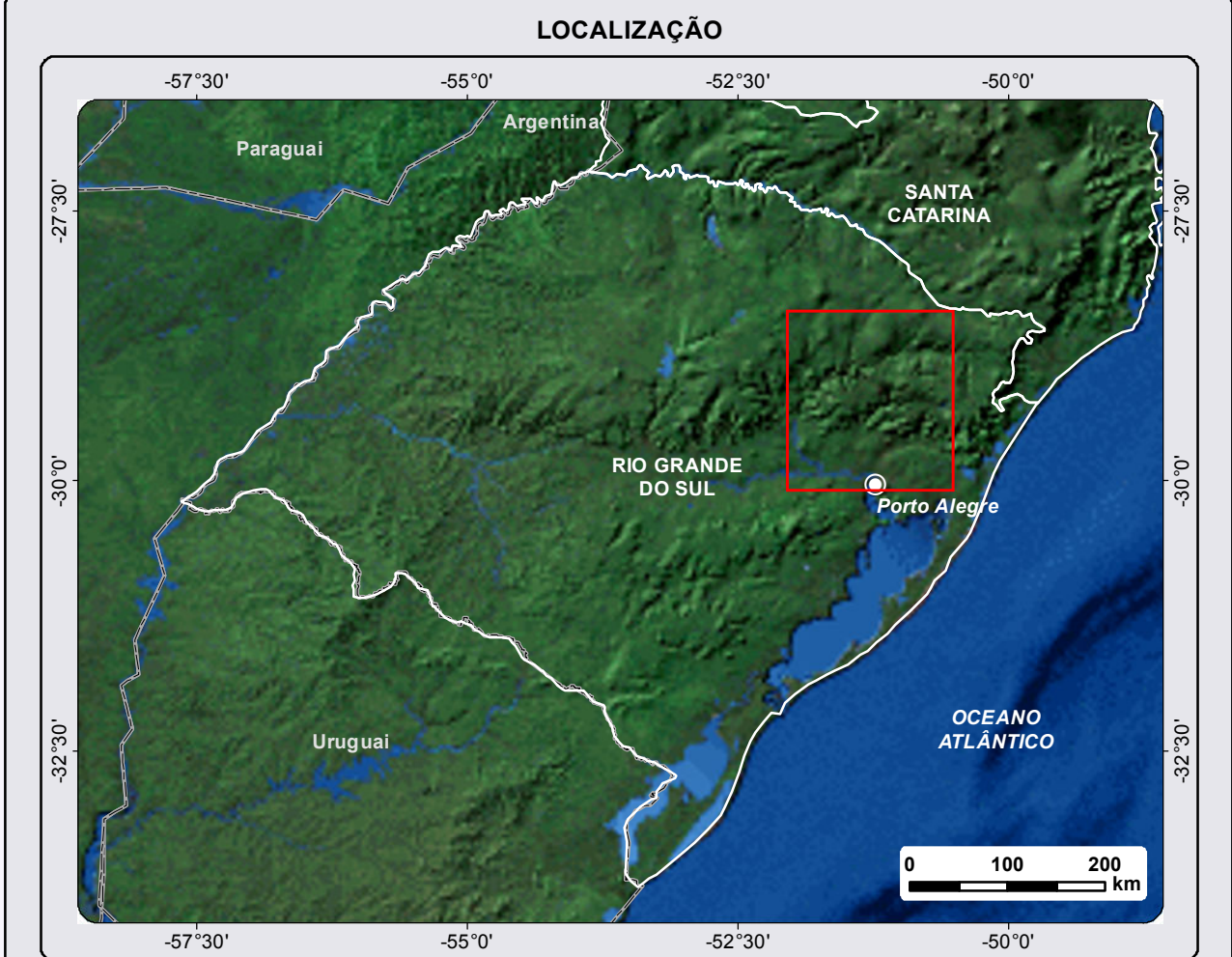
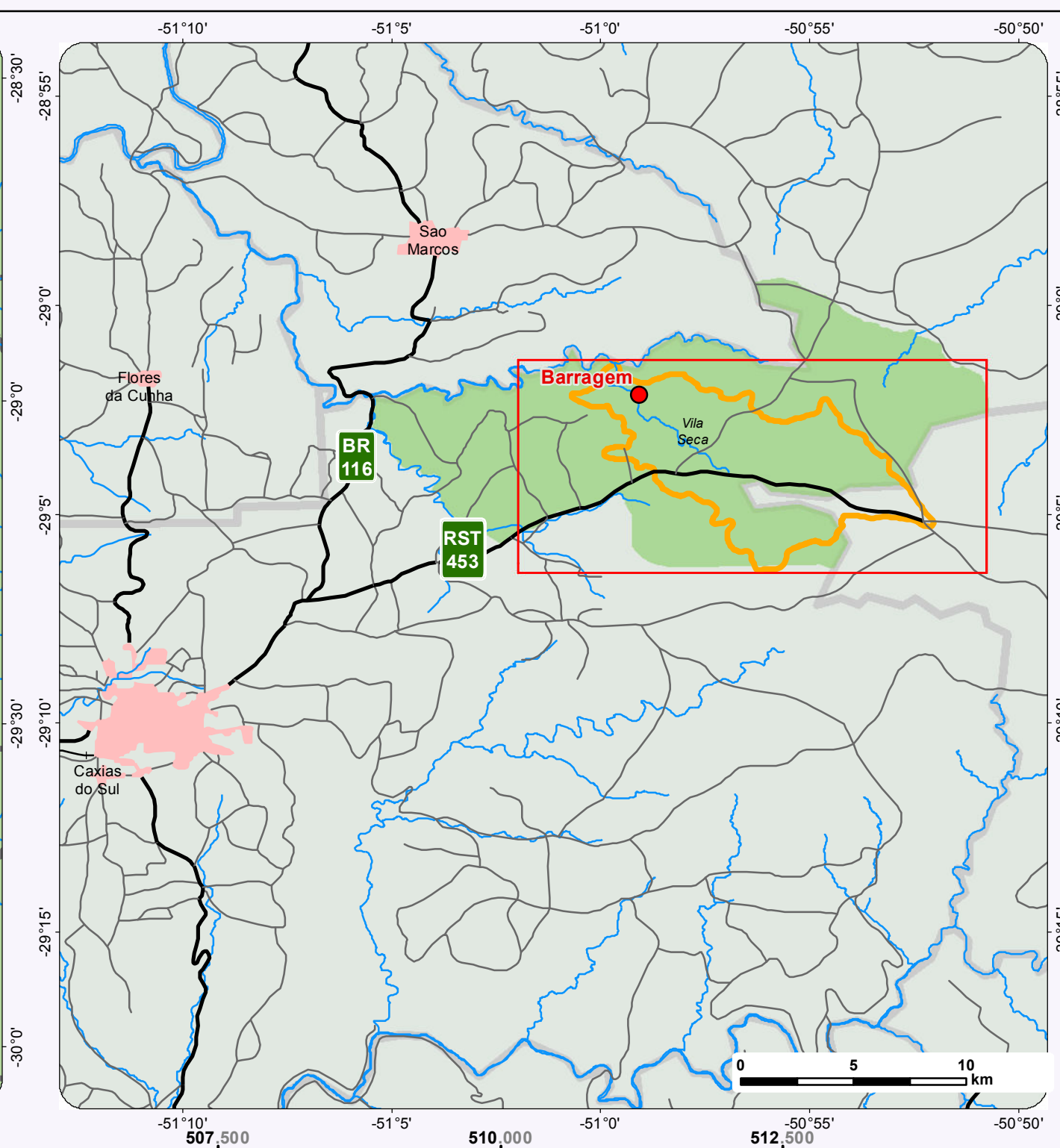
Essas atividades se estabelecem sobre áreas outrora cobertas por florestas de Araucaria angustifolia, formação vegetal característica da Mata Ombrófila Mista. Compositora do bioma Mata Atlântica, esta floresta apresenta-se aí intercalada com campos, formando a fitofisionomia que caracteriza a paisagem natural do município.

O distrito de Vila Seca, que abriga a maior parte da área da bacia do arroio Marrecas, contava com 2.113 habitantes (IBGE, 2010b) distribuídos em: 778 moradores em domicílio urbano e 1.335 moradores em domicílio rural, tendo um pequeno aglomerado urbano que não abrange uma área superior a 20% da bacia, sendo o restante, composto basicamente por propriedades rurais. A bacia está localizada na porção nordeste do município de Caxias do Sul e drena uma área de 5732 hectares, sendo cortada pela RST - 453, popularmente conhecida como Rota do Sol, conforme Figura 1.

A rede de drenagem da bacia do arroio Marrecas dirige-se ao rio São Marcos, suas nascentes dividem-se a montante entre os municípios de São Francisco de Paula e Caxias do Sul, no entanto mais de 80% das nascentes e da bacia, estão inseridas no município de Caxias do Sul. A montante da bacia, na área pertencente ao município de São Francisco de Paula, a paisagem é marcada por campos, pertencentes propriedades agrícolas e também um condomínio às margens da Rodovia Rota do Sol. Apesar da localização, esse aglomerado populacional é atendido por políticas públicas de recolhimento de lixo, transporte, educação e saúde pelo município de Caxias do Sul (PACUERA, 2012).

O município de Caxias do Sul possui uma intensa atividade industrial, se responsabilizando por praticamente 6% do PIB do Estado do Rio Grande do Sul (FEE, 2011). Diante desse contexto, o município atrai uma grande demanda de mão de obra que exerce constantes e diferentes formas de ocupação sobre o ambiente e uma forte pressão sobre os recursos hídricos.

Em virtude desse crescimento populacional e das atividades econômicas, viu-se a necessidade de um incremento no abastecimento público de água do município. Para tal, no ano de 2012, foi construída uma barragem para formação de um lago para captação de água na bacia hidrográfica do arroio Marrecas, tendo como meta suprir as demandas municipais até o ano de 2025 (PACUERA, 2012). Esse cenário expõe a bacia publicamente, principalmente com relação às políticas adotadas para a conservação do meio com vista à qualidade e quantidade da água.



**Legenda**

- Componentes do Canteiro de Obras
- Área de Alague
- Microbacia do Arroio Marrecas

**Sistema Viário**

- Rodovias
- Estradas Municipais

**Rede Hidrográfica**

- Intermitente
- Perene

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Fuso 22 Sul  
 Datum SAD-69  
 Imagem Landsat 5 TM - 03/10/08  
 0 1.000 2.000 m

Figura 1: Mapa de localização da área estudada.  
 Fonte: Adaptado PACUERA, 2012  
 Cartografia: Geógrafa Sara Fernandes Borth

### **1.2.1. Bacia Hidrográfica do Arroio Marrecas - Panorama Físico e Estrutural**

A bacia hidrográfica do arroio Marrecas está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná (formação Mesozóica), tendo como morfoescultura o planalto meridional (SUERTEGARAY & FUJIMOTO, 2004). No município de Caxias do Sul, ocorrem os derrames de lavas da Formação Serra Geral. No topo da sequência estratigráfica da Bacia do Paraná, essa Formação demarca o término de um episódio magmático de preenchimento desta bacia. A Formação Serra Geral ocupa uma área, no Rio Grande do Sul, de aproximadamente 137.000 km<sup>2</sup>, a qual equivale a aproximadamente 50% da área do Estado (HAUSMAN, 1995). A Formação Serra Geral, na bacia hidrográfica do arroio Marrecas, também é marcada pela presença de falhas e fraturas.

As fraturas servem como área de recarga de aquíferos, pois apresentam porosidade. Segundo Machado et al. (2005) na área da bacia hidrográfica do arroio Marrecas há a ocorrência de Aquíferos Fissurais Serra Geral, inseridos no contexto regional hidrológico Aquífero Serra Geral, esses aquíferos estão associados às rochas vulcânicas ácidas e básica. Diante disso os recursos hídricos subterrâneos, proveniente dos aquíferos, são importantes fornecedores de água e muito utilizados para diferentes fins como abastecimento, dessedentação de animais e irrigação (PACUERA, 2012).

A bacia hidrográfica, principalmente em épocas de maior pluviosidade, torna-se mais vascularizada tendo um maior escoamento superficial de água com a formação de áreas úmidas temporárias, vertentes, nascentes e olhos d'água. Deste modo várias formas de captação de água tornam-se possíveis, no entanto com relação à água subterrânea, a extração é realizada por meio de poços tubulares profundos (artesianos ou semi-artesianos) ou rasos por contenção de nascentes, vertedouros, olhos d'água, entre outros (EIA, 2008).

O clima possui uma relação direta com o volume de água que circula nesses aquíferos. Dependendo do tamanho da área de recarga e da quantidade de precipitação sobre a mesma haverá a formação e circulação de maiores ou menores quantidades de água subterrânea. Em períodos de chuvas intensas, há

um aumento da zona saturada que eleva esse nível estático do aquífero, enquanto em períodos de estiagem o nível diminui.

Segundo a classificação de Koeppen (1948), ocorrem dois tipos climáticos fundamentais no Rio Grande do Sul: Cfa e Cfb. Mota (1951) sugeriu um refinamento da classificação de Koeppen e definiu a região estudada como Cfb, na subcategoria Cfbg'n. Tal subcategoria é caracterizada como clima subtropical úmido sem estação seca, na qual as estações são bem definidas, com verões frescos, em que a temperatura média dos meses mais quentes é inferior a 22°C e o mês mais frios apresenta temperatura média inferior a 10°C, com incidência frequente de geada e a média pluviométrica localiza-se acima dos 1.000mm, regularmente distribuídas durante todo o ano.

O sistema aquático da bacia hidrográfica do arroio Marrecas é composto por nascentes, arroios, lagoas, açudes e banhados. O sistema lótico (característicos de águas correntes) da bacia é formado basicamente por arroios. Já os sistemas lênticos, característico de águas mais calmas, são compostos por lagos, açudes e banhados, totalizando aproximadamente 9% da área da bacia de áreas úmidas, distribuídas por toda a bacia. As maiores concentrações de sistemas lênticos são encontradas nas áreas mais altas e planas, e nas proximidades das nascentes e arroios. Observa-se na região a presença de solos com baixa capacidade de infiltração o que facilita a formação de banhados (EIA, 2008).

Segundo o Plano de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios Artificiais (PACUERA, 2012) desenvolvido para a construção da barragem de captação de água do arroio Marrecas, foram identificados as seguintes formas de relevo: Padrão em Forma de Terraço Coluvial; Padrão em Forma de Planície Fluvial; Padrão em Forma de Patamares Planos; Padrão em Forma de Morros; Padrão em Forma de Morros com vertentes suavizadas; Padrão em Forma de Morros com interflúvios estreitos e Padrão em Forma de Colinas com interflúvios amplos. Essas formações influenciam diretamente na constituição da vegetação, assim como na circulação dos mananciais superficiais e subterrâneos na região.

## 2. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

### 2.1. SANEAMENTO BÁSICO

Evidências comprovam que desde a Idade Antiga, por volta do ano 2.000 a. C, o saneamento básico já era uma prática comum. Desde esse período havia uma compreensão da relação entre o processo de saúde-doença e o abastecimento de água. Na Idade Média a água de boa qualidade era vista como um importante fator para o desenvolvimento econômico (BRAGA, 2010).

A geografia sempre esteve interligada às questões que envolvem saneamento e saúde. Essa relação é tão antiga que Cairus (2005, p. 96), traz um relato do médico Hipócrates (séc. V e VI a.C.) em que no texto *Ares, Água e Lugares* é construída a seguinte relação:

[...] Quem desejar estudar corretamente a ciência da medicina deverá proceder da seguinte maneira. Primeiro, deverá considerar quais efeitos pode produzir cada estação do ano, visto que as estações não são todas iguais, mais diferem amplamente tanto em si mesmas como nas mudanças. O ponto seguinte se refere aos ventos quentes e aos frios, principalmente aqueles universais, mas também aqueles peculiares de cada região. Deverá também considerar as propriedades das águas, pois tal como elas diferem em sabor e peso, também suas propriedades se diferenciam. Portanto, ao chegar a um povoado que lhe é desconhecido, o médico deverá examinar sua posição em relação aos ventos e em relação ao sol, pois uma face norte, sul, oriente e ocidente, tem cada um determinado efeito. Deverá considerar tudo isso com o maior cuidado assim como também saber onde os nativos buscam água, se usam águas pantanosas, suaves, ou então se são duras e vêm de lugares altos e rochosos, ou são salobras e ásperas. Também o solo, se é plano e seco, ou com bosques e com águas abundantes [...]

Para Cairus (2005), Hipócrates identificava a influência da organização de uma cidade/vilarejo, assim como a sua localização espacial com os elementos naturais (clima, disponibilidade, qualidade e facilidade de acesso à água, presença de vegetação) à saúde dos habitantes de cada lugar. Em relação à água, se preocupou com a observação da sua qualidade e quantidade e sugeria a análise de sua procedência. As preocupações de Hipócrates ainda são atuais, pois os órgãos públicos de controle de endemias, ainda estudam as causas e

maneiras de minimizar e erradicar alguns agravos à saúde coletiva através de ações ligadas ao saneamento do meio.

Desta forma, a implantação de estruturas de saneamento básico continua sendo umas das principais pautas mundialmente discutidas. Assim, para Pompêo & Carlos (2012, p.48) "*o saneamento básico constitui-se de um conjunto de ações que visam proporcionar níveis crescentes de salubridade ambiental em determinado espaço geográfico, em benefício da população que habita esse espaço*". Essas ações, se adequadamente implantadas, produzem efeitos positivos sobre o bem-estar e a saúde das populações beneficiadas.

A Organização Mundial da Saúde (2008) refere que a oferta do saneamento associa sistemas constituídos por uma infraestrutura física e uma estrutura educacional, legal e institucional que abrange os seguintes serviços:

- Abastecimento de água às populações com qualidade compatível a proteção da saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto;
- Coleta sanitariamente segura de águas residuárias (esgotos, sanitários, resíduos líquidos industriais e agrícolas);
- Acondicionamento, coleta, transporte e/ou destino final dos resíduos sólidos (incluindo os rejeitos provenientes das atividades domésticas, comercial e de serviços, industrial e pública);
- Coleta de água pluvial e controle de empoçamentos e inundações; gerando controle de vetores de doenças transmissíveis (inseto, roedores, moluscos, etc.);
- Saneamento dos alimentos;
- Saneamento dos meios de transporte;
- Saneamento e planejamento territorial;
- Saneamento da habitação, dos locais de trabalho, de educação e de recreação e dos hospitais; e controle da poluição ambiental - água, ar, solo, acústica e visual.

Visto isso a Lei Brasileira nº 11.445 de 2007 adota a definição de saneamento básico a partir de quatro pilares norteadores que exigem um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais, trazidos a seguir:



1º - Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades de infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a capacitação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

2º - Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até seu lançamento final no meio ambiente;

3º - Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final de lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

4º - Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades de infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana e águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final de águas pluviais drenadas em áreas urbanas.

Partindo desde os pressupostos de Hipócrates até a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008) e a Lei Brasileira nº 11.445, é possível inferir que a inexistência de saneamento básico eleva o risco de incidência de doenças. Conseqüentemente, quando existe o atendimento pleno há maior garantia de saúde à população. Sabe-se que locais onde a prática desse sistema de serviços é escassa ou inexistente ocorre uma sobrecarga nos serviços de saúde pública, reduzindo a mão de obra em jornada de trabalho, aumentando também o custo social da degradação do meio ambiente e dos recursos naturais (BRAGA, 2010).

A inexistência de cenários detentores de estruturas de saneamento básico é um problema que aflige boa parte do planeta. Atualmente bilhões de pessoas não têm acesso à água potável, cerca de 80% das doenças no mundo se relacionam com o controle inadequado da água e aproximadamente estima-se que 6 mil crianças morrem diariamente devido às doenças ligadas à insalubridade e a um saneamento deficiente (SABESP, 2010).

Segundo a ONU (2014), nesse início de século XXI cerca de 2 milhões de pessoas estão vivendo em áreas sem condições de saneamento. Mais de um milhão de pessoas no mundo não tem acesso à água potável e a cada ano morrem mais de 3 milhões de pessoas vítimas de enfermidades relacionadas à contaminação ou falta de água. Para Ban Ki-moon (secretário-geral da ONU) "*nenhuma medida fará mais em reduzir as enfermidades e salvar vidas nos países em desenvolvimento que facilitar um acesso geral à água potável e aos serviços de saneamento*" (ONU, 2014, p. 23).

No Brasil esse perfil não se difere, pois desde a chegada dos portugueses até os dias atuais a história do saneamento básico se deu de forma lenta e discreta, passando por vários percalços. As melhorias nas condições de saneamento ocorreram de forma mais perceptível somente a partir do século XIX.

Segundo Branco (1991), no século XIX até o início do século XX, as estruturas de saneamento implantadas no Brasil contribuíram para o decréscimo da mortalidade por doenças infecciosas, parasitárias e não infecciosas. Na época, buscava-se organizar o sistema de saneamento em resposta às situações epidêmicas que eram alvo de críticas sociais. Independente de identificação ou não do agente causador as medidas sanitárias eram tomadas visando à prevenção.

Seguindo esse modelo, no início do século XX até meados da década de 30, ocorreram profundas transformações políticas ao redor das questões sanitárias, elevando a saúde ao topo da agenda pública. Um episódio marcante, visando deter o avanço da febre amarela e a malária, ocorreu no Rio de Janeiro quando foram adotadas medidas radicais no controle de doenças tendo por base os experimentos científicos do médico sanitário Osvaldo Cruz. Em muitos casos, muitos navios mercantes não podiam atracar no porto do Rio de Janeiro em decorrência da morte de suas tripulações provocada, na maioria das vezes, pela insalubridade dos navios (SABESP, 2010).

Nas décadas de 50 e 60, no Brasil, surgem as primeiras classificações de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos para definição da qualidade da água, sendo instituídas nas legislações estaduais e federais. Até a década de 60 as ações de saneamento eram caracterizadas por medidas esporádicas, geralmente em função do aumento da demanda de serviço devido ao crescimento

populacional. Segundo o IBGE (2010c), a precariedade e a falta de investimentos em saneamento elevaram, nesta década, a taxa de mortalidade infantil e o surgimento de patologias originadas do baixo nível sanitário.

Heller (1997) salienta que na década de 70 a consolidação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), aprimorando os níveis de atendimento por sistemas de abastecimento de água a preocupação ambiental na agenda política brasileira, com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA. Na década de 80 enfatizou-se o olhar sobre as relações entre o sistema sanitário e a saúde, sendo intensificado e priorizado o abastecimento de água e esgotamento no meio urbano. Assim foram reformulados os mecanismos responsáveis pelo comprometimento das condições de saúde da população, sendo mais rigorosos nas condições de saneamento ofertados à comunidade (HELLER, 1997).

Para Heller (1998), nesta época o saneamento era visto unicamente como ações técnicas voltadas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário. Simultaneamente surgiram preocupações também com o saneamento dos alimentos, trabalho, poluição, habitação, ampliando desta forma o conceito de saneamento.

Nos anos seguintes, já na década de 90 e início do século XXI, foi instituído o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, sob Lei 9.433 de 1997, visando avaliar o impacto dos sistemas de saneamento ao meio ambiente, passando-se a dar maior atenção ao desenvolvimento sustentável (SODER, 2007). Durante a Conferência das Nações Unidas em 1992 a preservação e conservação do ambiente, em particular dos recursos hídricos, associado ao planejamento das ações de saneamento foi um dos temas debatidos (HELLER, 1997).

O período de 1981 a 1990 foi declarado pela ONU (2014) como a década internacional do abastecimento de água e do esgotamento sanitário, fato que estimulou uma compreensão mais aprofundada da relação entre condições sanitárias e saúde. Ainda que a importância da água limpa para a manutenção da saúde já tenha sido citada por Hipócrates, somente a partir da década de 80 foram intensificados os estudos e os trabalhos tendo como objetivo levantar os problemas de saúde brasileiros ocasionados pela ausência de condições adequadas de saneamento (HELLER, 1998).

Nessa década ficou evidenciado que os recursos hídricos e o saneamento básico são de suma importância para a manutenção da qualidade do meio, pois apesar dos ciclos hidrológicos depurarem parte da água contaminada/poluída, esse processo é limitado por espaço e tempo. Desta forma a constante contaminação do meio pela falta de saneamento básico não permite que ocorra esse processo de forma gradual e contínua, acabando por gerar um ciclo de contaminações, doenças e até mortes.

Diante do que foi abordado, no Brasil os processos e estruturas de saneamento ainda são medidas relativamente recentes. No País, a instalação de saneamento básico prioriza locais de aglomerados populacionais, ou seja, centros urbanos onde uma mesma rede é capaz de atender um maior número de indivíduos, deixando as áreas rurais (vazios demográficos) em um segundo plano de abordagem.

### **2.1.1. Saneamento Básico Rural**

Segundo último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010d) no Brasil existem cerca de 29,9 milhões de pessoas que residem em localidades rurais totalizando aproximadamente 8,1 milhões de domicílios. As alterações ocorridas nos padrões sociais e econômicos da população brasileira foram, em sua maioria, acarretados pela inversão populacional ocorrida na década de 40. Neste período a população era composta por 70% de moradores rurais e apenas 30% de moradores urbanos, na década de 60 essa proporção inverteu-se para 32% de moradores rurais e 68% urbanos. Este processo acelerou graves problemas urbanos, deixando a população rural de ser prioridade em termos de ações e políticas sociais (MARTINE, 1987).

Confirmando isso, segundo o IBGE (2010d), metade da população brasileira que se encontra em situação de extrema pobreza está no meio rural, totalizando 7,6 milhões de habitantes, 25% do total da população rural do Brasil. Segundo o Plano Brasil sem Miséria, instituído pelo Decreto nº 7.492/2011, verifica-se que a linha de extrema pobreza foi estabelecida em R\$ 70,00 per capita considerando o rendimento nominal mensal domiciliar. Deste modo, qualquer pessoa residente em domicílios com rendimento menor ou igual a esse

valor é considerada extremamente pobre. O nível de escolaridade, saúde e práticas de saneamento básico podem estar diretamente relacionados com a situação de pobreza extrema em áreas rurais.

Na última década do século XX e adentrando o século XXI, o mapa populacional se manteve estável com aproximadamente 70% da população residindo em centros urbanos e 30% em áreas rurais. Os meios de produção rural tiveram avanços técnico-científicos significativos, alicerçados em políticas públicas sólidas, enquanto as ações de proteção e prevenção à saúde no contexto rural ficaram estagnadas, esquecidas pelos programas sociais (SOLDER, 2007).

Com a mecanização do campo, uma gama populacional migrou causando os populares inchaços urbanos. Outra parte da população que permaneceu no campo empobreceu ou passou por dificuldades econômico-financeiras. Atualmente com os crescentes problemas dos grandes centros urbanos (mobilidade urbana, violência, poluição), um novo perfil migratório está em processo, onde pequenas e médias cidades estão se tornando cada vez mais atrativas para os moradores dos grandes centros urbanos. Todavia esse processo ainda não foi capaz de reverter a crítica situação do rural brasileiro.

Sendo assim, confirmando a necessidade de atenção com as áreas rurais o Plano Nacional de Saúde (2011) afirma que:

A população rural, nomeada como população do campo, aparece incluída no grupo das áreas de situação sanitária vulnerável, compreendida por agricultores e seus familiares, trabalhadores rurais assalariados e em regime de trabalho temporário, os trabalhadores rurais assentados, trabalhadores que residem em acampamentos rurais, populações ribeirinhas, população atingida por barragens e trabalhadores que moram na periferia urbana e que trabalham no campo. PNS, 2011, p. 40)

Corroborando o Plano Nacional de Saúde (2011), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNDU (2005), diz que o Brasil regrediu nas ações de saneamento com população rural, onde cerca de 1/3 desta população que vive fora das áreas urbanas não possui serviços básicos de saneamento. Devido à carência de ações de saneamento básico, a população rural está mais

exposta aos riscos de patologias infecciosas e parasitárias, adquiridas principalmente em contato com esgotos e águas contaminadas. Desta forma, o Brasil fica entre os quatro países da América Latina com piores índices de saneamento básico rural (PNDU, 2005).

A preocupação com a saúde da população rural brasileira começa efetivamente com a Liga Pró Saneamento, criada em 11 de fevereiro de 1918, em homenagem ao primeiro aniversário da morte de Oswaldo Cruz. Referindo-se às comunidades rurais do interior do Brasil, Hochmann (2006, p. 63), diz que a liga foi criada com a pretensão de:

[...] alertar as elites políticas e intelectuais para a precariedade das condições sanitárias e obter apoio para uma ação pública efetiva de saneamento no interior do país ou, como ficou consagrado, para o saneamento dos sertões.

Essa teria sido a tentativa de dar ênfase ao saneamento básico rural, ao combater três endemias (ancilostomíase, malária e mal de Chagas) que assolavam este período e conscientizar sobre os efeitos negativos que eram impostos à sociedade pela falta de saneamento (SOLDER, 2007).

A década de 30 foi marcada pelo trabalho de Saturnino de Brito, que defendia o planejamento sanitário, o aumento e incremento do número de cidades com abastecimento de água e a reorientação dos sistemas de esgoto (BRANCO, 1991). Entre as décadas de 1930 e 1940 Heller (1997) relata a elaboração do Código das Águas, representando o primeiro instrumento de controle dos recursos hídricos no país, estruturando o abastecimento público de água para muitas partes do território brasileiro. McJunkin(1986), afirma que a redução de mortes por diarreias e gastroenterites na década de 1940 foi devido a evolução da cobertura de abastecimento de água.

Estas ações que deveriam atingir o ambiente rural no decorrer do século XX passaram despercebidas. Foram ignoradas na esfera das políticas públicas sociais, mantendo-se restritas, como de costume, às ações desenvolvidas nas áreas urbanas (SOLDER, 2007). Na reflexão de Soares; Bernardes; Netto (2002), os autores salientam como imprescindível a promoção da saúde do ser humano incorporada à conservação do meio físico e biótico, evidenciando que esse

impacto é majorado na área rural, pois há uma maior proximidade entre homem e o meio.

Mesmo tendo passado quase 100 anos desde as primeiras ações efetivas de saneamento no meio rural, muitas são as regiões brasileiras que ainda sofrem com a precariedade de assistência técnica especializada e vivem em realidades sanitárias semelhantes ao início do século XX. Assim, ainda hoje o perfil de qualidade de saneamento rural difere do urbano e em grande parte dos casos apresenta índices abaixo do esperado.

O relatório da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL demonstrou conforme o PNDU (2005), que a população rural no Brasil, com acesso ao saneamento adequado, diminuiu de 37% em 1990 para 35% em 2002, tendo o pior desempenho nos países da América Latina, retrocedendo 6,3% em relação ao que deveria atingir. Para se reduzir em 50% o número de pessoas que vivem em ambiente rural, sem saneamento básico, o Brasil precisa subir 30% nos seus indicadores (PNDU, 2005).

Quando o assunto é saneamento básico rural, também são englobados diferentes parâmetros que incluem uma correta gestão do meio, ou seja, preservação de nascentes/vertedouros, armazenamento de água, destinação correta de fezes de animais, destinação correta de embalagens de insumos químicos, moradia ventilada com banheiros e/ou latrinas instaladas a uma distância adequada da fonte de água e moradia, entre outros.

Assim, não é possível generalizar e estabelecer um único padrão de rural, mas sim vários rurais, pois cada área rural tem características peculiares, com práticas culturais específicas, diferentes temporalidades, com produções agrícolas individualizadas e sobre uma geografia territorial única, ou seja, em grande parte o rural é heterogêneo. Essas especificidades exigem formas particulares de intervenção em práticas de saneamento básico, tanto no que diz respeito às questões ambientais, tecnológicas e educativas, como de gestão e sustentabilidade das ações. Essas especificidades rurais se diferem dos núcleos urbanos consolidados e não são contabilizados em pesquisas que medem a qualidade de vida da população e do ambiente, dificultando em muitos casos a melhoria estrutural sanitária dessas regiões.

Como exemplo, em áreas rurais, em função da distância dos núcleos urbanos e do alto custo de canalização de água tratada é comum ocorrer o incentivo por parte do poder público para a criação de formas de abastecimento alternativas, como a construção de poços, canalização de nascentes e a utilização de cisternas para armazenar água da chuva, entre outros. Apesar da existência desse estímulo muitas dessas instalações são construídas clandestinamente, sem a devida assessoria técnica e/ou monitoramentos que poderiam averiguar a qualidade da água consumida pela população. Heller (1998) afirma que apesar de no Brasil serem integrantes das ações de saneamento o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza pública, a drenagem pluvial e o controle de vetores de doenças transmissíveis, poucas dessas ações são desenvolvidas em ambientes rurais. Essas ações quando existentes nesse meio são basicamente atreladas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário.

Atualmente a Fundação Nacional da Saúde (Funasa) é o órgão do Governo Federal responsável pela implementação de ações de saneamento em todas as áreas rurais brasileiras, conforme estabelecido no Plano Plurianual de Governo (PPA 2012 - 2015). Ao Ministério da Saúde cabe a coordenação do Programa de Saneamento Rural bem como a elaboração de um modelo de conceitos de acordo com as especificidades dos territórios rurais brasileiros, denominado Programa Nacional de Saneamento Rural, de acordo com o expresso no Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB concluído em 2013. Desta forma, o Ministério da Saúde delega à Funasa a competência pela coordenação do Programa de Saneamento Rural (Funasa, 2014a).

### **2.1.2. Panorama atual das condições de saneamento no meio rural**

Tendo em vista as peculiaridades que áreas rurais podem apresentar, encontrar dados concisos e abrangentes quanto ao nível de saneamento oferecido a todas essas comunidades, torna-se algo complexo. Diante disso, os parágrafos que seguem elucidam através de dados um breve panorama das condições de todo o rural brasileiro.



### 2.1.2.1. Abastecimento de Água

A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. No Brasil o Sistema Único de Saúde (SUS, 2013) mostra que 80% das internações hospitalares do país são devidas a doenças de veiculação hídrica, ou seja, doenças decorrentes da qualidade imprópria da água.

O fornecimento contínuo de água assim como um ótimo índice de qualidade da mesma, são dois requisitos básicos que deveriam ser oferecidos a toda a população através dos serviços de saneamento. Nas áreas rurais, o cenário atual do saneamento apresenta grandes diferenças dos índices apresentados em áreas urbanas. Os dados trazidos pela Funasa (2014) *apud* IBGE (2010) e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (2012) demonstram que ainda são intensas as desigualdades no acesso aos serviços de abastecimento de água entre os habitantes das áreas urbanas e rurais. Segundo a pesquisa, apenas 33,2% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna (Tabela 1). Conforme Figura 2, no restante dos domicílios rurais (66,8%) a população capta água de poços protegidos ou não, diretamente de cursos da água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas (coletivas ou individuais) geralmente inadequadas para o consumo humano. Enquanto nos domicílios urbanos (93,9%) estão ligados à rede geral de distribuição de água que nem sempre é garantia de qualidade da mesma.

Para o IBGE (2010c) quando um domicílio apresenta canalização interna, significa que de alguma forma ele possui água circulando dentro da residência. No meio rural, 2,9 milhões de domicílios não possuem esse tipo de canalização, o que corresponde a 54,6% de déficit, sendo que 2,3 milhões não possuem canalização sequer na propriedade. Já nas áreas urbanas o número é menor, no entanto não menos significativo, um milhão de moradias sem canalização interna.

Tabela 1: Abastecimento de água por domicílios brasileiros (área rural versus urbana).

Área	Número total de domicílios	Domicílios ligados à rede			Outras formas		
		Com canalização interna (%)	Sem canalização interna (%)	Total (%)	Com canalização interna (%)	Sem canalização interna (%)	Total (%)
Urbana	54.020.165	93,3%	0,6%	93,9%	4,8%	1,3%	6,1%
Rural	8.828.948	29,7%	3,6%	33,2%	44,1%	22,7%	66,8%
<b>Total</b>	62.849.113	84,4%	1,0%	85,4%	10,3%	4,3%	14,6%

Fonte: Funasa, 2014 *apud* IBGE, 2010/PNAD, 2012.

Observa-se que na Tabela 1 há grande predominância em áreas rurais de outras formas de abastecimento de água tendo canalização interna (44,1%). Salienta-se que nesses casos a qualidade da água depende principalmente da proteção das fontes e de uma rede de distribuição sem risco de contaminação.

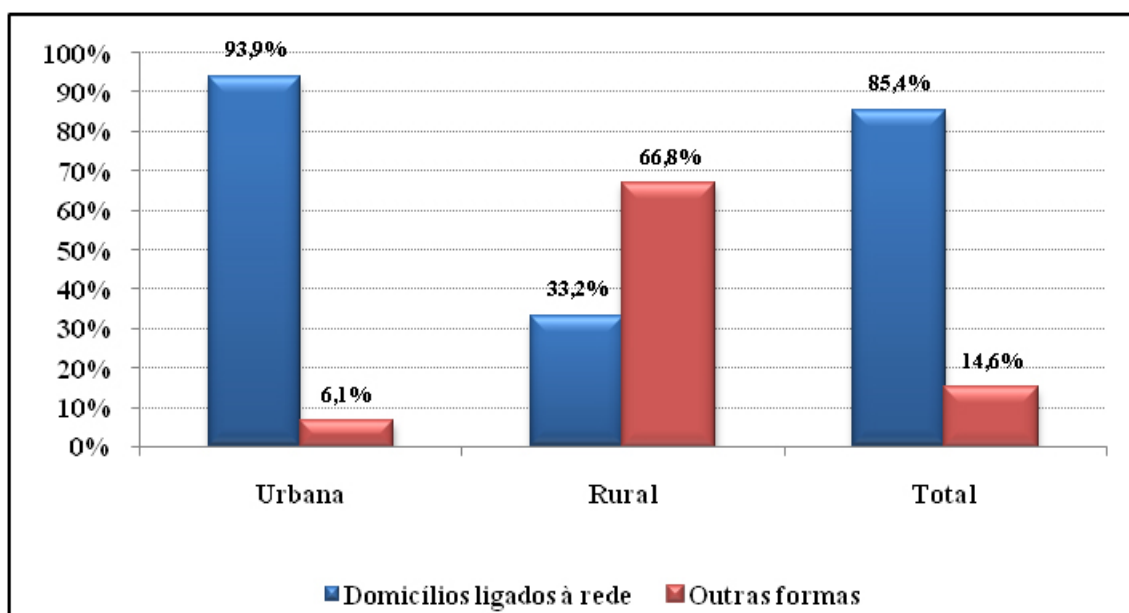


Figura 2: Abastecimento de água nos domicílios do Brasil

Fonte: Funasa, 2014 *apud* IBGE, 2010/PNAD, 2012.

A contaminação da água no meio rural pode ser algo corriqueiro. Muitas vezes a captação da água é realizada em locais não protegidos ou impróprios (perto de criações de animais, de fossas sépticas, de esterqueiras/chiqueiros). Além disso, muitos moradores não tomam medidas prévias ao consumir água, como a fervura ou a cloração. Frequentemente encontra-se no rural um senso comum equivocado de que águas subterrâneas por estarem relativamente distantes da superfície não podem ser contaminadas, já águas superficiais (lagos,

rios e arroios) podem trazer danos a saúde por estarem mais suscetíveis a qualquer tipo de contaminação. Desta forma um dos fatos que assola as áreas rurais é a falta de conhecimento e/ou instruções técnicas para um correto manuseio e aproveitamento de fontes alternativas de consumo de água, assim como ações ambientalmente corretas para a manutenção da qualidade das mesmas. A problematização quanto à contaminação da água em áreas rurais será discutida no capítulo seguinte.

A Figura 3 apresenta a cobertura de abastecimento de água dos domicílios rurais por unidade da federação. Infere-se que o fato de alguns estados recorrerem a soluções alternativas de abastecimento, em detrimento da ligação à rede, deve-se a alguns fatores tais como, demográficos (concentração de grandes propriedades e dispersão de domicílios), geológicos (disponibilidade de água subterrânea), ausência ou insuficiência de sistemas públicos de abastecimento (FUNASA, 2014a). No estado de Rondônia, por exemplo, apenas 6,4% dos domicílios rurais estão ligados à rede de distribuição de água, enquanto no Sergipe esse percentual é em torno de 61%, (Funasa, 2014 *apud* IBGE, 2010 e PNAD, 2012). Infere-se desta forma que Rondônia é o estado onde os moradores das áreas rurais mais buscam um abastecimento de água por fontes alternativas. Assim, a população pode estar exposta a águas contaminadas ou a fontes duvidosas de fornecimento caso não seja realizado um adequado trabalho de educação ambiental e técnico.

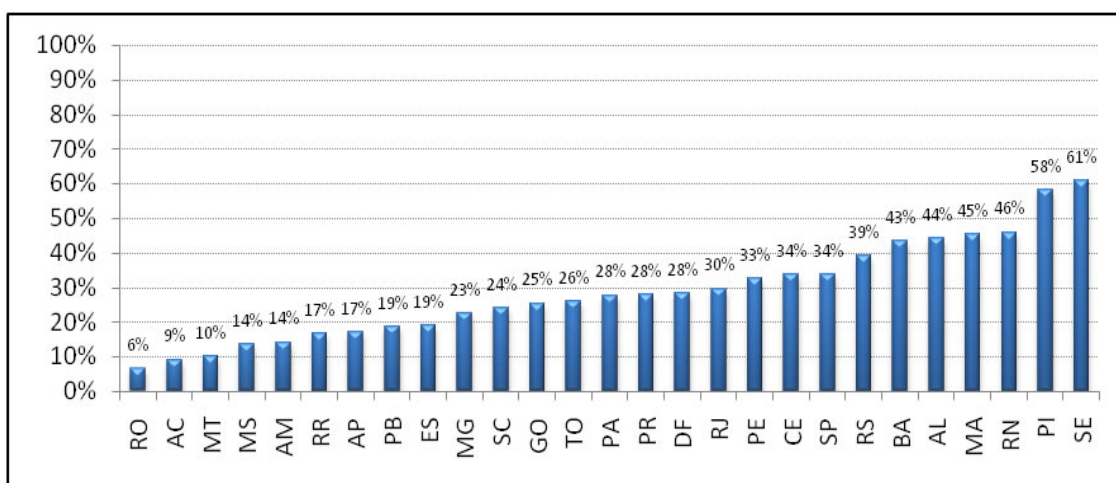


Figura 3: Percentual de domicílios rurais ligados à rede de abastecimento de água por Estado. Fonte: Funasa, 2014 *apud* IBGE, 2010/PNAD, 2012.

Segundo o Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010) do total de municípios brasileiros, 47% são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, 39% por águas subterrâneas e 14% pelos dois tipos de mananciais. O Atlas destaca que 55% municípios brasileiros podem vir a sofrer com falta de água até o ano de 2015. Problemas com a disponibilidade hídrica dos mananciais atuantes ou da capacidade de produção de água potável poderão ocorrer. Com isso muitos municípios não serão capazes de oferecer uma garantia hídrica com vista ao atendimento da população que está conectada a rede geral.

Os dados trazidos pelo Atlas (2010) estão sendo atualmente comprovados pela frequente carência de água nos grandes centros urbanos. A região Sudeste brasileira, especialmente a cidade de São Paulo, no ano de 2014 e início de 2015 demonstrou não possuir água suficiente para suprir as necessidades básicas da população. Centros urbanos e municípios periféricos, que cresceram sem um planejamento prévio também enfrentam problemas com o intermitente ou inexistente abastecimento de água. Essa problemática é consequência direta da inversão populacional (êxodo rural) e um mal planejamento urbano. No rural, áreas que não possuem um bom nível pluviométrico e/ou acesso a fontes seguras de água comprometem a produção e a saúde da população.

Em se tratando de abastecimento de água por região geográfica (Figura 4), nota-se que as áreas rurais das regiões Norte e Centro-Oeste possuem os menores percentuais de cobertura de domicílios ligados à rede de distribuição de água, por conseguinte, os maiores percentuais de domicílios que utilizam soluções alternativas de abastecimento. A região Sul encontra-se no segundo melhor posto estando atrás da região Nordeste. O fato de a região Nordeste apresentar um maior percentual de domicílios rurais ligados à rede pode ser atribuído às suas características demográficas, pois 46,7% dos domicílios rurais brasileiros estão localizados nesta região. Além disso, a distribuição de seus domicílios é menos dispersa do que nas regiões Norte e Centro-Oeste o que facilita o fornecimento desse tipo de serviço (FUNASA, 2014 *apud* IBGE, 2010 e PNAD, 2012).

Ressalta-se ainda que as primeiras ações técnico-operacionais ligadas ao saneamento como foco no rural começaram de forma efetiva na região Nordeste, mas que o fato de quase 50% dos domicílios rurais receberem água em suas

propriedades não é garantia de frequência, quantidade e qualidade da água fornecida.

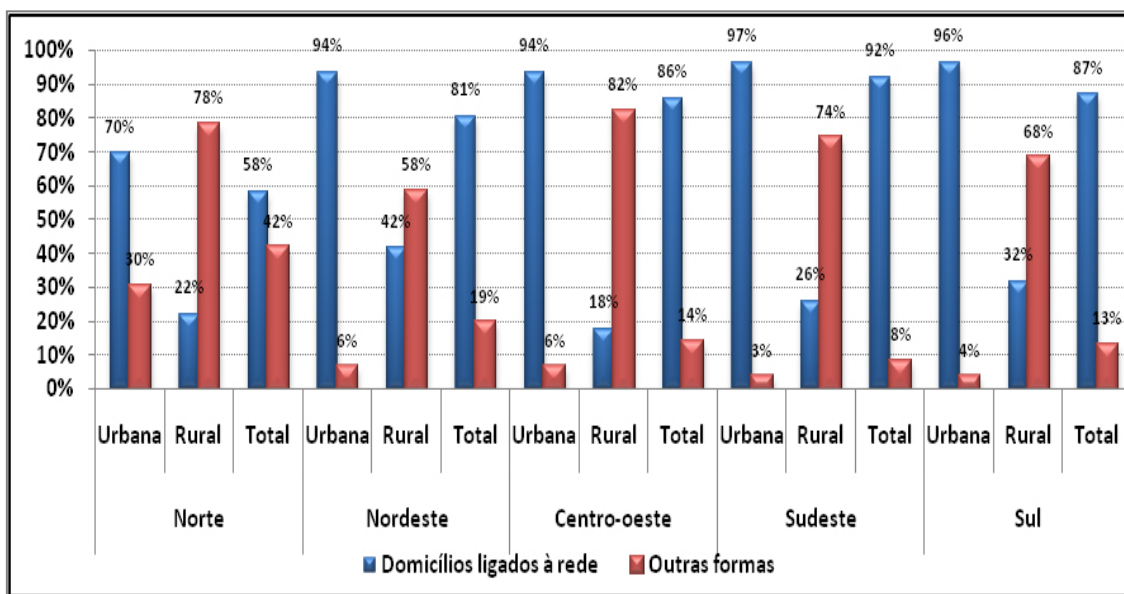


Figura 4: Abastecimento de água por região geográfica.

Fonte: Funasa, 2014 *apud* IBGE, 2010/PNAD, 2012.

Deve-se ressaltar também que dados apresentados por pesquisas ligadas ao fornecimento de água muitas vezes mostram uma interface muito superficial, pois podem não apresentar uma conformidade de estudos quanto à qualidade e quantidade de água disponibilizada a população. Conforme dados do Sisagua (2011) a qualidade da prestação de serviços no ano de 2010 apresentou um atendimento populacional para 38 milhões de brasileiros que receberam água em suas residências, proveniente de 1.046 sistemas públicos de abastecimento de água que não atendiam com plenitude o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde relativo ao parâmetro de coliformes termotolerantes. Já no ano de 2011, o número de população atendida pelo serviço cresceu para 52 milhões de pessoas, contudo com 1.043 sistemas públicos de abastecimento de água, apresentando assim uma clara desconformidade nos dados apresentados.

### 2.1.2.2. Esgotamento Sanitário

Assim como a água, o esgoto sanitário também é um dos pilares do saneamento básico e o mais deficitário no Brasil. A falta de uma rede de coleta de

águas residuais pode causar uma série ininterrupta de problemas para o ambiente e para a saúde da população (PLANSAB, 2013).

Através dos levantamentos estatísticos realizados pelo IBGE (2010c), constatou-se que antes da disposição final no ambiente, apenas 53% do volume dos esgotos coletados recebiam algum tipo de tratamento. Além disso, 35% da população brasileira fazia uso de soluções inadequadas para o afastamento de seus esgotos, ou seja: lançamento em fossa rudimentar, rio, lago ou mar, ou outro escoadouro, e/ou não tinham banheiro ou sanitário.

Em 2012 dados do PNAD demonstraram que 57,1% dos domicílios brasileiros possuíam coleta de esgoto ligada à rede geral, sendo que outros 20,7% possuíam fossa séptica. No entanto, 22,3% dos domicílios aderiam a soluções inadequadas: 16,6% eram atendidos por fossas rudimentares, 3,1% por outras soluções e 2,6% não possuíam alternativas para o esgotamento sanitário.

Ainda quanto à situação do esgotamento sanitário segundo o IBGE (2010b), existem mais dois panoramas: o primeiro aponta que aproximadamente metade da população do país dispõe de esgoto doméstico em rede de coletora de águas pluviais. O segundo, conforme IBGE (2010b), afirma que o *déficit* de atendimento por esgotamento sanitário representa uma parcela da população interligada à rede, mas não servida por sistema de tratamento, ou seja, somente 48% da população brasileira apresenta condições adequadas para disposição de seus dejetos. Os demais são representados por uma fração de rede não interligada à unidade de tratamento e por fossas rudimentares. Há também uma parcela de domicílios sem sanitário, ou com o lançamento direto dos efluentes em escoadouros de forma indevida.

A heterogeneidade de cobertura de saneamento básico brasileiro é representada por dados do Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SNIS, 2011), em que as únicas unidades da federação com mais de 70% dos domicílios urbanos atendidos com coleta de esgotos são Distrito Federal, São Paulo e Minas Gerais. As menores coberturas são Amapá, Pará, Rondônia e Piauí. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB 2008) indica que 55,2% dos municípios brasileiros tinham serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, três pontos percentuais acima do índice verificado em 2000

(52,2%). Contudo, a PNSB identificou que somente 28,5% dos municípios faziam tratamento de esgoto.

Ainda segundo a PNSB, nos domicílios urbanos, 65,5% possui acesso a rede de esgotamento sanitário. Assim, se nos centros urbanos já ocorre defasagem quanto à rede de esgotamentos sanitários, nas áreas rurais esse problema se agrava. Quando o cenário é focado nos domicílios localizados em áreas rurais o déficit é muito superior ao apresentado para o abastecimento de água. Segundo a Funasa (2014) *apud* IBGE (2010) e PNAD (2012) e conforme demonstrado na Tabela 2, somente 5,2% dos domicílios rurais possuem coleta de esgoto ligada à rede geral e 28,3% possuem fossa séptica (ligada ou não a rede coletora).

Tabela 2: Esgotamento sanitário em área urbana e rural.

Área	Total de Domicílios	Esgotamento Sanitário (% de domicílios)						Sem solução
		Rede Coletora	Fossa séptica		Fossa rudimentar	Outro	Total	
			Ligada à rede coletora	Não ligada à rede coletora				
Urbana	54.020.165	65,5%	6,7%	12,85	11,9%	2,3%	99,2%	0,8%
Rural	8.828.948	5,2%	2,7%	25,6%	45,3%	7,7%	86,4%	13,6%
Total	62.849.113	57,1%	6,1%	14,6%	16,6%	3,1%	97,4%	2,6%

Fonte: Funasa 2014 *apud* IBGE, 2010/PNAD, 2012.

Uma das muitas formas de contaminação do meio e principalmente da água no meio rural é a inexistência de sanitários. No Brasil, 1,2 milhões de brasileiros que vivem no meio rural não possuem essas instalações para que possam dispor suas excretas de forma adequada. Somente na região Sul, 114 mil domicílios não possuem essas instalações. O contraste maior ocorre na região Nordeste em que 75% do rural não possui essas estruturas (IBGE, 2010c). O fato de normalmente em áreas rurais o número de domicílios ser disperso e haver uma inexistência de rede coletora de esgotos nas áreas mais concentradas leva as famílias a recorrerem a alternativas individuais de esgotamento sanitário. Fossas rudimentares e outras soluções são adotadas por 45,3% e 7,7% dos domicílios rurais, respectivamente. Ressalta-se que em sua maioria, essas soluções são inadequadas para o destino dos dejetos, pois ocorre o despejo dos esgotos de forma *in natura* nos cursos d'água ou terrenos baldios. Além disso,

13,6% dos domicílios não dispõem de nenhuma solução de esgotamento (PNAD, 2012).

Na Figura 5 é destacado um panorama das soluções adotadas para o esgotamento em domicílios rurais, segundo a região geográfica. Destaca-se o predomínio da utilização de fossas rudimentares em todas as regiões do Brasil. No entanto, apesar da região Nordeste apresentar elevados índices de fornecimento de água, ela é falha quanto à presença de adequadas estruturas de coleta de esgoto. A região Norte também apresenta elevados percentuais de domicílios sem soluções para esgoto sanitário.

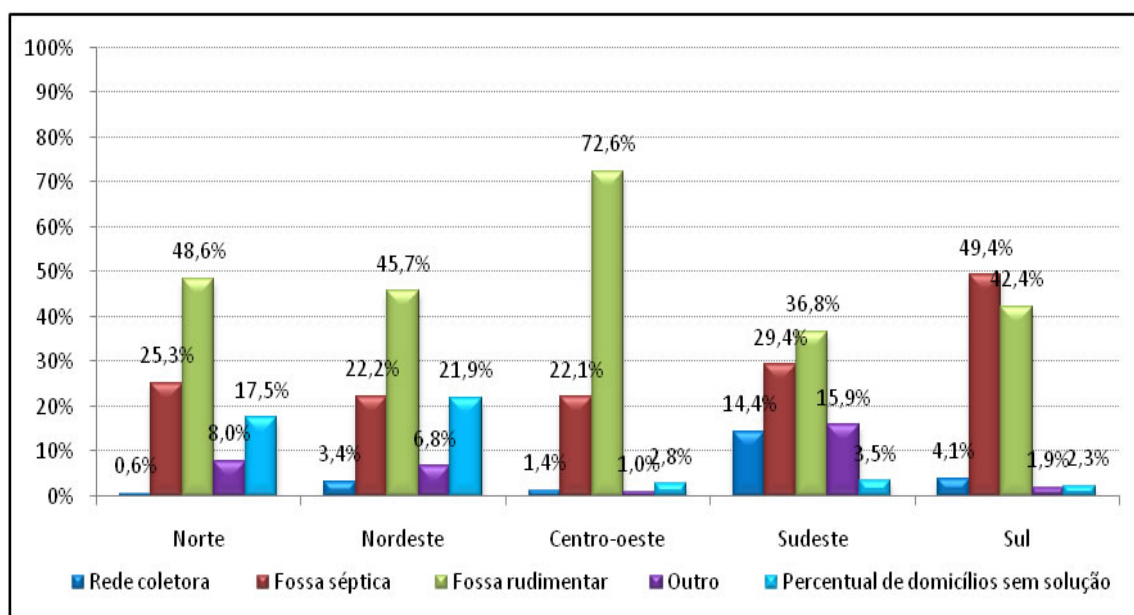


Figura 5 :Esgotamento sanitário em municípios rurais por região geográfica.

Fonte: Funasa 2014 *apud* IBGE, 2010/PNAD, 2012.

Esse panorama sobre o esgotamento sanitário, tanto na área urbana como na área rural, reflete os potenciais riscos à saúde da população, assim como demonstra a exposição dos mananciais de abastecimento de água a fontes de contaminação pontuais e difusas e a provável deterioração do meio ambiente (PLANSAB, 2013). Perante os índices apresentados ressalta-se a importância que a expansão de redes de saneamento produz sobre todos os segmentos da população. Deve-se observar que os incrementos de infraestrutura devem ser vistos como veículos efetivos de redução da pobreza (TUROLLA; OHIRA, 2010).



### 2.1.2.3. Resíduos Sólidos

O último grande pilar do saneamento básico e também considerado de suma importância assim como o abastecimento de água potável e a rede de coleta e tratamento de esgotos é o manejo de resíduos sólidos. O acúmulo inadequado desses materiais pode servir de veículo para doenças, assim como impactar de forma grosseira e por vezes irreversível o ambiente. A grande vantagem de uma boa administração de resíduos sólidos, comparada com os demais componentes do saneamento básico, são os processos de reaproveitamento, reutilização e reciclagem dos materiais descartados, que podem visar o lucro e o bem estar socioambiental.

Os índices de coleta de resíduos sólidos no Brasil não são tão alarmantes quanto os índices de água e esgoto. Mesmo assim, um grande número de domicílios ainda não é atendido por um sistema de coleta, tendo que adotar medidas emergenciais e muitas vezes danosas ao meio para poder dar fim aos resíduos. Dados da PNAD (2012) apontam que no período de 2004 a 2011, houve um acréscimo de 6,4 pontos percentuais na proporção de moradores que dispõem do tipo de afastamento dos resíduos domiciliares considerados adequados do ponto de vista sanitário.

A Funasa (2014) *apud* IBGE (2010) e PNAD (2012) cita que 93,2% dos domicílios urbanos têm acesso à coleta direta, enquanto somente 23,4% dos domicílios rurais recebem este tipo de serviço (Figura 6). Quando se trata da queima de resíduos e o ato de jogar o lixo em terrenos baldios ou logradouros nas macrorregiões brasileiras, conforme a Figura 7, é possível observar a disparidade existente entre o Sul e Sudeste em relação às demais regiões (IBGE, 2010c).

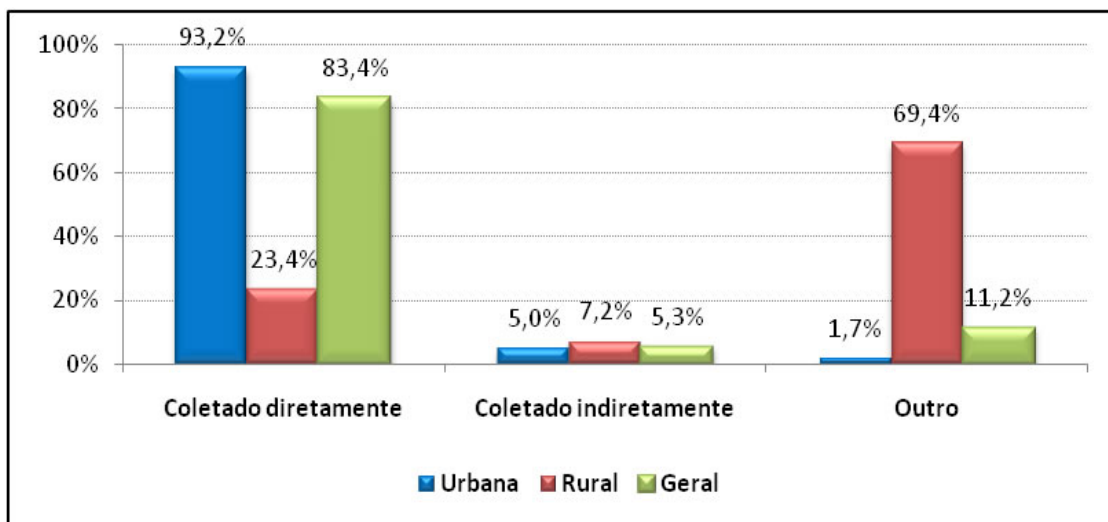


Figura 6: Destino dos resíduos sólidos nos domicílios brasileiros.

Fonte: Funasa 2014 *apud* IBGE, 2010/PNAD, 2012.

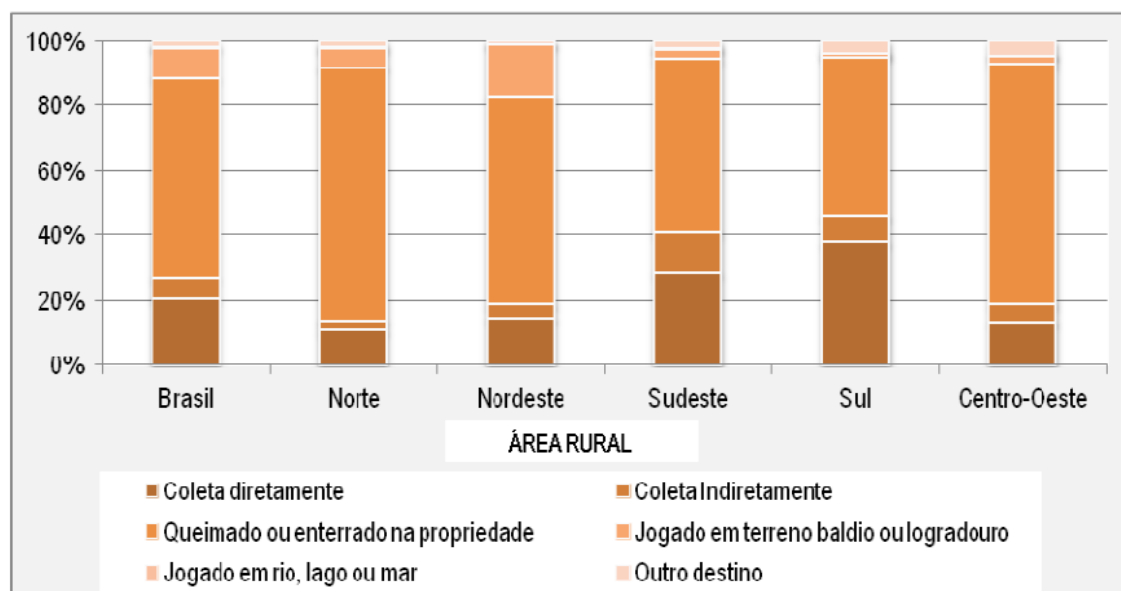


Figura 7: Variação de tipo de coleta de resíduos sólidos e soluções dadas pela população sem acesso a esse serviço

Fonte: Plansab, 2013.

Na Figura 7 observa-se que nas regiões Sudeste e Sul há uma situação melhor em termos de coleta direta, o que pode ser explicado pelo fato das políticas públicas de limpeza urbana dessas regiões também exercerem influência e atuarem em áreas rurais.

Segundo o Plansab (2013), vale destacar que a falta de atendimento nas áreas rurais não é apenas maior em termos relativos, ela também é maior em números absolutos. Os 74,4% sem solução para o afastamento dos resíduos sólidos domiciliares equivalem a 22,1 milhões de habitantes e os 10,7% não

atendidos em áreas classificadas como urbanas representam 16,7 milhões de brasileiros. Diante disso, mesmo o Brasil sendo um país urbano, tendo mais da metade da população residindo em cidades, é evidente a negligência com a qualidade de vida da população rural.

## **2.2. MODELOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO MEIO RURAL**

Inúmeras são as literaturas existentes com conceitos e sistemas que visam à melhoria da qualidade ambiental nas áreas rurais. Como já mencionado o saneamento nessas situações deve atender uma série de critérios antes de ser instalado. Pesquisas quanto ao nível pluviométrico, capacidade de filtragem do solo, proximidade com fontes de água, assim como as práticas culturais da população habitante e o número de usuários devem ser alguns dos requisitos a serem pesquisados antes da adoção de sistemas de saneamento básico.

Tendo em vista a heterogeneidade do rural existe uma pluralidade de ações de saneamento que podem ser adotadas individualmente para cada caso. Desta forma os parágrafos que seguem não tratam com profundidade cada ação de forma individual. Assim, como o foco dessa pesquisa é a contaminação da água no meio rural, são trazidos alguns exemplos mais populares para os dois principais pilares do saneamento nas áreas rurais, abastecimento de água e águas residuais.

### **2.2.1. Abastecimento de água por fontes alternativas**

Muitos são os meios para garantir uma boa qualidade da água em áreas rurais. A água pode ser encontrada em rios, lagos, olhos d'água, vertentes, lençóis freáticos, aquíferos e também pode ser captada e armazenada durante períodos de chuva. A escolha quanto à situação de captação e armazenamento de água se apresenta conforme as condições do meio.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural Administração Rio Grande do Sul (SENAR-RS, 2013), traz que as fontes de água (poços, arroios, rios, açudes) devem estar situadas na maior cota altimétrica possível, distante de locais que possam contaminá-las. As distâncias a serem observadas dessas fontes de água

aos demais equipamentos do estabelecimento rural são de no mínimo de 15 metros para privadas secas e tanques sépticos e de no mínimo 40 metros para poços absorventes, estábulos e currais.

Quando se trata de vertentes, olhos d'água ou afloramento de lençóis freáticos existem meios de proteção contra as ações externas de contaminação. Algumas cartilhas ilustrativas distribuídas pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul (EMATER/RS), abordam métodos de como gerir essas fontes de água usando manilha, ou seja, um cano de concreto armado. A cartilha intitulada Proteger as Fontes de Água é Proteger a Vida (EMATER, 1996), sugere que após a localização do olho d'água o agricultor deverá limpar e esgotar a água do local para em seguida colocar sobre a área uma camada de pedras e, acima delas, a manilha. Depois de realizado esse procedimento, um cano ladrão deve ser instalado juntamente com uma tampa de vedação, assim como a instalação de uma bomba ou torneira para a retirada da água (Figura 8).

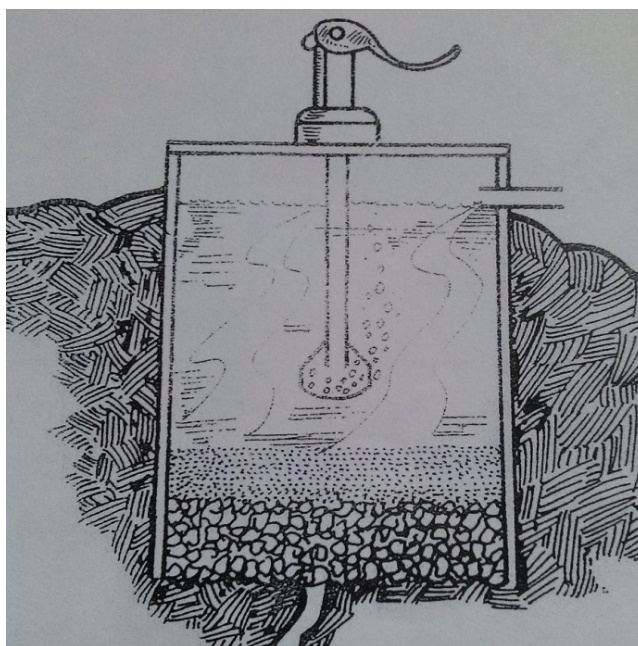


Figura 8: Sistema de proteção de nascente utilizando manilha.

Fonte: Cartilha EMATER - "Proteger as fontes de água é proteger a vida", 1996.

O SENAR (2013) argumenta que um poço raso escavado que faz uso de manilhões de concreto é a melhor técnica para contornar os inconvenientes de

desmoronamento e estes também servirão para a proteção do poço conforme a Figura 8.

Caso a fonte nasça em uma depressão de terreno, a EMATER sugere para que o agricultor abra uma pequena valeta no sentido da descarga d'água, buscando encontrar a camada de solo mais firme e em seguida preencha o espaço com pedras de tamanhos variados, cobrindo a área totalmente com um plástico grosso e terra (Figura 9).

Na obra Manual do Arquiteto Descalço, o autor Lengen (2004) sugere procedimentos que podem ser adotados durante a instalação de uma moradia no meio rural e/ou para a melhoria da mesma e de comunidades. Quanto à proteção de nascentes o autor adota um modelo, (Figura 10) muito semelhante ao apresentado pela EMATER, diferenciando-se no material aplicado, tijolos e cimento ao invés da manilha e acrescentando a necessidade de desvio das águas das chuvas.

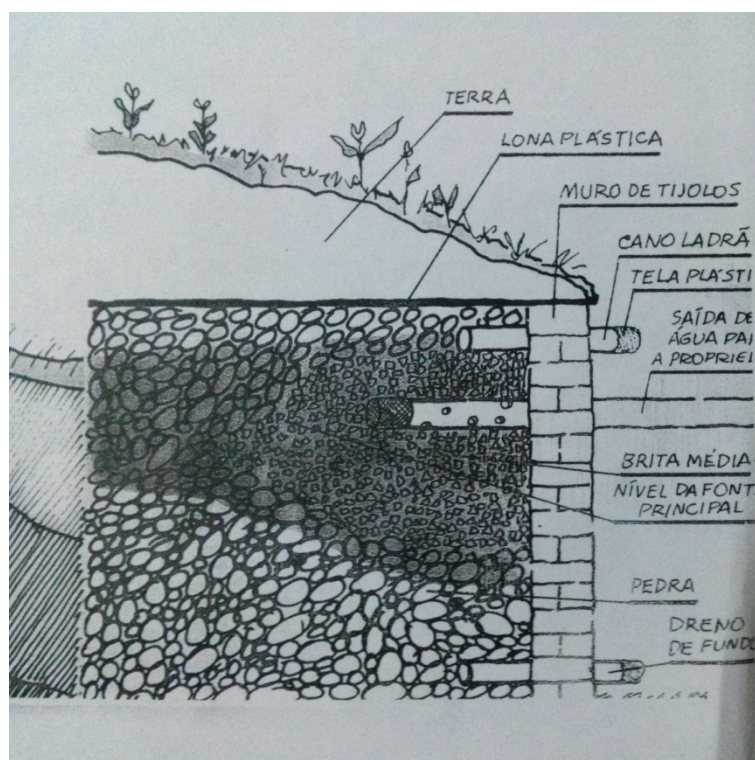


Figura 9: Sistema de proteção de nascente em terrenos inclinados.

Fonte: Cartilha EMATER - "Proteger as fontes de água é proteger a vida", 1996.

Em se tratando de água subterrânea de grandes profundidades, poços artesianos ou semi-artesianos podem ser uma boa escolha para a garantia de

água de qualidade nas áreas rurais. Essa alternativa é viável quando não existem outros meios de obtenção de água que sejam mais eficientes e seguros.

Esse perfil de poço somente se diferencia quanto à forma de retirada da água, no poço artesiano a água é lançada naturalmente para a superfície, enquanto que em um poço semi-artesiano a mesma necessita de uma bomba de sucção. Esses tipos de poços são perfurados com máquinas que atingem grandes profundidades. A perfuração de um poço demanda conhecimento técnico especializado. O furo propriamente dito pode variar de 10 a 30 centímetros de diâmetro. Normalmente durante o processo de perfuração é inserido um tubo de revestimento cuja finalidade é conter as paredes do poço. No final do tubo de revestimento um filtro é instalado, inviabilizando a passagem de eventuais materiais que por ventura estiverem presentes (ABAS, 2015).

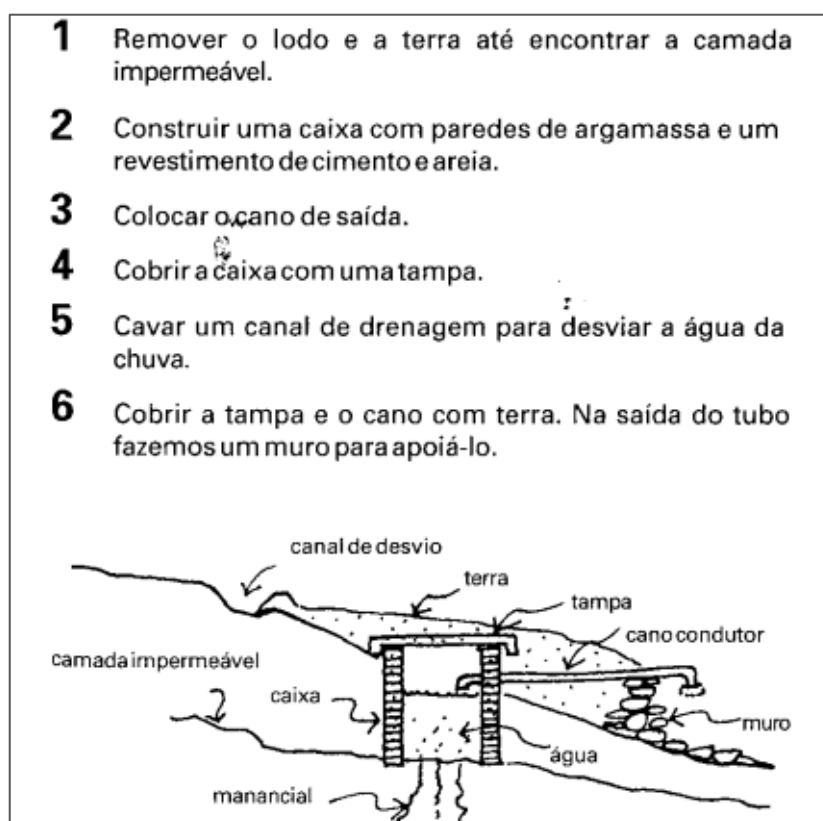


Figura 10: Sistema de proteção de nascentes.

Fonte: Lengen (2004), p.585.

Para a realização desse procedimento normativas que regulamentam o aproveitamento dos mananciais subterrâneos são individuais de cada estado da federação e consideradas antes da realização do processo. Assim como estudos

hidrogeológicos devem ser realizados para averiguar a viabilidade de utilização dessas águas.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 12244 apresenta que para a construção de um poço captador de água subterrânea tornam-se indispensáveis os seguintes elementos:

- a) projeto executivo do poço (perfil litoestratigráfico previsto, com indicação das características mecânicas das formações) descrita na NBR 12212;
- b) perfuração:
  - perfuração inicial para colocação do tubo de proteção sanitária (tubo de boca);
  - execução de furo-piloto ou furo-guia;
  - perfuração nos diâmetros e profundidades projetados;
- c) dimensionamento da coluna de tubos lisos e filtros:
  - elaboração do perfil litológico com base no exame e descrição das amostras;
  - análise granulométrica de amostras representativas;
- e) colocação da coluna de tubos lisos e filtros;
- f) colocação do pré-filtro;
- g) execução de testes de bombeamento;
- h) coleta de água para análise;
- i) serviços e obras complementares;
- j) desinfecção do poço.

Poços artesianos, semi-artesianos e rasos serão abordados com maior profundidade no capítulo seguinte.

Quanto ao tratamento de água de fontes duvidosas, Lengen (2004) sugere filtros de simples confecção que podem ser construídos de forma caseira. Um exemplo é o filtro de barril, onde na tampa solda-se um funil para a entrada da água. O filtro é composto de camadas de areias, carvão vegetal e brita. Devendo-se ocorrer a limpeza periódica na superfície da área para a retirada de sedimentos e realizar a troca da areia e o carvão conforme o uso (Figura 11).

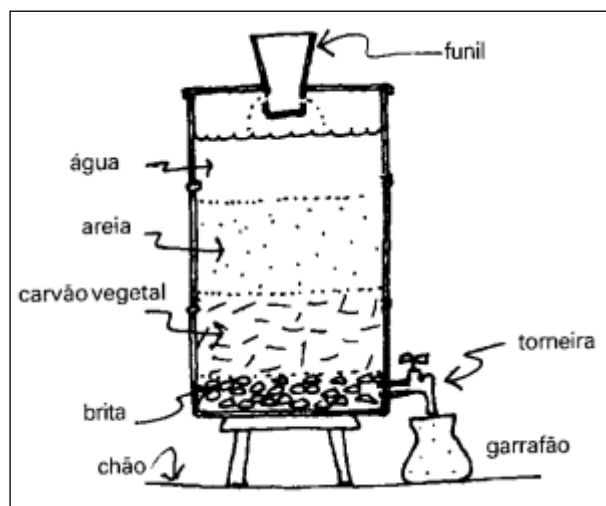


Figura 11: Filtro de Barril.  
 Fonte: Lengen (2004), p.617.

Outro modo de acumular e guardar água no meio rural é através do processo de cisternas. As cisternas armazenam, em sua maioria, água coletada por um sistema de telhados e calhas (Figura 12 e Figura 13 ). Elas devem estar próximas a casa e longe de estábulos, latrinas ou fossas e também vedadas para que não ocorra a presença de insetos e poeira. Sugere-se que a água da chuva não deva ser encaminhada diretamente para a cisterna e sim deva passar primeiramente por um filtro de brita e areia (LENGEN, 2004).

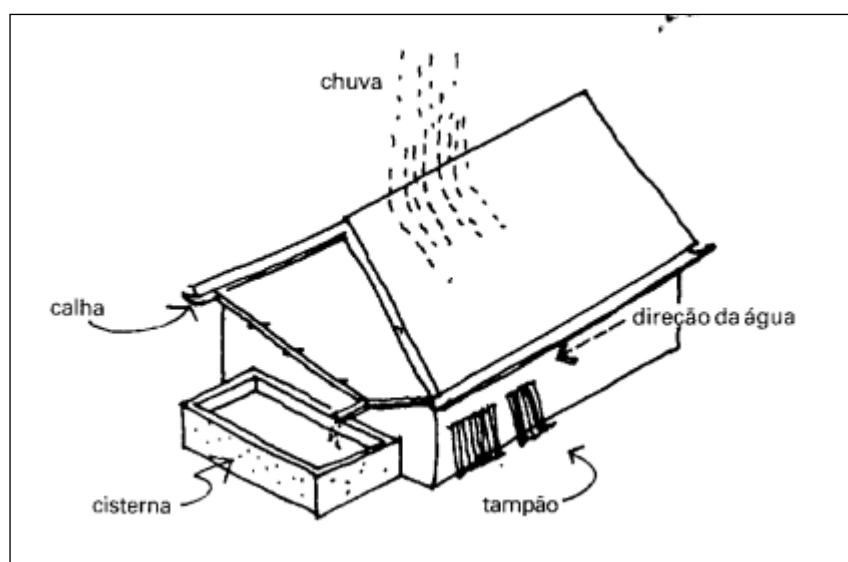


Figura 12: Domicílio com sistema de coleta e armazenamento da água da chuva.  
 Fonte: Lengen (2004), p.608.



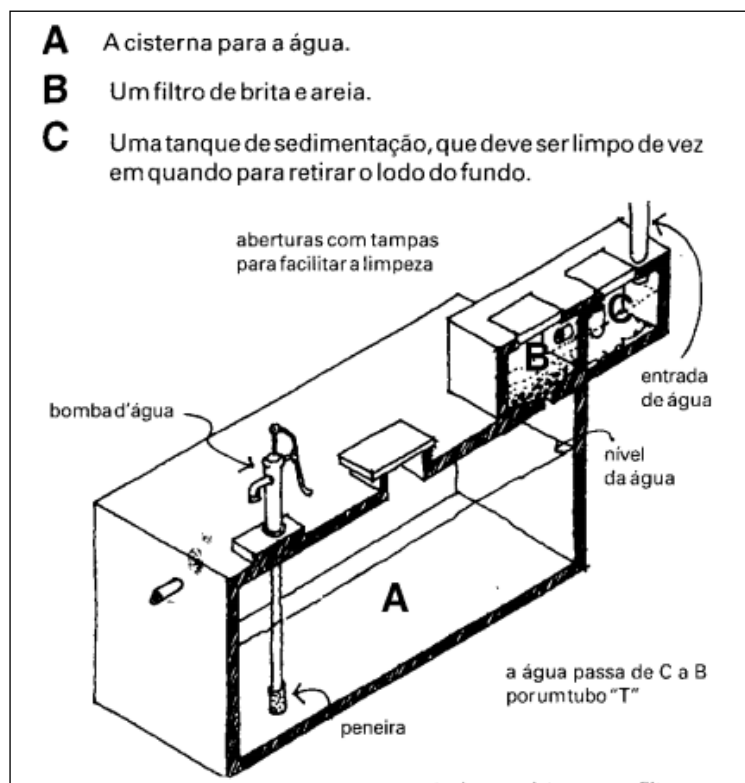


Figura 13: Corte de uma cisterna com filtros.

Fonte: Lengen (2004), p.609.

### 2.2.2. Sistema de Sanitários e Fossas

Existem basicamente dois perfis de sanitários: os que utilizam a água para eliminar dejetos e os que não utilizam. Quanto à escolha de qual modo adotar nas áreas rurais, deve-se considerar a quantidade de água existente no local e se os dejetos serão utilizados como adubo. Lengen (2004) sugere a adoção do sanitário seco, visto que o mesmo não contamina os solos nem as águas. O autor salienta mais a construção de sanitários estilo Bason, que podem ser acoplados a moradia sem a utilização de água. Dentro das estruturas do Bason é viável a combinação dos dejetos humanos com o lixo orgânico da cozinha e do jardim, transformando-se com o tempo em adubo.

O Bason é uma caixa constituída de placas de cimento possuindo uma inclinação de 30 graus em que os dejetos deslizam a uma câmara baixa onde o processo de compostagem se realiza. Ele também possui condutores de ar e um cano de ventilação que evitam maus cheiros. A Figura 14: exemplifica um modelo

de Bason inserido em um domicílio e a acoplagem do cano de eliminação de odores.

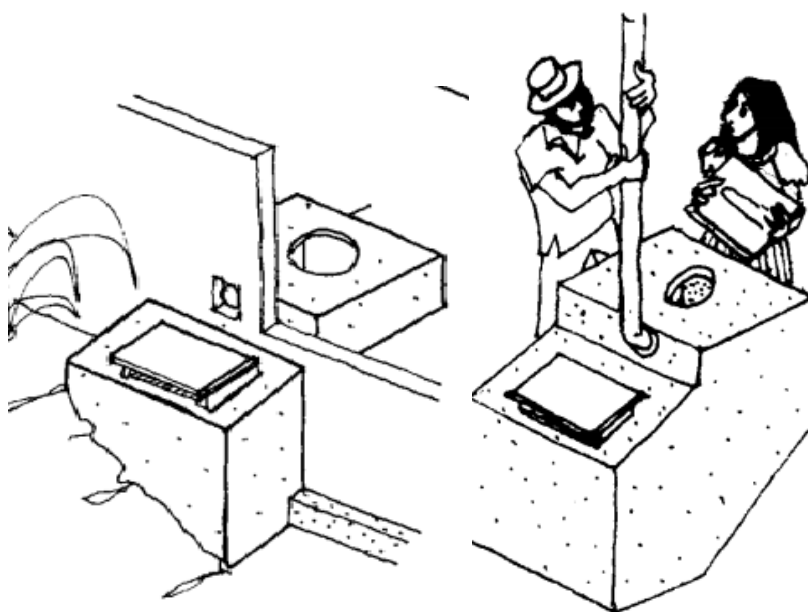


Figura 14: Processo de instalação de um sanitário estilo Bason.  
Fonte: Lengen (2004), p.659.

Ainda quanto à utilização de fossas secas, existe a popular latrina e/ou cacimba, a qual consiste em uma escavação no solo, devidamente protegida, com dimensões variadas, cercada por uma proteção de material resistente (Figura 15).

Segundo o SENAR (2013), esse sistema de banheiro deve estar a uma distância de 1,5 metros do lençol freático e possuir em torno de 2,5 metros de profundidade. A fossa deve ser revestida com material resistente (tijolos, manilha e/ou madeira). O SENAR sugere construir as paredes da latrina de madeira ou concreto e o telhado com telhas francesas, coloniais ou de zinco. Salienta-se a importância de tornar o local impermeável.

Em áreas rurais onde não existe um sistema de captação de esgotos e os banheiros fazem uso de água para a diluição dos dejetos (água negra), um conjunto de fossas deve ser instalado. O conjunto de fossa séptica consiste em um sistema de tratamento de efluentes sanitários (Figura 16 e Figura 17). As figuras exemplificam um dos vários sistemas de fossas sépticas existentes, a primeira exemplifica um projeto que pode ser comparado ao presente na moradia rural.

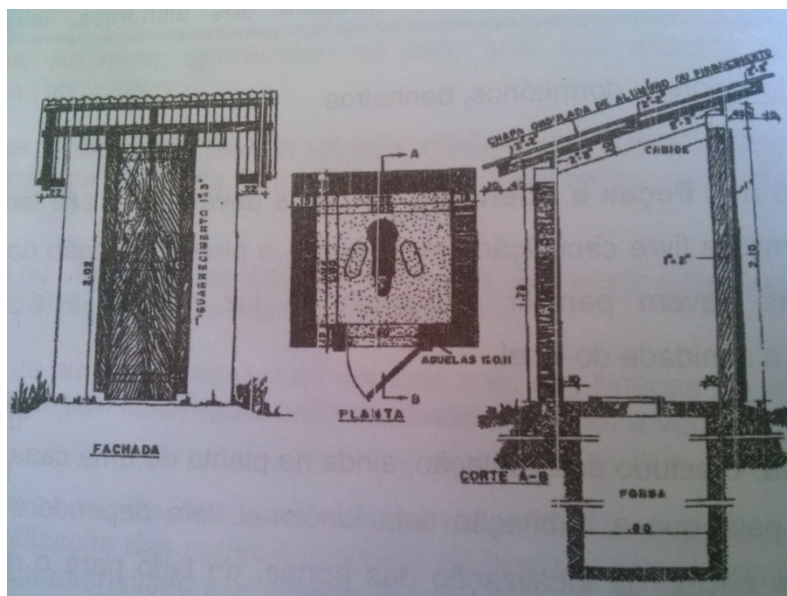


Figura 15: Projeto de construção de uma latrina e/ou cacimba.  
Fonte: SENAR (2013), p. 30.

Conforme a Norma NB-41 da ABNT, uma fossa séptica se define por ser uma unidade de sedimentação e digestão de fluxo horizontal e contínuo, destinada ao tratamento primário dos despejos domésticos. Como afirma o SENAR (2013), a instalação de uma fossa diminui a poluição de mananciais destinados ao abastecimento domiciliar, diminui também o impacto sobre a vida aquática e a poluição de águas subterrâneas, lagos, lagoas e cursos de águas.

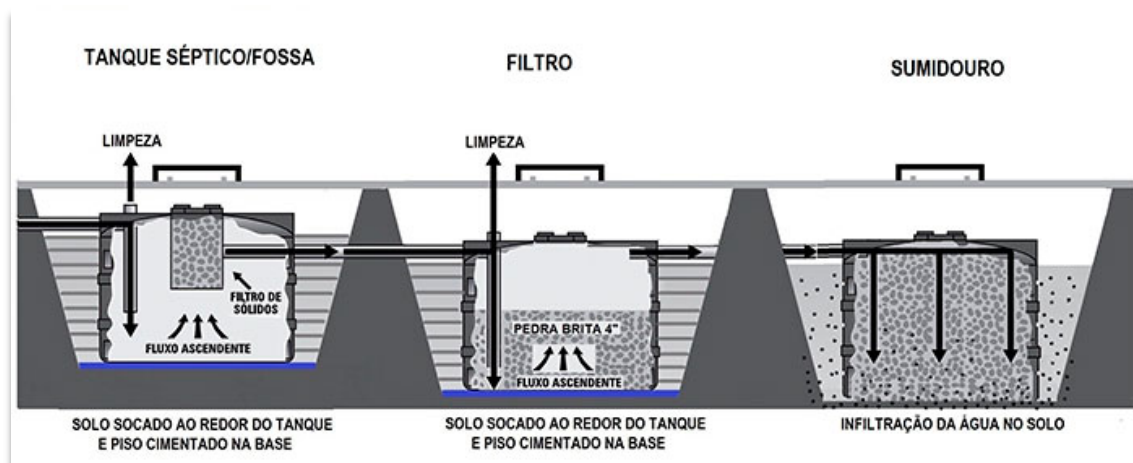


Figura 16: Projeto de conjunto de fossa séptica.  
Fonte: < <http://www.naturaltec.com.br/Fossa-Filtro-Infiltracao.html> >. Acesso: 06 de abril 2015.



Figura 17: Conjunto de fossa séptica no meio rural.

Fonte: < <http://www.redebrasilatual.com.br/cidadania/2009/12/sabedoria-que-resolve>>. Acesso: 06 de abril 2015.

Ainda conforme o SENAR (2013), a fossa séptica funciona da seguinte forma:

1º - Ocorre a retenção do esgoto por um período que varia de doze a vinte quatro horas.

2º - Simultaneamente a fase anterior ocorre a decantação, onde a parte sólida do esgoto divide-se e deposita-se no fundo da fossa, formando uma substância semilíquida denominada lodo. Parte dos sólidos que vão ao fundo são formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases são retirados na superfície livre do líquido, no interior da fossa, os quais são comumente denominados espuma.

3º - Tanto o lodo como a espuma são atacados por microorganismos, em sua maioria bactérias, provocando uma destruição total ou parcial de outros organismos causadores de doenças.

4º - Em um último momento ocorre um processo de redução de volume, pois a ação de microorganismos resulta na formação de gases e líquidos que acaba por diminuir a quantidade de sólidos que adquirem características estáveis capazes

de permitir que o afluente líquido das fossas sépticas possa ser lançado em melhores condições de segurança do que as do esgoto bruto.

5º - A saída do efluente normalmente é direcionada para um sumidouro ou poço absorvente, que será explicado na sequência.

Muitos municípios possuem suas próprias normativas para a instalação de fossas, mas é a ABNT quem determina as bases para a instalação das mesmas. É a localização geográfica e as condições do público alvo, que determina as especificidades do projeto a serem consideradas.

Outro problema nas propriedades rurais são as chamadas águas cinzas, provenientes de pias, tanques e chuveiros. Essa água é sobrecarregada por sabões e detergentes que acabam por contaminar solos, águas superficiais e subterrâneas. O método mais utilizado para o correto encaminhamento dessas águas é a construção de uma caixa de gordura a fim de reter a gordura das águas servidas. Caso a gordura não seja retida, a mesma tende a fixar-se nas paredes da fossa séptica dificultando seu funcionamento. Desta forma, assim que as águas cinzas passarem pela caixa de gordura, a mesma deverá ser encaminhada para uma fossa e da fossa para um sumidouro.

Dependendo da situação do domicílio, muitas águas cinzas saem da caixa de gordura diretamente para um sumidouro. O sumidouro ou fossa absorvente consiste em uma abertura no solo, cujas dimensões devem variar de acordo com a quantidade de líquido a ser recebido ou com o tipo de solo do local (porosidade) impedindo a contaminação dos arredores da moradia. O sumidouro deve ser revestido por material resistente, tijolos, por exemplo, com 30 centímetros de brita ao fundo e com distância de 1,5 metros da água subterrânea SENAR (2013).

Outro fim que pode ser dado as águas cinzas é por meio do jardim filtrante (Figura 18). A Embrapa (2015) sugere que logo após a água cinza passar por uma caixa de gordura, ela pode ser encaminhada para um jardim filtrante em que as plantas atuam como verdadeiros filtros.

Resumidamente a Empresa sugere a construção do jardim da seguinte forma: inicialmente cava-se um buraco com meio metro de profundidade devendo ser revestido por uma lona. Ele deve estar de acordo com o número de moradores do domicílio (1 a 2 metros quadrados por morador). A lona deve ser recoberta por brita e a brita deve ser recoberta por uma camada de areia grossa

que ficará acima do nível da água. O último passo constituiu-se de ornamentar o jardim com plantas aquáticas. Concluída a passagem da água cinza pelo jardim, a mesma poderá ser encaminhada para uma vala de infiltração e/ou sumidouro, pois estará pronta para voltar ao meio sem ser danosa. .

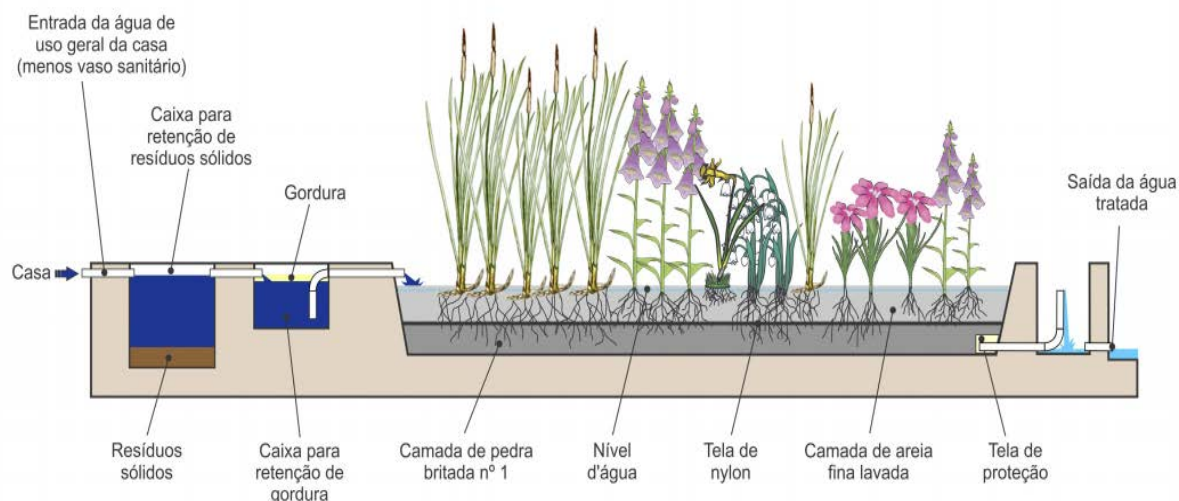


Figura 18: Jardim Filtrante

Fonte: EMBRAPA, 2015

Em se tratando de saneamento básico rural, outro grande problema ligado à proliferação de pragas e à contaminação da água são os dejetos de animais. O resíduo básico dos estábulos e currais (água, fezes, urina e sangue), geralmente lançados sem qualquer tratamento, no solo, nos lagos, nos rios, favorece a proliferação de insetos e exala gases com mau cheiro, além de alterar o ciclo natural das águas danificando fauna e flora que vivem nesses locais. No entanto, várias alternativas de manejo e tratamento desse subproduto têm sido desenvolvidas e testadas para amenizar seus efeitos sobre o meio ambiente (FREITAS, 2008).

Segundo Menegat (2009) o Rio Grande do Sul destaca-se pela elevada exportação de suínos e aves, pois anualmente são exportadas mais de vinte mil toneladas de carne suína de primeira qualidade. O autor questiona o impacto ambiental da criação de toneladas de suínos vivos para atingir essa cifra, indaga também quanto a excrementícia que essa manada produz e o qual o destino da mesma. O mesmo, segundo ele, vale para a avicultura, pois não existe um controle e práticas para o tratamento de todo esse excrementício, que na maior parte dos casos, é jogado sobre o solo ou utilizado sem cuidado como adubo.

O resultado dessa prática, segundo o autor, é a contaminação de aquíferos por coliformes fecais numa escala sem dimensões. Grande parte da produção de suínos é feita na região do planalto onde estão as zonas de nascentes dos principais rios do estado. Ou seja, as nascentes e os aquíferos dessa região estão sendo contaminados por coliformes fecais, não sendo mais quase possível beber água cristalina nesses locais.

Segundo o autor algumas populações que dependem de poços precisam adicionar cloro à água, que acaba ficando com gosto de "água de cidade". Por essa razão muitas comunidades não adicionam cloro e com isso, estão se contaminando aumentando os problemas de saúde.

Desta forma, o manejo dos dejetos de animais torna-se fundamental para o planejamento e implantação de sistemas de confinamento (bovinos, suínos, ovinos, aves). Os novos sistemas devem observar as seguintes premissas: (a) utilização de recursos, atendendo as taxas permitidas pelo meio; (b) situar atividades em áreas e em ecossistemas com uma alta capacidade de suporte; e (c) a emissão de efluentes de determinada atividade não ultrapasse a capacidade de assimilação do meio ambiente (sistemas semi-intensivos e extensivos, por exemplo) (SILVA E MAGALHÃES, 2001).

Algumas técnicas e equipamentos destacam-se para o tratamento e/ou disposição dos resíduos de animais, como: biodigestores, esterqueiras e bioesterqueiras, compostagem e vermicompostagem (adubação), reutilização como ração, lagoas de estabilização, etc (MERTEN & MINELLA, 2002).

Muitas vezes o esterco é amontoado em áreas próximas ao estábulo, o que faz com que ele perca grande parte de suas características de adubo orgânico. O uso de esterqueiras para armazenagem de dejetos de bovinos é uma alternativa de baixo custo para a tentativa de impedir que os dejetos sejam carregados para os cursos d'água subterrâneos e/ou superficiais.

As esterqueiras diminuem a ação de contaminação do meio e o composto gerado pode ser utilizado como fertilizante em lavouras, hortas, pastagens, pomares, jardins e outros lugares. Outra grande vantagem desse processo é que durante a fase de curtimento a elevada temperatura proveniente da fermentação (ação das bactérias) destrói a maioria das sementes e germes que podem ser causadores de doenças (FREITAS, 2008).

Nas literaturas existentes são citados dois modelos mais populares de esterqueiras (para líquidos ou para sólidos) o que define a escolha é o estado físico do dejetos e a finalidade que se pretende dar a ele.

Esterqueiras para dejetos líquidos são chamadas de chorumeiras e normalmente são utilizadas em propriedades que não possuem problemas com água. A água que é utilizada para limpar currais gera um líquido composto (fezes+urina+água) que pode ser canalizado até a chorumeira. Existem muitos perfis de chorumeiras. Algumas possuem formatos de pequenos lagos sendo vedadas por lonas e outras, segundo Freitas (2008), enterradas com o fundo compactado com laje de concreto armado e as laterais resistentes a desmoronamentos.

O autor deixa claro a importância de a chorumeira estar coberta para evitar proliferação de insetos. O composto tende a estar pronto para ser utilizado no período de 3 a 6 meses, dependendo do diâmetro e da profundidade da chorumeira. Com a finalização do processo, em qualquer chorumeira, o material é retirado por sucção e transportado para um local apropriado para a sua dispersão.

A esterqueira para a utilização dos dejetos sólidos é largamente utilizada como sistema de composto (curtimento do esterco com restos orgânicos sobrepostos em camadas sobre o solo). As esterqueiras para material sólido (somente fezes) são bem aceitas pelos produtores que têm pouca disponibilidade de água e não possuem equipamento como trator e carreta-tanque. Existem muitos modelos de esterqueira e a escolha quanto ao tipo a ser adotada depende do número de animais na propriedade, assim como das condições financeiras do agricultor. A Figura 19 e Figura 20 apresentam uma esterqueira de pequeno porte e uma chorumeira com grande capacidade de armazenamento.

Os resíduos gerados por animais podem ainda ser encaminhados para biodigestores. A utilização de um biodigestor permite gerar energia (biogás). Os resíduos retirados de um biodigestor apresentam alta qualidade, podendo ser utilizados como fertilizantes agrícolas (SENAR, 2013).





Figura 19: Esterqueira para pequenas propriedades rurais.

Fonte: <http://www.brasil-europa-consulting.com/esterco-de-boi.html>. Acesso. 15 fev. 2015



Figura 20: Chorumeira para propriedades elevado número de animais.

Fonte: [www.aviserra.com.br](http://www.aviserra.com.br). Acesso. 15 fev. 2015

O biodigestor, além de produzir gás, limpa os resíduos não aproveitáveis de uma propriedade agrícola e gera biofertilizante, além de ser considerado por Turdera (2003, p. 235) "*um poço de petróleo, uma fábrica de fertilizantes e uma usina de saneamento, unidos em um mesmo equipamento*". O biodigestor consegue trabalhar com qualquer tipo de material que se decomponha biologicamente sob a ação das bactérias anaeróbias que são as responsáveis pela geração do gás metano.

Os resíduos de animais são o melhor combustível para os biodigestores, pelo fato de já virem carregados de bactérias anaeróbicas provindas do sistema

digestivos dos mesmos (BONTURI & DIJK 2012). Existem muitos modelos de biodigestores e assim como a chorumeira e a esterqueira, o modelo a ser adotado depende da produção da propriedade e das condições financeiras de cada proprietário. A Figura 21 a seguir, apresenta um biodigestor estilo canadense construído com a supervisão da Embrapa. Além desse modelo existe o modelo chinês e o indiano que são também popularmente utilizados.



Figura 21: Construção de um modelo canadense de biodigestor.  
Fonte: EMBRAPA, 2010

### 2.3. O SANEAMENTO BÁSICO RURAL NO ÂMBITO DA LEGISLAÇÃO

O saneamento básico nas áreas rurais requer abordagens próprias e distintas das convencionais adotadas nas áreas urbanas, tanto na dimensão tecnológica, quanto na da gestão e na relação com as comunidades.

As ações de saneamento em áreas rurais visam reverter uma situação ainda crítica, promovendo também a inclusão social dos grupos sociais minoritários, mediante a implantação integrada com outras políticas públicas setoriais, tais como saúde, habitação, igualdade racial e meio ambiente (PLANSAB, 2013).

As entidades responsáveis pela prestação de serviços de saneamento básico, planejamento, regulação, fiscalização e controle social no meio rural são o Ministério da Saúde (MS), Ministério das Cidades (MCidades), Ministério do Meio Ambiente, Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Entidades de Ensino e Secretarias Municipais.

Essas entidades são responsáveis por financiar em áreas rurais medidas de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias domiciliares e de educação ambiental, visando sempre uma integração do saneamento. Assim como ações voltadas ao desenvolvimento social educacional e de combate à fome.

A Política Federal de Saneamento Básico, instituída pela Lei 11.445/2007, tem como uma de suas diretrizes a garantia de meios adequados para o atendimento da população rural, mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares. O Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab, cuja elaboração é prevista na Lei nº 11.445/2007, aprovado em dezembro de 2013, sob a coordenação da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades orienta através de diretrizes os procedimentos pelos quais os municípios devem gerir o seu saneamento básico.

Segundo o Plansab (2013), entre 1995 e 2011 os investimentos realizados nos serviços de abastecimento de água e de esgoto consumiram uma média de R\$ 7,5 bilhões/ano. Um cenário é previsto para o ano de 2033: alcançar a universalização do saneamento básico para todos os brasileiros, ou seja, um investimento médio de R\$ 15,2 bilhões anuais, praticamente o dobro investido de 1995 até 2011. Conclui-se que se as políticas atuais mantiverem o mesmo ritmo de investimento a universalização somente será alcançada em um período de 40 anos, ou em 2053, provavelmente com tecnologias atrasadas, dispendiosas e sem investimentos em manutenção. De acordo com o Plansab (2013), a coordenação do Programa de Saneamento Rural é responsabilidade do Ministério da Saúde por meio da Fundação Nacional de Saúde (Funasa).

Atualmente a Funasa e o Ministério da Saúde, em consonância à Política Federal de Saneamento Básico, estão implantando o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). O PNSR, conforme os princípios e diretrizes do

Plansab, tem como objetivo promover o desenvolvimento de ações de saneamento básico em áreas rurais com vistas à universalização do acesso, por meio de estratégias que garantam a equidade, a integralidade, a intersetorialidade, a sustentabilidade dos serviços implantados e a participação e controle social (Funasa, 2014a). Portanto a participação social e a integração de ações entre Governo Federal, Estados e Municípios são fundamentais para a construção e implementação do programa.

### **2.3.1. Leis Estaduais e Municipais**

No estado do Rio Grande do Sul a Lei estadual nº 12.037, de 19 de dezembro de 2003, dispõe sobre a política estadual de saneamento e dá outras providências. Tem por finalidade disciplinar o planejamento e a execução das ações, obras e serviços de saneamento no estado respeitando as atribuições e competências constitucionais dos entes federados (EMATER, 2015). Associada a Lei existe o Programa Estadual de Saneamento para Pequenas Comunidades do Governo do Estado do Rio Grande do Sul/Secretaria de Habitação, Saneamento e Desenvolvimento Urbano/Departamento de Saneamento.

Assim sendo, quanto aos resíduos sólidos, a criação da Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ela dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos assim como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, que ficam sob a responsabilidade dos geradores e do poder público.

Essa lei inabilita a existência de lixões, sendo autorizada somente a utilização de aterros sanitários ambientalmente corretos. Assim, os materiais passíveis de reaproveitamento, reciclagem ou tratamento por tecnologias economicamente viáveis (como resíduos recicláveis ou orgânicos) não podem mais ser encaminhados para a disposição final. Para dispensar rejeitos em aterro sanitário, os municípios devem possuir um bom sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo coleta seletiva e tratamento de resíduos orgânicos, por exemplo, de forma a enviar o mínimo possível para o aterro sanitário.

Quanto à gestão dos resíduos sólidos no Rio Grande do Sul quem regulamenta as diretrizes para os municípios é a Lei nº 9.921, de 27 de julho de

1993. O art. 1º define que a segregação dos resíduos sólidos deve ocorrer na sua origem, visando ao reaproveitamento e sendo responsabilidade de toda sociedade, e deverá ser implantada nos municípios mediante programas educacionais e projetos de sistemas de coleta segregada.

No município de Caxias do Sul (no qual está inserida a área de estudo dessa pesquisa), quando uma bacia hidrográfica assume o papel de fornecer água para o município, como é o caso da bacia hidrográfica em estudo, ela é automaticamente submetida a uma regulamentação mais rigorosa e específica, ou seja, a Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005, conhecida popularmente como "Lei das Águas". Essa lei estabelece conceitos e funções da *Zona das Águas*, ou seja, sob todas as bacias de captação, acumulação e abastecimento do município de Caxias do Sul, disciplinando o uso e parcelamento do solo para estes espaços, entre outras providências. A Lei das Águas, entre outras atribuições, também rege sobre o manejo e a produção de resíduos gerados nas bacias de captação.

O artigo 29 da seção III estabelece proibições quanto à destinação e utilização de resíduos sólidos, sendo assim a população residente na bacia do arroio Marrecas está expressamente proibida de dar as seguintes destinações a seus resíduos:

- I - lançar *in natura* ou queimar a céu aberto;
- II - lançar em cursos d'água, poços, mananciais, drenagens e arroios;
- III - dispor em áreas erodidas, terrenos baldios e outros locais impróprios;
- IV - lançar em sistemas de drenagem de águas pluviais, esgotos, bueiros e assemelhados;
- V - armazenar inadequadamente, e
- VI - utilizar para alimentação animal e adubagem orgânica em desacordo com legislação específica.

Em Caxias do Sul a Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul (CODECA) é responsável pelo recolhimento e correta destinação dos resíduos municipais. Em agosto de 2007, a CODECA implantou o sistema de containerização e coleta mecanizada de lixo orgânico e seletivo nas ruas centrais

do município. Sendo as áreas rurais atendidas, na maior parte dos casos, por caçambas de serviço de limpeza.

Ainda quanto à questão de resíduos sólidos nas áreas rurais do município de Caxias do Sul, a Secretaria Municipal da Agricultura, Pecuária e Abastecimento possui o projeto denominado "Saneamento Básico Rural". O projeto de saneamento básico rural fornece uma cartilha explicativa (Anexo 1), que é distribuída aos agricultores. A cartilha, entre outras atribuições, fornece instruções quanto ao descarte de embalagens de agrotóxicos e demais resíduos produzidos nas propriedades. Esse projeto já foi altamente divulgado em várias esferas midiáticas e também visa outros pequenos projetos: a água potável nas propriedades rurais, a proteção das fontes de água e águas servidas de qualidade.

O projeto tem como um das linhas principais a orientação técnica para a manutenção e construção de fontes alternativas de abastecimento de água, visando conduzir as ações do proprietário para garantir a manutenção da cobertura vegetal e o bom uso dos recursos hídricos (matas ciliares, nascentes, banhados, arroios e rios). A orientação ocorre quando um agricultor solicita acessória técnica à prefeitura e a mesma fornece mão de obra especializada e maquinário, cabendo ao agricultor o fornecimento de materiais. Mesmo com a parceria existente entre prefeitura e agricultor, a parte que cabe ao agricultor por vezes acaba por impedir a conclusão do projeto em virtude dos gastos financeiros despendidos.

No Rio Grande do Sul a lei estadual que gerencia o uso da água foi criada em 30 de dezembro de 1994, Lei 10.350 e regulamenta o artigo 171 da Constituição Estadual. Essa lei, também conhecida como a Lei das Águas estipula o seguinte:

- estabelece os objetivos, princípios e as diretrizes da política estadual de recursos hídricos;
- cria o sistema, definindo objetivos e instituições;
- trata dos instrumentos de planejamento (Plano Estadual e Planos de Bacia) e dos instrumentos de gestão (outorga e cobrança pelo uso da água). Entre outras demais atribuições.

Assim na busca de soluções para a melhor gestão da água no estado, criou-se o Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul. Este Sistema se fundamenta num modelo de gerenciamento caracterizado pela descentralização das decisões e pela ampla participação da sociedade organizada em comitês de bacias e gestões públicas municipais. Assim, mesmo que o Rio Grande do Sul seja o detentor do domínio das águas (superficiais e subterrâneas) de seu território, conforme determina a Constituição Federal, ele compartilha a sua gestão com a população envolvida (SEMA, 2015). Integram o Sistema de Recursos Hídricos, o Conselho de Recursos Hídricos, o Departamento de Recursos Hídricos, os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica e as Agências de Região Hidrográfica, além do órgão ambiental do Estado e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

Em Caxias do Sul, a lei que gestiona e regula o uso que deve ser realizado nas bacias hidrográficas municipais é a Lei Complementar nº 246, que é mais rigorosa, restritiva e específica para a região do que a lei estadual.

O capítulo XIII, art. 70 da referida lei traz que o poder público deverá propiciar instrumentos de gestão que permitam assegurar o caráter multiplicador das ações de conscientização relativas à preservação das áreas de bacia, ou seja:

- § 1º A educação ambiental deve ser assegurada de forma institucional, multidisciplinar, junto a redes de ensino, através de programas, oficinas e seminários.
- § 2º A participação da comunidade nos processos de intervenção nas áreas de bacias é fundamental para garantir a salubridade ambiental.
- § 3º É de iniciativa do Poder Público conscientizar a população quanto a importância da água superficial e subterrânea.

Em Caxias do Sul, o abastecimento de água é realizado pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), criado em 1966. O SAMAE é uma autarquia da prefeitura que há mais de 40 anos presta serviços à comunidade nas áreas de abastecimento e saneamento.

Para melhor compreender a atuação desse órgão no município de Caxias do Sul assim como as suas atribuições nas áreas rurais e nas bacias de captação de

água, nos parágrafos que seguem será explanado as atribuições e deveres do SAMAE.

Em 5 de janeiro de 1966, o Poder Legislativo de Caxias do Sul aprovou e sancionou a Lei municipal 01474 criando a entidade de autarquia municipal, o SAMAE, com personalidade jurídica própria. Segundo a referida Lei compete ao SAMAE a sua ação em todo o município, o artigo 2º traz as seguintes atribuições:

- Estudar, projetar e executar, diretamente ou mediante contrato com organizações especializadas em engenharia sanitária, as obras relativas à construção, ampliação ou remodelação dos sistemas públicos de abastecimento de água potável e de esgotos sanitários;
- Atuar como órgão coordenador e fiscalizador da execução dos convênios firmados entre o município e os órgãos federais ou estaduais para estudos, projetos e obras de construção, ampliação ou remodelação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotos sanitários;
- Operar, manter, conservar e explorar, diretamente, os serviços de água potável e de esgoto sanitário;
- Lançar, fiscalizar e arrecadar as taxas dos serviços de água e esgoto e as taxas de contribuição que incidirem sobre os terrenos beneficiados com tais serviços;
- Exercer quaisquer outras atividades relacionadas com os sistemas públicos de água e esgotos compatíveis com leis gerais e especiais.

Conforme a lei, quando foi identificada a necessidade de construir mais um sistema de captação de água municipal o SAMAE foi o órgão responsável por executar os procedimentos para que tal obra ocorresse. Desta forma ele implantou o Sistema Marrecas que é formado por um conjunto de adutoras de água bruta e tratada, uma estação de tratamento de água e uma barragem. O SAMAE (2014) afirmou que o manancial garantirá o abastecimento para 250 mil caxienses nos próximos anos (PACUERA, 2012), no entanto, conforme informações do órgão, (SAMAE, 2014) os moradores da bacia hidrográfica não são atendidos por esse sistema de fornecimento de água.



O SAMAE é órgão responsável pela organização espacial da bacia do arroio Marrecas assim como a salubridade ambiental da mesma. Para que ocorra esse gerenciamento territorial o SAMAE se embasa principalmente na Lei das Águas, que informa os tipos de estruturas permitidas e o uso que poderá ser dado ao solo.

O art. 1º e o art. 3º da Lei das Águas resumem a importância da qualidade ambiental dada às bacias. O primeiro artigo traz que *"A água é um recurso natural cuja disponibilidade é limitada, e como tal as áreas de bacia de captação e acumulação constituem-se em espaços cuja função social prioritária é a preservação das águas dos seus mananciais."* O terceiro artigo corrobora com o primeiro, ressaltando a importância de dimensionar a densificação populacional, *"Considerando sua função primeira, as bacias de captação são áreas de densificação mínima, sendo que alternativas de sustentabilidade serão permitidas de acordo com o grau de impacto que gerarem"*.

Sabe-se que a água constitui-se um bem público, onde toda pessoa física ou jurídica tem direito ao acesso e utilização, cabendo ao poder público a sua administração e controle. No Rio Grande do Sul para obter a licença de perfuração de poço e posteriormente à outorga do uso da água (regularização do poço perante o órgão competente), primeiramente deve-se elaborar um projeto de construção.

O projeto deve conter uma ampla pesquisa investigatória para se determinar as possibilidades de sucesso do empreendimento em função da geologia do local e da demanda requerida. A localização do poço, de preferência, deve ser definida onde as chances para se obter água sejam as melhores, e sempre, realizado por profissionais especializados. No Rio Grande do Sul, a outorga é concedida pelo Departamento de Recursos Hídricos (DRH) e pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA).

O Decreto Estadual nº 37.033/96 que regulamenta a outorga de direito de uso da água no Rio Grande do Sul, define-a como sendo "um instrumento de gestão dos recursos hídricos que o Poder Público dispõe para autorizar, conceder ou permitir aos usuários a utilização desse bem público". É através dela que o Poder Público promove a harmonização entre os múltiplos usos, garantindo a

todos os usuários o acesso aos recursos hídricos subterrâneos, conforme a disponibilidade de cada bacia hidrográfica. É através desse instrumento que se assegura que as atividades humanas se processem em um contexto de desenvolvimento socioeconômico sustentado, assegurando a sua disponibilidade aos usuários atuais e às gerações futuras, em padrões adequados de qualidade e quantidade.

Em Caxias do Sul quanto a medidas alternativas de abastecimento de água a perfuração de poços tubulares profundos é regida pela Lei Municipal nº 5.885 de 29 de julho de 2002, regulamentada pelo Decreto Municipal nº 11.334 de 03 de julho de 2003 que criou o cadastro municipal de poços tubulares profundos.

O cadastramento do poço acontece em duas etapas distintas. Primeiramente o interessado deverá informar ao SAMAE a intenção de perfuração de um poço tubular profundo devendo anexar um estudo técnico, indicando o local pretendido para a locação e informar a finalidade de uso que será dada a água. O SAMAE através da seção de pesquisa e monitoramento realizará a vistoria no local, emitirá um parecer técnico referente aos aspectos e restrições ambientais (fontes poluidoras, existência de outros poços) e informará se há rede de abastecimento público no local.

Na segunda etapa o SAMAE é responsável por emitir uma certidão solicitando ao Departamento de Recursos Hídricos do Estado (DRH) autorização para perfuração. O DRH analisará a documentação enviada e emitirá ou não a autorização. Na sequência o SAMAE emitirá um documento atestando o cadastramento do poço. A partir desse documento o requerente solicitará outorga de uso da água ao DRH do estado e com autorização da outorga o consumo de água poderá ser efetivado.

Para poços antigos, ou seja, já perfurados e operantes, o SAMAE orienta a contratação de uma empresa especializada ou um profissional habilitado para resgatar as informações do poço através de um trabalho técnico especializado. A outorga de uso deverá ser encaminhada à regularização pelos mesmos processos descritos para a perfuração de poços novos.

Quanto à orientação de construção de poços rasos ou contenção de nascentes o SAMAE não possui diretrizes de orientação, cabendo a Secretaria Municipal da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Em se tratando de saneamento, em Caxias do Sul, Capítulo IV, art. 13, da Lei das Águas outorga que nas bacias de captação e abastecimento "*todas as atividades, independentemente do porte, terão sistema de tratamento de efluentes, de acordo com diretrizes e fiscalização do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, sem prejuízo ao Licenciamento.*".

Desta forma, no que se refere ao sistema de esgotamento sanitário doméstico rural, o SAMAE disponibiliza as referências técnicas para a execução individual. Para a confecção da caixa de gordura o SAMAE segue a Norma Técnica Brasileira 8160:1999. Já para fossa séptica, o SAMAE disponibiliza um modelo genérico e outros modelos mais específicos conforme o número de pessoas residentes no domicílio.

Atualmente Caxias do Sul está ampliando sua rede de esgotos, o município conta com dez estações de tratamento de esgotos (ETE) para atender uma população com mais de meio milhão de habitantes (SAMAE, 2014). A Figura 22 elucida um dos perfis solicitados pela cartilha de Saneamento Básico Rural.

Quanto à saúde da população, conforme Artigo 12 do Ministério da Portaria da Saúde nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, Seção III - Das Competências das Secretarias de Saúde dos Municípios cabe:

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano;

III - inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s);

V - garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados, de acordo com mecanismos e os instrumentos disciplinados no Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005.

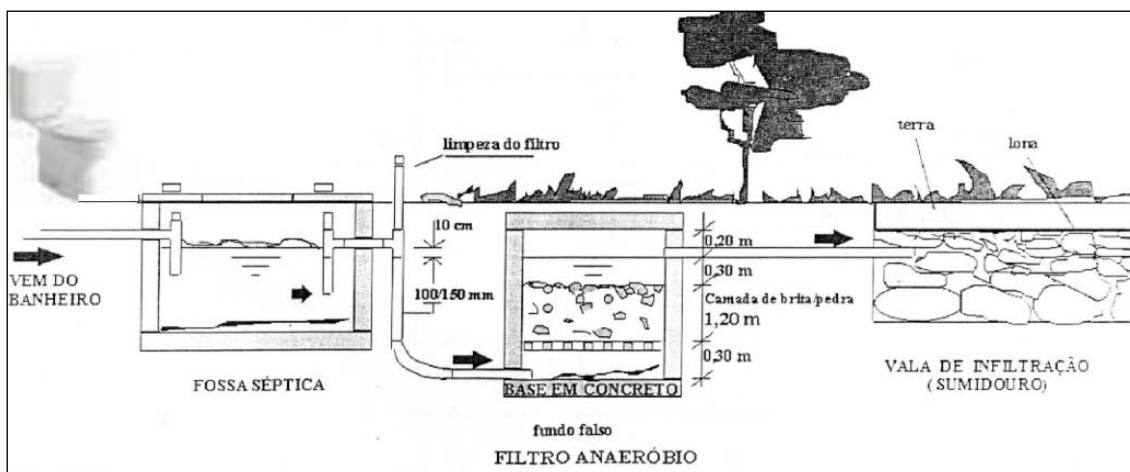


Figura 22: Conjunto de tratamento de esgoto doméstico em área rural para água proveniente de banheiro.

Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul - Cartilha de Saneamento Básico Rural, Caxias do Sul. 2015

### 2.3.2. Ferramentas municipais para a aplicabilidade da lei.

Para estar em consonância com a lei, a Secretaria Municipal de Saúde do Município de Caxias do Sul (SMS) conta com o setor de Vigilâncias em Saúde, cujo principal objetivo é a análise permanente da situação de saúde da população. As vigilâncias visam à organização e execução de práticas em saúde adequadas ao enfrentamento dos problemas existentes. Esse setor é composto pelos seguintes departamentos: Vigilância Ambiental, Epidemiológica e Sanitária. A seguir uma breve descrição da relação de cada departamento com a qualidade da água da região e a saúde da população (PACUERA, 2012).

A Vigilância Ambiental da SMS trabalha com o controle de doenças transmitidas por vetores, tais como roedores, mosquitos, cachorros, entre outros, estando estes em grande parte ligados a água e práticas domésticas inadequadas (Quadro 1).

A Vigilância Epidemiológica trabalha na investigação e controle de patologias virais e bacterianas acometidas pela população, muitas delas também transmitidas por água contaminada (Quadro 2).

A Vigilância Sanitária trabalha em parceria com a Vigilância Epidemiológica. Ela atua na vistoria, fiscalização e liberação de alvarás dos estabelecimentos da região. Também trabalha com a educação e orientação

sanitária (Quadro 3). As propriedades que atuam como pequenas empresas (comercialização de carnes, queijo, leite, compotas) devem possuir um aval da vigilância sanitária, incluindo uma análise da qualidade da água quando essa for proveniente de poço.

O serviço de saúde do distrito de Vila Seca é realizado pela Unidade Básica de Saúde (UBS) localizada na Rua Ilário Balbinotti, 132. A UBS é a referência da população na busca de cuidados para seus problemas, bem como atenção as suas necessidades básicas de saúde.

O distrito também conta com o Programa de Saúde da Família (Ministério da Saúde) entendida como uma estratégia de reorientação do modelo assistencial, operacionalizada mediante a implantação de equipes multiprofissionais em UBS. Essas equipes são responsáveis pelo acompanhamento de um número definido de famílias, localizadas em uma área geográfica delimitada. As equipes atuam com ações de promoção da saúde, prevenção, recuperação, reabilitação de doenças e agravos mais frequentes, na manutenção da saúde desta comunidade e são essas equipes que muitas vezes solicitam ao poder público uma análise da qualidade da água da propriedade, ou orientam a população a adotar medidas de preventivas ao consumo de água *in natura*. No Distrito de Vila Seca, duas agentes da saúde da família realizam este trabalho (PACUERA, 2012).

Quadro 1: Serviços prestados pela Vigilância Ambiental

SERVIÇO	QUEM SOLICITA	ONDE AUTORIZA	AÇÃO/ONDE REALIZA
Controle de roedores	Denúncia Alô Caxias	Vigilância Ambiental	" <i>In loco</i> " para fiscalização sanitária
Plano de erradicação do vetor da dengue	Denúncia Alô Caxias	Vigilância Ambiental	Agentes do Programa de Combate à Dengue
Controle do borrachudo	Formulário, telefone e Alô Caxias	Vigilância Ambiental	Programa Combate ao Borrachudo

Fonte: Adaptado de: PACUERA, 2012.

Quadro 2: Serviços Prestados pela Vigilância Epidemiológica

SERVIÇO	QUEM AUTORIZA	ONDE REALIZA
Notificação de Agravos	Vigilância Epidemiologia	Nos Serviços de Atendimento ao Paciente, Usuários e Profissionais de Saúde
Investigação Epidemiológica	Vigilância Epidemiologia	Nos serviços ou domicílio
Sorologia para identificação viral ou bacteriana: Sarampo, Rubéola, Meningite, Hepatite Viral, Leptospirose, Dengue, Malária, Paralisia Infantil e Hantavírus	Vigilância Epidemiologia	Coleta nos Serviços de Atendimento ao Paciente e Envio ao LACEN - POA
Vacinas de Rotina	Vigilância Epidemiologia	UBSs e Ambulatório Central/UCS
Imunobiológicos Especiais	Vigilância Epidemiologia	Solicitação pelas UBSs e outros serviços e profissionais de saúde. Aplicação nas UBSs.

Fonte: Adaptado de: PACUERA, 2012.

Quadro 3: Serviços Prestados: Vigilância Sanitária

SERVIÇO	QUEM SOLICITA	ONDE AUTORIZA	AÇÃO/ONDE REALIZA
Denúncias (Alô Caxias)	Formulário do protocolo geral da prefeitura	Protocolo geral da prefeitura	Fiscalização do local pela Vigilância Sanitária e Vigilância Ambiental.
Investigação de intoxicações alimentares (DTAs)	Por telefone; por notificação Epidemiológica ou pessoalmente à Vigilância Sanitária e/ou Epidemiológica	Vigilância Sanitária e Vigilância Epidemiológica	Fiscalização da Vigilância Sanitária e investigação Epidemiológica
Educação sanitária; orientações gerais sobre legislação sanitária pertinente	Contribuinte	Vigilância sanitária	Vigilância Sanitária e núcleo de educação permanente em saúde (NEPS). Pré-visitórias.

Fonte: Adaptado de: PACUERA, 2012.

## 2.4. ÁGUA, O ELEMENTO FUNDAMENTAL

A água foi a responsável pelo surgimento da vida no planeta Terra e ainda hoje continua sendo um elemento essencial nos ciclos vitais dos seres vivos. A água encontra-se disponível nas mais variadas formas, recobrando cerca de 70% da superfície do planeta. Todos os organismos vivos necessitam de água para sobreviver e é a quantidade e a qualidade dela no meio ambiente um dos fatores para a formação e caracterização dos diferentes tipos de ecossistemas existentes. A água disponível em nosso planeta deve ser considerada saudável para a vida, ou seja, deve ser capaz de suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos (BRANCO, 1991).

Para o progresso da humanidade, a água foi a direcionadora da distribuição do homem sobre o planeta. A água sempre esteve presente, servindo como um elemento chave da sobrevivência, enquadrando-se desde as necessidades básicas até a construção e a conquista de impérios. A água orientou migrações populacionais, assim como propiciou surgimento ou desaparecimento de civilizações. O correto manuseio dos recursos hídricos permitiu que civilizações se abastecessem de alimentos e exportassem o excedente, criando riqueza, e associando a água a um bom padrão de qualidade de vida.

Nas sociedades atuais, são muitos os usos dados à água, tais como: consumo humano, dessedentação de animais, irrigação de plantações, processos industriais, geração de energia, aquicultura, lazer, navegação, além de outros (ANA, 2010). Atualmente, as formas de utilização da água são as mais variadas, o que gera uma diferenciação quanto ao padrão de qualidade, ou seja, a água para consumo humano deve ter um padrão diferenciado de qualidade e estar isenta de organismos patogênicos (causadores de doenças), já esses mesmos critérios não são exigidos para áreas de navegação, por exemplo (BRANCO, 1991).

Em muitos casos, acontecem os chamados conflitos pela água. Os conflitos ocorrem quando uma mesma fonte de água é utilizada para diversos fins. Uma água pode ter valor nulo como ambiente ecológico, mas presta-se perfeitamente ao uso para a refrigeração de máquinas, navegação ou produção de energia elétrica. Além disso, águas cloradas que servem para o consumo

humano, não são ambientes saudáveis para a manutenção da vida aquática, mas ao contrário, águas contaminadas por organismos patogênicos podem, entretanto, se constituir em um ambiente favorável a peixes e animais de vida aquática (BRANCO, 1991).

Esta pesquisa trabalha com água destinada ao consumo humano, analisando a qualidade da água subterrânea proveniente de poços em áreas rurais. Nos locais onde essa prática é mais frequente, muitas vezes os poços são perfurados em áreas onde não existe um saneamento básico rural apropriado.

#### **2.4.1. Águas Subterrâneas**

A água em nosso planeta encontra-se desigualmente distribuída em reservatórios naturais, como, em oceanos, geleiras, calotas polares, aquíferos, lagos e rios, na atmosfera e na biosfera. Estima-se que, de toda a água existente no mundo, os oceanos e mares representam 97,218%, ficando 2,7861%, para toda a água doce existente na terra. Deste último total, 0,01% são as águas superficiais; 0,05% estão na umidade do solo, 0,62% representam as águas subterrâneas e 2,15% geleiras (FUNASA, 2014a). Desta forma e para os meios tecnológicos que dispomos atualmente, a água subterrânea representa 98% de toda água doce, de boa qualidade e acessível mediante os meios tecnológicos adequados. Portanto, as águas subterrâneas vêm se constituindo em importante alternativa para abastecimento de comunidades rurais e urbanas, sendo utilizada tanto para uso agrícola, quanto industrial (CAPUCCI *et al.*, 2001).

Para Eckhart *et al.* (2009) a água se converte em subterrânea na medida em que a água proveniente da chuva atinge a superfície do solo e é retida em depressões dos terrenos ou escoada superficialmente ao longo de talvegues, podendo se infiltrar na superfície por efeito de gravidade, da atração molecular ou efeitos de capilaridade. A percolação da água varia conforme o tipo de terreno encontrado em seu caminho, algumas formações facilitam a infiltração, pois apresentam vazios relativamente importantes e contínuos facilitando o fluxo descendente.

Para Filho (2008), a água subterrânea é uma solução diluída de inúmeros elementos e compostos sólidos, líquidos ou gasosos em proporções diversas,



provenientes do ar (durante o processo de condensação e precipitação), dos solos e das rochas (nas quais circula ou é armazenada) e do contato com atividades humanas, ou seja para o autor as sociedades também estão atuando na composição, manutenção, qualidade e quantidade das águas subterrâneas.

Press *et al.* (2008, p. 320), resume esse processo da seguinte forma "*a água torna-se subterrânea quando as gotas da chuva se infiltram no solo e em outros materiais superficiais não-consolidados, penetrando até mesmo em rachaduras e fendas do substrato rochoso*". As camadas que armazenam e transmitem a água subterrânea são os aquíferos e na medida em que a água vai penetrando no solo, ocorre um processo de filtragem. Desta forma a água armazenada nos aquíferos é extraída para consumo humano através de perfuração de poços que a bombeiam para a superfície.

Filho (2008, p. 383) relata que "*nos aquíferos, devido à lenta circulação das águas subterrâneas e a capacidade de absorção dos terrenos, uma contaminação pode levar muito tempo até manifestar-se claramente*". O autor diz que o notável poder e depuração dos aquíferos, em relação a muitos contaminantes, e o grande volume de água que armazenam, fazem com que as contaminações somente se manifestem muito lentamente. Em outras palavras, os aquíferos são muito menos vulneráveis à poluição do que as águas superficiais. Contudo, produzida a contaminação, a recuperação, dependendo do tipo de contaminante, pode levar muitos anos e até mesmo tornar-se economicamente inviável.

Para Press *et al.* (2008), os aquíferos são imensos reservatórios de água subterrânea que armazenam cerca de 25,9% de toda a água doce do planeta. Capucci *et al.* (2001) divide os aquíferos em:

- Aquíferos granulares ou porosos: a água está armazenada e flui nos poros dos solos e das rochas sedimentares de estrutura granular. Exemplo: arenitos e aluviões.
- Aquíferos fissurais: a água circula por fraturas, fendas e falhas nas rochas cristalinas. Exemplo: granitos, gnaisses e diabásicos.
- Aquíferos cárstico ou cavernoso: a água se faz presente e circula pelas aberturas ou cavidades causadas pela dissolução das rochas. Exemplo: calcários e mármore.

Rebouças (2006) trás que a água desses aquíferos pode circular de forma confinada e não-confinada. Nos aquíferos não-confinados, a água percola através de camadas de permeabilidade relativamente uniformes, que se estendem até a superfície, tanto em áreas de descarga, como em áreas de recarga. O nível do reservatório num aquífero não-confinado obedece à altura da superfície freática. A prática de construção de cisternas ou poços escavados de profundidade rasa é comum em locais onde ocorre o afloramento do nível freático na superfície (olhos d'água ou nascentes).

Quando um aquífero encontra-se entre camadas relativamente impermeáveis, tanto no sotoposto quanto no sobreposto, impedindo a percolação da água, forma-se um aquífero confinado. Desta forma, o aquífero somente sofrerá recarga quando houver precipitação sobre a área de recarga, frequentemente caracterizada por rochas aflorantes em regiões de maior altitude e morfologicamente elevadas (PRESS *et al.* 2008).

Para o Manual de Construção de Poços Tubulares Profundos, fornecido pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2014b), os principais fatores que intervêm na quantidade e qualidade das águas subterrâneas presentes nos aquíferos são:

- Precipitação superficial;
- Constituição geológica e natureza das camadas;
- Estrutura geológica;
- Extensão areal contribuinte;
- Zona de recarga.

Sendo assim, a utilização dos recursos hídricos subterrâneos para o uso doméstico, rural e industrial vem aumentando substancialmente nas últimas décadas. Muitos são os países que atualmente dependem deles para cobrir grande parte da demanda de água potável. Normalmente esses reservatórios possuem água de boa qualidade para o uso humano (água potável), devido ao processo de filtragem exercido por solo, rochas e por reações biológicas e químicas naturais. No entanto, em diversos países em desenvolvimento, porções importantes da população ainda carecem de sistemas seguros de abastecimento de água, acabando por consumir uma água subterrânea de qualidade duvidosa e/ou contaminada.

### 2.4.1.1. Poços

A utilização de água subterrânea remonta há mais de 4.000 anos a.C., nesta época, os antigos chineses já perfuravam poços com centenas de metros de profundidade. A exploração da água subterrânea era conhecida também pelos persas e pelos egípcios que já utilizavam poços para se abastecer (ABAS, 2015).

Segundo a Funasa (2014b), atualmente, na Europa, o sistema de abastecimento de água da população depende em 75% da água subterrânea. Em países como a Dinamarca, Suécia, Bélgica, Alemanha e Áustria essa dependência representa 90%. A água subterrânea abastece 100% dos núcleos urbanos da Argélia, 58% do Irã e 50% nos Estados Unidos. No Brasil estima-se que 50% das cidades são abastecidas por água subterrânea. O Estado de São Paulo é o maior usuário nacional, com 70% nas cidades e 90% nas indústrias.

O termo poço artesiano data do século XII, ano de 1.126, quando foi perfurado na cidade de Artois, França, o primeiro poço artesiano. A partir disso, os franceses, através dos trabalhos de Vallesière em 1.715 e La Métherie em 1.791, estabeleceram os fundamentos geológicos para a compreensão do movimento e armazenamento das águas subterrâneas (FUNASA, 2014b).

Para Demetrio *et al.* (2008) um poço artesiano ocorre em aquíferos confinados, pois é quando a própria pressão sofrida pela água é capaz de levá-la até a superfície. Assim sendo, em qualquer ponto do aquífero, a pressão é equivalente ao peso de toda a água do aquífero que está acima dele, e caso ocorra a perfuração em um ponto mais baixo que o nível freático da área de recarga, a água fluirá naturalmente acima da boca do poço. No entanto, quando isso não ocorrer, sendo necessária a instalação de aparelhos para a captação da água, assim tem-se um poço semi-artesiano. Os poços artesiano e semi-artesiano são considerados tubulares, e em muitos casos profundos, sendo massivamente utilizados pela população por serem de fácil instalação, manutenção e custeio. Todavia, existem também os poços rasos, de pouca profundidade, normamente escavados em nascentes e/ou olhos d'água.

Philippi & Martins (2013), trazem que durante a construção de um poço raso ou freático devem-se tomar medidas para evitar a extração de água contaminada. Assumindo uma distância mínima de quinze metros entre o poço e

a fossa, e que em relação a outros focos de contaminação que possam comprometer o lençol d'água que alimenta o poço, como chiqueiros, estábulos, valões de esgoto, galerias de infiltração e outros, a distância mínima deve ser de 45 metros.

Esse sistema de poço deve ser devidamente protegido contra infiltração e escoamento de água da superfície e entrada de objetos contaminados. Segundo a Giampá *et al.* (2006), após a construção do poço, a água deve ser desinfetada antes de ser consumida. Os desinfetantes mais utilizados são hipoclorito de cálcio, cloreto de cálcio e hipoclorito de sódio (água sanitária). Além desse procedimento, existem outras desinfecções de ordem caseiras, como a fervura, e a utilização do filtro de barro, sendo bastante eficiente na retenção de cloro, pesticidas, ferro, chumbo, alumínio e alguns parasitas.

A água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (GELDREICH, 1998). Em estudo realizado no México, conclui-se que a presença de coliformes nas amostras das águas dos mananciais estudados e dos domicílios teve relação direta com a presença de chuva, devido ao arraste de excretas humanas e animais. Concluiu-se também que a ausência de tratamento favoreceu o alto nível de contaminação encontrado (GONZALEZ *et al.*, 1982).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresenta os critérios para a execução de um poço tubular profundo:

- NBR 12212 NB 588 - Projeto de poço para captação de água subterrânea
- NBR 12244 - Construção de poço para captação de água subterrânea

Para cada procedimento pós-instalação de um poço, a ABNT também fornece as especificações para todas as instalações hidráulicas, tais como: tubos, caixas d'água/reservatórios e demais vedações, garantindo que a água que irá ser consumida continue mantendo a sua qualidade original. Alguns desses procedimentos já foram descritos no capítulo anterior.

A FUNASA (2014b) destaca as seguintes vantagens para a utilização de água subterrânea:

- Os investimentos de captação da água subterrânea são mais baixos se comparados às águas superficiais, dispensando a construção de obras de barragens, adutoras e de estações de tratamento;
- Menor prazo de execução das obras;
- Menor custo de manutenção e operação. A água na maioria dos casos, já sai do poço sem necessidade de nenhum tratamento especial, apenas simples cloração;
- A partir de um estudo prévio, os sistemas de abastecimento de água com poços são de operação simples, viabilizando assim o abastecimento de água em pequenas vilas e povoados;
- Geralmente, o impacto ambiental gerado pela perfuração de poços é menor do que a construção de barragens ou de estações de tratamento de água (ETA);
- Os investimentos podem ser realizados de maneira parcelada, conforme o aumento da demanda.

A perfuração de poços é realizada tanto em centros urbanos como em áreas rurais. Todavia, em áreas rurais, as limitações geográficas, como distância da estação de tratamento de água (ETA), geram gastos municipais onerosos para atender de forma satisfatória o fornecimento de água potável através de rede geral. Assim, no campo, a prática de perfurações de poços torna-se menos custosa, sendo estimulada pelo poder público e tornando-se algo corriqueiro. No entanto, visto os procedimentos técnicos e legais a serem seguidos, muitos poços são perfurados de forma ilegal e sem o devido acompanhamento técnico, podendo vir a comprometer a saúde dos consumidores, assim como a qualidade e quantidade da água subterrânea existente.

A mesma problemática que os municípios enfrentam quanto ao fornecimento de água por rede geral em áreas rurais, também ocorre quando se trata de rede geral de esgotos. A lógica também se aplica individualmente em cada propriedade, onde o agricultor fica responsável por dar um correto destino aos dejetos gerados em sua propriedade. Contudo, a falta de acompanhamento técnico, maquinário e auxílio financeiro, desestimulam o proprietário rural que muitas vezes não sabe da real importância de um saneamento básico adequado em sua propriedade.

Assim, a falta ou o mau funcionamento de estruturas de saneamento básico podem vir a gerar plumas de contaminação que percolam pelo solo e rochas, comprometendo de forma direta a qualidade da água subterrânea que futuramente servirá para consumo humano.

## **2.5. SANEAMENTO BÁSICO: DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA AOS INDICADORES DE SAÚDE.**

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008), define saúde como "um estado de completo bem-estar físico, mental, social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade". Diante disso, diversos estudos indicam uma estreita relação entre saneamento e saúde pública. Heller (1997) fez uma longa revisão literária visando relações entre saneamento e saúde e concluiu que os estudos já realizados permitem atestar a melhoria dos indicadores de saúde pública em função de intervenções em abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Esse autor alega que a disseminação de doenças, muitas delas extremamente contagiosas e mortais, estão, geralmente, associadas à falta de saneamento básico. Isso é de tal forma verdade que até o século XIV, metade da população mundial havia sido dizimada por epidemias de peste, cólera, hanseníase, entre outras doenças, que se desenvolviam por encontrarem condições favoráveis, ou seja, falta de higiene, ausência de conhecimentos técnicos, isolamento, além da carência de compromisso ou visão social por parte das administrações públicas.

Corroborando o posicionamento de Heller, Libâneo (2005) analisou dados do Relatório da Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 (WHO, UNICEF, 2000) e concluiu que em sua grande maioria, países que apresentam Índices de Desenvolvimento Humano mais elevado ( $IDH > 0,7$ ) e maior longevidade (esperança de vida ao nascer  $> 60$  anos) situam-se entre os países com maior cobertura de serviços de saneamento (cobertura de água  $> 60\%$  e cobertura de esgoto  $> 50\%$ ). Já países com menor IDH ( $IDH < 0,7$ ) e menos longevidade (esperança de vida ao nascer  $< 60$  anos), encontram-se entre os piores em condições sanitárias, ou seja: cobertura de água  $< 60\%$  e cobertura de esgoto  $< 50\%$ .

Em uma pesquisa realizada em 2003 pela Universidade de São Paulo, foram recolhidas 180 amostras de água de consumo humano de fontes e reservatórios em 30 propriedades rurais. As propriedades rurais eram produtoras de leite, e 100% dos entrevistados consideravam a água de boa qualidade. No entanto, 90% das amostras de água de fonte, 90% dos reservatórios e 96,7% de água de consumo humano estavam fora do padrão de potabilidade, sendo considerado um importante fator de risco à saúde dos seres humanos que a consomem (AMARAL *et al*, 2003).

Esse comportamento, segundo Seoane (1997), está relacionado ao consumo de água das fontes por longos períodos sem a ocorrência de problemas evidentes, somando ao bom aspecto da água, que proporciona aos agricultores uma sensação de pureza. Acredita-se que esses fatos impeçam que os agricultores considerem o tratamento da água necessário, pelo menos por um processo de desinfecção, o que certamente minimizaria o risco de veiculação de enfermidades.

Apesar do elevado custo, os serviços de saneamento básico constituem um justo e obrigatório investimento social, além de proporcionar um dos melhores retornos econômicos. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008), a cada um dólar aplicado em instalações e equipamentos de ordem sanitária, quatro a seis dólares retornam ao poder público na forma de redução das internações hospitalares e dos gastos com medicamentos e diminuição da ausência no trabalho e na escola.

Desta forma, as principais doenças de veiculação hídrica (DVH), relacionadas à exposição humana a condições sanitárias impróprias são apresentadas no Quadro 4. Sendo, a doença de Chagas também relacionada a baixas condições sanitárias, uma vez que o inseto transmissor da doença (*Trypanosoma cruzi*, comumente conhecido como barbeiro), se desenvolve junto às residências expostas a tais condicionantes.

Quadro 4: Doenças relacionadas com a água.

TRANSMISSÃO	DOENÇA	AGENTE PATOGENICO	MEDIDAS
<b>Pela Água</b>	Cólera Febre tifoide Leptospirose Giardíase Amebíase Hepatite Infecciosa	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Leptospira interrogans</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Hepatite vírus A</i>	Implantar sistema de abastecimento de água
	Diarreia aguda	<i>Balantidium coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. coli entero toxogênica e enteropatogênica</i> , <i>Shigella</i> , <i>Yersinia enterocolítica</i> , <i>Astrovirus</i> , <i>calicivirus</i> , <i>Norwalk</i> , <i>Rotavírus A e B</i>	Proteção de mananciais
<b>Pela falta de água</b>	Escabiose Pediculose (piolho)	<i>Sarcoptes scabiei</i> <i>Pediculus humanus</i>	Implantar sistema de esgotamento sanitário
	Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda	<i>Clamidia trachoma</i> <i>Haemophilus aegyptius</i>	Implantar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio
	Salmonelose Tricuríase	<i>Salmonella typhimurium</i> <i>Tricuris trichiura</i>	Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas
	Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase	<i>Enterobius vermiculares</i> <i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Ascaris lumbricoides</i>	Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática
<b>Por vetores que se relacionam com a água</b>	Malária	<i>Plasmodium vivax</i> , <i>P. malarie</i> e <i>P. falciparum</i>	Eliminar o aparecimento de criadouros com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros)
	Dengue	Grupo B dos arbovírus	
	Febre Amarela Filariose	RNA vírus <i>Wuchereria bancrofti</i>	Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos
<b>Associado à água</b>	Esquistossomose	<i>Schistosoma mansoni</i>	Controle de vetores e hospedeiros intermediários

Fonte: FUNASA, 1999

O quadro mostra que além dos micro-organismos bacteriológicos, vários outros agentes patogênicos que encontram na água condições propícias para a proliferação. Alguns vetores reproduzem-se na água e passam a hospedar agentes patogênicos. Por fim, há também os agentes patogênicos que utilizam a falta de limpeza e higiene para se alojar nos seres humanos. Desta forma, as



medidas de prevenção devem ser tomadas de acordo com a fonte de transmissão (PHILIPPI & MARTINS, 2013).

Diante disso o item mais debatido na atualidade quando se trata de saneamento é qualidade de água servida à população. No Brasil, as condições sanitárias precárias aliadas a não disponibilidade de oferta de água (quantidade e qualidade), ainda mantém de forma marcante a cólera e outras doenças, tendo destaque para a região nordeste, que sempre concentra o maior número de casos anualmente (VIGISUS, 1998). Heller (1998) traz que no Brasil são integrantes das ações de saneamento o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza pública, a drenagem pluvial e o controle dos vetores de doenças transmissíveis. Porém, ainda a maior preocupação sanitária está atrelada ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário.

Cvjetanovic (1986) elaborou uma figura esquemática (Figura 23) demonstrando benefícios à saúde da população de forma direta e indireta vinculadas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Na Figura 23, pode-se refletir sobre aspectos positivos do abastecimento de água e esgotamento sanitário, evidenciando suas relações diretas e indiretas, demonstrando que "parte" dos problemas sanitários estariam resolvidos a partir destas medidas.

Segundo o projeto VIGISUS (1998) um exemplo do que se pode obter com a melhoria no abastecimento de água e destino adequado de dejetos, na redução da morbidade, tem-se:

- Redução de 80% a 100% nos casos de febre tifoide e paratifóide;
- Redução de 60% a 70% nos casos de tracoma e esquistossomose;
- Redução de 40% a 50% dos casos de disenteria bacilar, amebíase, gastroenterites, infecções cutâneas, etc.

Desta forma, o principal benefício que a água proporciona à saúde pública é a prevenção das doenças infecciosas intestinais e helmintíases. Essas doenças são de baixa letalidade, porém de alta endemicidade, especialmente nas regiões mais pobres do planeta. Por atingir principalmente crianças até cinco anos de idade, têm efeito devastador no crescimento e no desenvolvimento de aptidões, uma vez que levam à desnutrição e a situações de fragilidade que deixam os

organismos dessas crianças sem defesa para outras doenças (PHILIPPI & MARTINS, 2013).

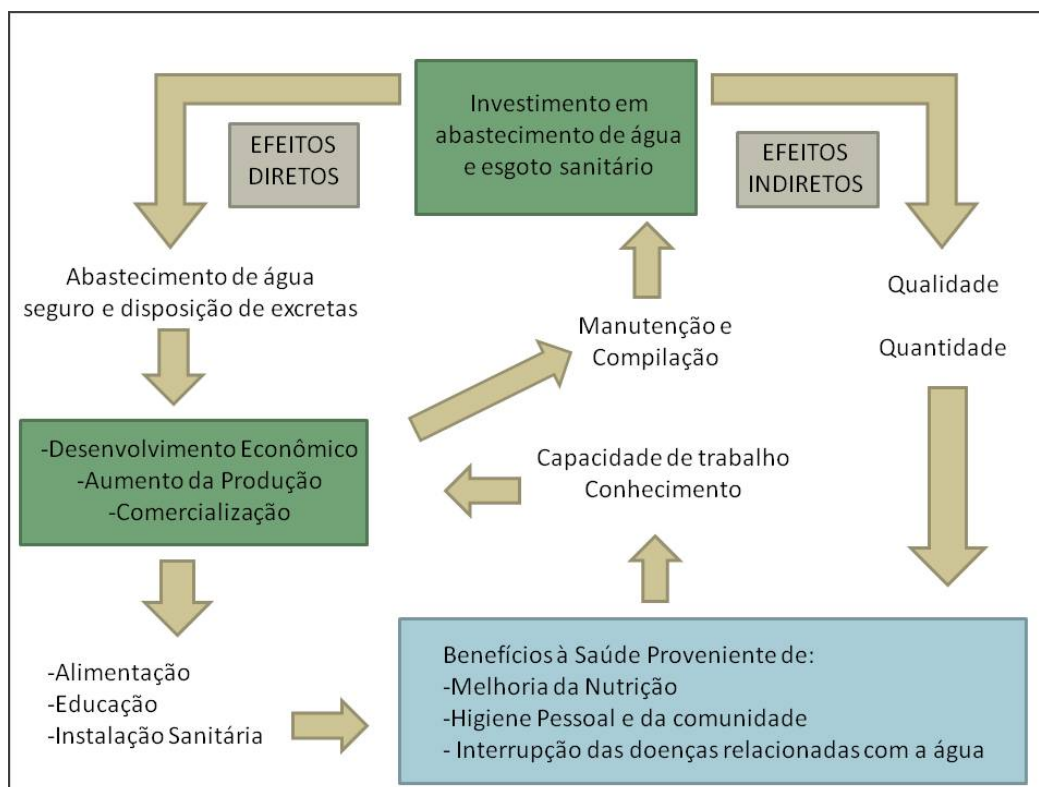


Figura 23: Efeitos diretos e indiretos do abastecimento de água e do esgotamento sanitário à saúde.

Fonte: Cvjetanovic, 1986

Nas últimas décadas, o Brasil apresentou um expoente crescimento na construção de vias alternativas de abastecimento de água, e, dentre elas, destaca-se a construção de poços tubulares profundos. Essa prática é mais comumente encontrada em zonas rurais, visto que os centros urbanos são, em sua maioria, abastecidos por uma boa rede geral de água tratada.

Até a década de 70, acreditava-se que as águas subterrâneas estavam naturalmente protegidas da contaminação pelas camadas de solo e rochas. A partir de então, passaram a ser detectados traços da presença de contaminantes em águas subterrâneas, e diversos estudos têm sido conduzidos no sentido de avaliar a sua segurança (SILVA e ARAÚJO, 2003). Atualmente sabe-se que vários fatores podem comprometer sua qualidade. O destino final do esgoto doméstico, rural e industrial em fossas e tanques sépticos, a disposição

inadequada de resíduos sólidos, os postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura com o aumento de insumos químicos representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e outros organismos patogênicos, parasitas e substâncias orgânicas e inorgânicas.

As doenças relacionadas com o uso da água subterrânea contaminada são causadas em sua maioria por organismos patogênicos (Quadro 5). Junto às fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente podem ser eliminados microrganismos - ovos de helmintos, protozoários, bactérias e vírus - que acabam por contaminar a água caso não exista um saneamento adequado.

Quadro 5: Doenças que podem ser transmitidas por água contaminada subterrânea.

<b>DOENÇA</b>	<b>AGENTE PATÓGENO</b>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Febre Tifóide	<i>Salmonella typhi</i>
Febre Paratifóide	<i>Salmonella paratyphi</i>
Desintéria Bacilar	<i>Shigella spp.</i>
Diarréias	<i>E. coli enterotoxigênica</i> <i>E. coli enteropatogena</i> <i>Salmonella spp.</i> e outros.

Fonte: Lewis (1998)

Estes microrganismos podem ser excretados em grandes quantidades, de acordo com a idade e estado de saúde dos indivíduos. Devido ao seu elevado potencial de disseminação, essas doenças representam um importante risco à saúde humana, e são responsáveis por elevada morbidade e mortalidade. As bactérias e os vírus, por exemplo, podem ser transportados através do efluente, que se infiltra no lençol freático e, caso sejam ingeridos, podem causar inúmeras enfermidades, podendo levar até mesmo à morte (LEWIS *et. al.* 1988).

De acordo com Lewis (1988), as doenças apresentadas no Quadro 5 podem ser transmitidas por águas subterrâneas contaminadas.

No meio rural o esgoto doméstico apresenta uma composição média de 99% de água, além de uma variada comunidade bacteriana. Diante disso, as fezes contidas nesses esgotos não necessariamente contêm organismos patogênicos. No entanto, a presença de coliformes em águas subterrâneas indica

a existência de esgoto doméstico ou a presença de dejetos de animais, sem o devido encaminhamento e tratamento (SILVA e ARAÚJO, 2003).

Como já foi mencionado, à medida que a água residual percola os horizontes do solo (estrato não consolidado), o mesmo age como um filtro, atuando como um sistema eficaz de purificação dos dejetos humanos. O processo normalmente inclui a eliminação de microorganismos fecais e a atenuação de diversos compostos químicos.

Entretanto, a capacidade de filtragem do solo pode ser prejudicada quando ocorre a instalação e a manutenção imprópria de locais de disposição de dejetos (tanto humanos quanto o de animais), podendo gerar uma sobrecarga no solo. Uma das consequências é a perda da capacidade de infiltração e a estagnação dos efluentes, tornando o ambiente um local insalubre e adequado para a proliferação de vetores. No entanto, é a inadequada purificação dos efluentes que pode ocasionar uma grave contaminação do nível do lençol freático. Isso pode ocorrer sob certas condições hidrogeológicas que atingem a água subterrânea, afetando negativamente as fontes locais de água e, em alguns casos, até as redes gerais de distribuição.

Todavia, cabe salientar que nem todos os perfis de solo tem igual capacidade de processamento e sabe-se que existem fatores que influenciam a sobrevivência dos organismos patogênicos no solo e na água. Segundo os estudos de Lewis (1988), os períodos de sobrevivência das bactérias fecais variam amplamente, contudo a alta capacidade de reprodução das mesmas muitas vezes pode complicar as análises. Os fatores que mais incidem no controle da sobrevivência das bactérias no solo são a umidade e a temperatura.

Mirzoev (1968) fez uma ampla pesquisa sobre a sobrevivência da *Salmonella typhi* e a *Shigella dysenteriae* em diferentes tipos de solo a temperatura ambiente. Ele comprovou que algumas bactérias sobrevivem por 70 dias em solos úmidos, embora 90% delas sucumbiam em 30 dias. Em solos secos nenhuma bactéria conseguiu sobreviver mais de 20 dias, e nos solos ácidos, independente da quantidade de umidade, este tempo se reduziu para 10 dias. As temperaturas baixas (inferiores a 4 °C) favoreceram a sobrevivência da maioria dos microorganismos. Ele constatou que nas zonas onde o inverno é prolongado, a extinção das bactérias é lenta ou não chega a acontecer.

Kibbey *et. al.*(1978) também investigaram a sobrevivência do *Streptococcus faecalis* em cinco tipos de solo em Oregon (EUA). Foi possível constatar que as taxas de sobrevivência desta bactéria variavam segundo o tipo de solo, mas que geralmente eram maiores em solos de temperaturas frias e de umidade elevada.

Filho (2008) relata que em grandes partes do território brasileiro, esgotos são lançados sobre ou abaixo da superfície do solo. O uso generalizado de fossas sépticas (também em áreas rurais) e drenos, não somente contribui para que o esgoto filtrado alcance a superfície do terreno, como se constitui, provavelmente, numa das principais causas de contaminação da água subterrânea no mundo. O autor relata que um dos problemas dessa prática é saber a qual distância e a que velocidade bactérias patogênicas e vírus podem se mover em sistemas de fluxo subterrâneo. Estudos de campo mostram que em aquíferos heterogêneos (de areia ou cascalho), bactérias oriundas de esgotos podem ser transportadas por dezenas ou centenas de metros na água subterrânea.

As informações sobre a sobrevivência das bactérias em águas subterrâneas também é relativamente limitada. As pesquisas existentes concordam quando afirmam que a sobrevivência das mesmas tende a ser maior em águas subterrâneas do que em águas superficiais, devido à ausência de luz solar e a pouca competitividade pelos nutrientes disponíveis. Também a temperatura constitui um fator importante, já que as bactérias sobrevivem um maior tempo quando as temperaturas são mais baixas. Já nos países tropicais de clima temperado, a sobrevivência de bactérias pode ser menor em águas subterrâneas, pois essa água tende a alcançar maiores temperaturas.

Portanto, no que tange aos organismos patogênicos, caso houver incidência de doenças graves entre os habitantes e/ou os animais de uma região, provavelmente os agentes patogênicos irão se disseminar, contaminando as águas e constituindo um risco para as comunidades locais. Os riscos aumentam proporcionalmente em relação à densidade demográfica, à ausência ou deficiência dos sistemas de tratamento de esgotos e à inexistência de esterqueiras/chiqueiros adequados e das formas de abastecimento de água potável.

## 2.6. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Prestando-se a mesma fonte de água para uma multiplicidade de usos, é clara a necessidade dos recursos hídricos sofrerem um cuidadoso planejamento de maneira a permitir o uso múltiplo permanente. Diante disso, no século passado, o processo de formação da consciência ambiental de forma globalizada se desenvolveu, de forma ampla ao longo das décadas de setenta e oitenta, culminando, no Brasil, com a consolidação da estrutura para a gestão dos recursos hídricos. A promulgação da Lei Federal nº. 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, introduz a Avaliação de Impactos Ambientais como uma das ferramentas para a gestão e proteção ambiental.

De forma subsequente, na década de noventa, amadurece a concepção das políticas de recursos hídricos e do sistema de gestão. Esta concepção se materializa em nível federal, com a Lei nº. 9.433 de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Atualmente cabe ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente, produzir resoluções, ou seja, dispositivos que estabelecem normas, critérios, e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vista ao uso racional dos recursos ambientais, incluindo os recursos hídricos. Dentre as resoluções do CONAMA, existem várias que englobam os recursos hídricos estabelecendo enquadramentos e classes de qualidade da água.

Segundo Nascimento & Heller (2005), a qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e malélicas para os seres que compõem as cadeias alimentares. Para os autores, o termo qualidade da água é usado para descrever as características químicas, físicas e biológicas da água. Através da análise dessas características é que se pode avaliar se o recurso hídrico é adequado ao uso para o qual foi designado, sempre de acordo com o estabelecido pela legislação pertinente. A qualidade das águas é influenciada pelas atividades humanas, uso do solo e da água e por fatores naturais, como o clima e a geologia.

De tal modo, a Resolução CONAMA nº 398 de 2008 também dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Conjuntamente com essa resolução, o Ministério da Portaria da Saúde nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A Resolução, assim como a Portaria, estabelece que a água subterrânea designada a consumo humano (destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem) não deve oferecer risco à saúde, ou seja, deve obedecer normas de potabilidade.

O § 2º. do Art. 13 da resolução CONAMA nº 398 dispõe que "Os órgãos competentes deverão realizar, a cada cinco anos, uma caracterização da qualidade da água subterrânea contemplando todos os parâmetros listados no Anexo I, bem como outros que sejam considerados necessários". O Anexo I apresenta uma lista de parâmetros com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas, assim como, seus valores máximos permitidos (VMP) para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis (LQP), considerados como aceitáveis.

A Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, dispõe de parâmetros semelhantes estabelecidos na Resolução. Assim, elas são de igual importância quando se trata de qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano. E, tendo em vista que essa pesquisa busca averiguar a contaminação por fezes em água subterrânea, alguns microrganismos são capazes de atender com maior exatidão esses requisitos, destacando-se as bactérias do grupo coliforme. Essas bactérias têm sido utilizadas há vários anos na avaliação da qualidade microbiológica de amostras ambientais e atendem vários dos requisitos de um bom indicador de contaminação fecal.

Leclerc *et al.* (2001) argumentam que o grupo dos coliformes assim definido possui 19 gêneros e 80 espécies, e a maioria desses organismos está presente em vários ambientes (solo, águas superficiais, trato intestinal humano e de animais, peixes, moluscos, plantas, insetos e roedores). Sendo assim, além da origem fecal, várias bactérias do grupo dos coliformes totais são exclusivamente ambientais e podem multiplicar-se na água. Por esse motivo, elas não são

atualmente utilizadas como indicadoras de contaminação por fezes, mas sim para avaliação da eficiência do tratamento da limpeza e integridade dos sistemas de distribuição.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2007, p. 02).

As bactérias do grupo coliforme são definidas como bacilos aeróbicos e anaeróbicos facultativos, Gram- negativos, não formadores de esporos e capazes de fermentar a lactose na temperatura de 35 - 37°C, com formação de ácido, gás e aldeído, em 24 a 48 horas. A *Escherichia coli* e os coliformes termotolerantes são um subgrupo dos coliformes totais que podem fermentar a lactose em temperaturas mais elevadas.

A *Escherichia coli*, componente do grupo coliformes tem seu habitat exclusivamente limitado ao trato intestinal de seres humanos e animais de sangue quente, sendo geralmente a bactéria predominante do subgrupo dos coliformes termotolerantes. Por esse motivo, a *E. coli* é considerada o indicador ideal de contaminação fecal, mas são igualmente aceitáveis para esse fim a análise por coliformes termotolerantes (CETESB, 2007).

Embora faça parte da flora normal no cólon de humanos e outros animais, *E. coli* apresenta cepas que são patogênicas. Entre os patótipos causadores de diarreia encontram-se *E. coli* enteropatogênica (EPEC) causa comum da "diarreia dos viajantes" nos países em desenvolvimento, *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), e *E. coli* enteroagregativa (EAEC), relacionada com diarreia persistente em crianças e adultos, tanto em países subdesenvolvidos quanto em desenvolvimento (MADINGAN et al., 2004; TORTORA, 2005). O Quadro 6, exemplifica o padrão microbiológico da água para consumo humano segundo a Portaria.

Tendo em vista que a *E. coli* é a bactéria predominante no grupo dos coliformes termotolerantes, a Resolução CONAMA nº 398 no Anexo I define que água subterrânea destinada ao consumo humano deve estar isenta de coliformes termotolerantes em 100ml de água analisada. Já a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 inclui diferentes parâmetros na análise, desde a qualidade da água consumida in natura, que deve estar ausente de *E. coli* em 100mL, até a análise da água já tratada, diferenciando as análises para *Escherichia coli* e coliformes totais.



Quadro 6: Padrão microbiológico da água para consumo humano.

TIPO DE ÁGUA		PARÂMETRO		VMP <sup>1</sup>
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> <sup>2</sup>		Ausência em 100 mL
	Na saída do tratamento	Coliformes Totais <sup>3</sup>		Ausência em 100 mL
Água Tratada	No sistema de distribuição (reservatório ou rede)	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100 mL
		Coliformes Totais	Sistemas ou soluções alternativas que abastecem mais de 20 mil habitantes.	Apenas uma amostra dentre as amostras coletadas no mês poderá apresentar resultado positivo.
			Sistemas ou soluções alternativas que abastecem mais de 20 mil habitantes.	Ausência em 100mL em 95% das amostras examinadas do mês

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Indicador de contaminação fecal.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Fonte: Ministério da Portaria da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

Portanto, os mananciais subterrâneos ocorrem de forma extensiva e estão relativamente protegidos dos agentes de poluição em comparação aos rios e reservatórios artificiais. Diante desse cenário, a água subterrânea vem assumindo uma importância cada vez mais relevante como fonte confiável de abastecimento público.

No entanto, com o crescente número de construção de poços tubulares profundos, associado a um saneamento básico duvidoso e/ou inexistente, essas fontes de água, antes consideradas inatingíveis por plumas de contaminação, atualmente estão sofrendo com a proliferação de bactérias transmissoras de doenças. A análise da qualidade da água vem a servir como uma ferramenta de grande importância para a identificação de água subterrânea contaminada por coliformes, contribuindo para a possível resolução dessa grave problemática.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS**

A metodologia para o desenvolvimento dessa pesquisa fundamentou-se em quatro etapas principais:

- Identificação do problema de pesquisa.
- Estruturação do referencial teórico metodológico.
- Trabalho de campo - Mensuração de domicílios e poços a serem analisados; aplicação dos questionários a população rural; análise das amostras de água subterrânea.
- Trabalho de escritório - Tabulação de dados e interpretação dos resultados.

A descrição que segue visa expor os procedimentos operacionais metodológicos assim como as ferramentas técnicas que auxiliaram no cumprimento do objetivo da pesquisa.

#### **3.1. PROBLEMA DE PESQUISA**

No ano de 2010, iniciou-se na bacia hidrográfica do arroio Marrecas a construção de um reservatório de abastecimento público, com vista a atender a população que sofria com a falta d'água em épocas de menor pluviosidade. O término da construção da barragem se deu no ano de 2012, e, juntamente com as demais barragens municipais, esse empreendimento visava fornecer água de qualidade a 100% da população caxiense.

Durante o processo de construção da barragem, foi elaborado por uma equipe multidisciplinar da empresa Polar Meio Ambiente (Porto Alegre, RS) o Plano de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios Artificiais (PACUERA). Durante a elaboração do plano foi feito contato com a população rural residente na bacia, este contato tornou possível identificar a real necessidade de uma pesquisa que relacionasse a água consumida de poços com a (in)existência de saneamento básico rural e a incidência de doenças de veiculação hídrica, possíveis de serem potencializadas diante dessa problemática.

Sendo assim, definiu-se como problema de pesquisa: Analisar a contaminação da água de consumo humano proveniente de poços, considerando

os índices de potabilidade descritos no Ministério da Portaria da Saúde nº 2.914 e na Resolução CONAMA nº 398, tendo como estudo de caso a área rural da bacia hidrográfica do arroio Marrecas.

### 3.2. REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO

Diante do problema de pesquisa supracitado, fez-se necessário em um primeiro momento a caracterização da área de estudo. Esta foi realizada com base no Estudo de Impacto Ambiental da Futura Barragem do Arroio Marrecas (EIA, 2008) e no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial do Sistema de Abastecimento Público de Águas Marrecas (PACUERA, 2012).

Em um segundo momento identificou-se a necessidade quanto à conceituação e teorização de saneamento, saneamento básico rural e termos água, água subterrânea, aquíferos e poços. Para tanto buscou-se referências, dados e informações em relatórios técnicos, normatizações federais e bibliografias especializadas. Nos itens de legislação em saneamento, explanou-se sobre o papel dos órgãos públicos que respondem por ações de saneamento e por saneamento básico rural no Brasil, assim como as leis que gestionam as ações de saneamento em âmbito federal, estadual e municipal (Caxias do Sul/RS).

O termo qualidade da água foi fundamentado no trabalho de Nascimento & Heller (2005) e também na Lei CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008, que prevê padrões de qualidade da água subterrânea e na portaria do Ministério da Saúde Nº 2914, de 2011, que define a qualidade da água subterrânea para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Madingan et al. (2004) e Tortora (2005) foram citados por tratarem do grupo de bactérias da ordem coliformes, assim como, da bactéria *Escherichia coli*, responsáveis por doenças transmitidas por água contaminada.

### **3.3. TRABALHO DE CAMPO**

#### **3.3.1. Mensuração de poços e domicílios**

Segundo o último censo demográfico (IBGE, 2010b), a bacia hidrográfica do arroio Marrecas situa-se entre um mosaico de quatro setores censitários, três deles localizados no município de Caxias do Sul e um no município de São Francisco de Paula. Foram selecionados três setores censitários, pois um era considerado de situação urbana, descaracterizando o objeto de estudo. Desta forma, o universo populacional que habitava as áreas rurais dos três setores em análise era de 1142 moradores, distribuídos em 645 domicílios, no ano de 2010.

No entanto, como a bacia hidrográfica ocupa uma média de 1/4 dos três setores censitários, o número de domicílios é menor se considerado o total para os setores. Da mesma maneira, os resultados apresentados pelo Censo Agropecuário (2008) a respeito do universo de poços não permitiram uma contagem do número de poços na área de estudo.

Para verificar o universo de domicílios com a presença de poços na área de estudo, buscou-se informações com os gestores municipais responsáveis pela bacia hidrográfica, Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAMAE) e Secretaria da Saúde e Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, assim como informações junto à subprefeitura do Distrito de Vila Seca. Mesmo a bacia contendo um importante lago de captação de água não havia um cadastro georreferenciado das propriedades rurais existentes, tampouco um registro do número de poços existentes.

O SAMAE forneceu dados referentes a quatro poços artesianos presentes no distrito de Vila Seca que são monitorados quanto à qualidade da água e que atendem a uma pequena parcela da população (parte urbana e condomínios particulares). Em comunicação pessoal à autora, o subprefeito do distrito, Sr. Oscar Marchesi afirmou que no ano de 2014, todas as propriedades rurais (cerca de 150 a 200) possuíam poços, principalmente poços rasos.

Em vista disso, para aferir a informação fornecida pela subprefeitura, utilizou-se o mapa de Uso do Solo, do Plano de Conservação e Uso do Entorno

dos Reservatórios Artificiais (PACUERA, 2012), no qual as estruturas rurais estavam inseridas.

Utilizando-se o *software* ArcGis 10.1, e os polígonos referentes às edificações rurais (aviários, galpões e residências) foram convertidos em uma malha de pontos. Nessa malha foi aplicado um estimador de densidade – Kernel – a partir do qual as edificações que se apresentavam concentradas puderam ser contabilizadas. Assim foi possível mensurar 186 domicílios rurais presentes na bacia, dado que condiz com as informações recebidas anteriormente.

O estimador de densidade Kernel gera para cada ponto existente no mapa uma vizinhança circular ao redor deste (correspondendo ao raio de influência) variando matematicamente de 0 a 1, sendo 1 o local do ponto e 0 a distância horizontal até a fronteira da vizinhança (COELHO & GUASSELLI, 2009). Nessa pesquisa a distância utilizada foi de 50 metros, pois em virtude da proximidade das estruturas rurais se visava um mapa com concentrações mais pontuais. A partir da criação de círculos (variando de 0 a 1), ao redor de cada ponto, houve um somatório entre eles.

Para gerar um mapa representando o resultado da interpolação pelo estimador Kernel utilizou-se cinco classes de densidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. O método de classificação utilizado foi o de intervalos iguais para os valores de pixel.

### 3.3.2. Plano Amostral e Entrevistas

Para a geração do plano amostral adotou-se o método de amostra aleatória simples (BARBETTA, 2007). Num primeiro momento admite-se o valor de erro máximo, ou seja, 10%. Para tanto, utilizou-se a fórmula

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2}$$

onde  $n_0$  é a primeira aproximação do tamanho da amostra e  $E_0^2$  é o erro admitido na amostra.

Assim, tem-se:

$$n_0 = \frac{1}{0,10^2} = 100$$

Com o erro amostral definido utilizou-se a seguinte fórmula para determinar a quantidade de entrevistas necessárias para a representação da população, em que  $n$  é o tamanho da amostra corrigido e  $N$  é o tamanho da população:

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0}$$

A partir da definição do universo domiciliar obtém-se um "n" amostral de propriedades para a realização de entrevistas. Deste modo, com vista a atender os objetivos específicos dessa pesquisa, realizaram-se entrevistas em propriedades rurais utilizando como ferramenta de pesquisa o questionário desenvolvido com esse Quadro 7.

Quadro 7: Questionário aplicado ao grupo amostral de agricultores

<b>Questionário 1 - Percepção Socioeconômica Rural: População e Propriedades</b>		
<b>Bacia Hidrográfica do Arroio Marrecas</b>		
No. _____ Local de aplicação: _____ Data: ____/____/2014		
<b>Coordenadas:</b>		
<b>IDENTIFICAÇÃO</b>		
<b>A) Idade:</b> _____ anos	<b>B) Sexo:</b> ( )M ( )F	<b>C) Naturalidade:</b>
<b>D) Grau de escolaridade:</b>		
( ) 1. Ensino fundamental incompleto		
( ) 2. Ensino fundamental completo		
( ) 3. Ensino médio incompleto		
( ) 4. Ensino médio completo		
( ) 5. Ensino superior incompleto		
( ) 6. Ensino superior completo. Qual?		
( ) 7. Pós Graduação		
( ) 8. Não frequentou escola		
( ) 9. Outro. Qual?		
<b>E) Atividade principal:</b>		
( ) 1. Empregado com carteira assinada		
( ) 2. Empregado sem carteira assinada		

- 3. Militar ou funcionário público
- 4. Empregador
- 5. Por conta própria (autônomo)
- 6. Não remunerado em ajuda à família
- 7. Trabalhador na produção para o próprio consumo
- 8. Trabalhador doméstico com carteira assinada
- 9. Trabalhador doméstico sem carteira assinada
- 10. Estudante
- 11. Aposentado
- 12. Agricultor
- 13. Outro. Qual?

**F) Local de trabalho (cidade/bairro/localidade):**

**G) Qual a renda mensal da família?**

- 1. Até 1 s.m.
- 2. De 2 a 5 s.m.
- 3. De 5 a 10 s.m.
- 4. De 10 a 20 s.m.
- 5. Mais de 20 s.m.
- 6. Sem rendimentos
- 7. NS (Não sabe)
- 8. NR (Não respondeu)

**H) Qual é o principal meio de informação que o sr/sra utiliza para se manter atualizado sobre o que acontece na sua cidade?**

- 1. Televisão
- 2. Rádio
- 3. Televisão
- 4. Internet
- 5. Escola/Universidade
- 6. Outros. Especificar
- 7. NR (Não respondeu)

**PROPRIEDADE**

**I) Qual o número de pessoas residentes no domicílio?**

- 1. Uma
- 2. Duas
- 3. Três
- 4. Quatro
- 5. Cinco ou mais

**J) Qual é a área em hectares da propriedade?**

- 1. Até 1/2 ha
- 2. De 1 a 2 ha
- 3. De 2 a 4 ha
- 4. De 4 a 6 ha
- 5. Mais de 6. Quantos:
- 6. NS ( Não sabe)

**K) Quanto tempo reside na propriedade?****L) Quais animais existem na propriedade?**

- 1. Cachorros
- 2. Gatos
- 3. Galinhas/Aves
- 4. Gado
- 5. Porcos
- 6. Ovelha
- 7. Cavalo
- 8. Outros. Quais?
- 9. Não possui animais na propriedade

**M) A água de dessedentação dos animais provém de qual fonte?**

- 1. Rede Geral ou Pública
- 2. Poço Artesiano
- 3. Poço Raso
- 4. Nascentes/Olhos d'Água
- 5. Açude
- 6. Arroio/Sanga
- 7. Outros. Quais?
- 8. NSA ( Não se aplica, não possui animais na propriedade)

**N) Os animais têm contato direto com poço raso/nascentes/olhos d'água?**

- Sim
- Não

**O) O que é produzido para comércio na propriedade?**

- 1. Leite
- 2. Gado de Corte
- 3. Suínos
- 4. Aves
- 5. Frutas. Quais?
- 6. Olericultura
- 7. Silvicultura
- 8. Outros
- 9. NSA (Não se aplica, não possui produção na propriedade)

**Questionário 2 - Percepção da População Rural: Saneamento Básico e Saúde****P) Existe separação de lixo seco e lixo orgânico na propriedade?**

- Sim
- Não

**Q) Se sim, qual o destino do lixo seco?**

- 1. Coletado por serviço de limpeza, empresa pública ou privada
- 2. Queimado na propriedade
- 3. Enterrado na propriedade
- 4. Jogado a céu aberto
- 5. Jogado em terreno baldio ou logradouro



- 6. Colocado em caçamba de serviço de limpeza
- 7. Jogado em arroio ou lago
- 8. Outro. Qual?

**R) E qual o destino do lixo orgânico?**

- 1. Alimentação dos animais (galinha/porcos...)
- 2. Enterrado na propriedade
- 3. Jogado na horta
- 4. Vai para a compostagem
- 5. Jogado a céu aberto
- 6. Jogado em arroio ou lago
- 7. Colocado em caçamba ou serviço de limpeza
- 8. Outro. Qual?

**S) Possui água encanada no domicílio?**

- Sim
- Não

**T) A forma de abastecimento de água utilizada neste domicílio é:**

- 1. Rede geral de distribuição
- 2. Poço artesiano
- 3. Poço raso. Quantos?
- 4. Poço ou nascente fora da propriedade
- 5. Nascentes/olhos d'água
- 6. Água da chuva armazenada em cisterna
- 7. Rios, açudes e lagos
- 8. Outros. Quais?

**U) Se existe poço, qual a profundidade?**

**V) Existe algum tipo de tratamento prévio da água do poço?**

*(água do poço também destinada ao consumo humano)*

- 1. Fervura
- 2. Filtração
- 3. Cloração
- 4. Sem tratamento, consumida "in natura"
- 5. Outros. Quais?
- 6. NSA (Não se aplica. Água fornecida por rede geral)

**W) Como consideras a água que consumes?**

*(água do poço destinada também ao consumo humano)*

- 1. Ótima
- 2. Boa
- 3. Média
- 4. Ruim somente algumas vezes ao ano. Quando?
- 5. Muito ruim. Por quê?
- 6. NSA (Não se aplica. Água fornecida por rede geral)

**x) Qual o destino da água da cozinha?**

- 1. Caixa de gordura
- 2. Sistema de esgoto (rede pública)

- 3. Fossa
- 4. Céu aberto (no quintal, na rua, em um riacho,...)
- 5. Outros. Quais?

**Z) Qual o destino da água do banheiro (fezes e urina)?**

- 1. Fossa séptica
- 2. Vala
- 3. Arroio, riacho ou sanga
- 4. Rede geral de esgoto ou pluvial
- 5. Fossa rudimentar/poço negro
- 6. Quais?

**AA) O que é feito com os dejetos e/ou carcaças de animais?**

- 1. Composteira
- 2. Vendido, levado da propriedade
- 3. Esterqueira construída
- 4. Esterqueira sem estrutura, a céu aberto
- 5. Disposto aleatoriamente na propriedade
- 6. Enterrado
- 7. NSA (Não se aplica. Não possui nenhum animal na propriedade)
- 8. Outros. Quais?

**SAÚDE**

**BB) Diarreia e vômitos ocorrem na família? Se sim, com que frequência?**

- 1. Não costumam ocorrer
- 2. 1 vez ao ano
- 3. De 2 a 3 vezes ao ano
- 4. 4 vezes ou mais
- 5. NS (não sabe)

**CC) Alguém da sua família já teve algumas dessas doenças?**

- 1. Leptospirose
- 2. Febre Tifóide
- 3. Amebíase
- 4. Giardíase
- 5. Ascaridíase
- 6. Malária
- 7. Febre Amarela
- 8. Dengue
- 9. Leishmaniose
- 10. Teníase
- 11. Toxoplasmose
- 12. Hepatite A
- 13. Esquistossomose

**DD) Nota do entrevistador**

A propriedade atende as exigências necessárias para que ocorra a análise da qualidade da água?

- Sim
- Não

A entrevista dividiu-se em dois questionários. O primeiro buscou estabelecer o perfil socioeconômico de uma amostra representativa da população residente na bacia e detentora de poços, assim como características das propriedades rurais entrevistadas. No segundo questionário a entrevista teve como objetivo avaliar a frequência de enfermidades ligadas a doenças de veiculação hídrica (DVH) que poderiam estar atreladas diretamente à situação de fornecimento e consumo de água subterrânea e a situação de saneamento básico rural na propriedade.

### **3.3.3. Análise da Qualidade da Água**

Para a análise de qualidade da água estabeleceram-se pré-requisitos, ou seja, analisaram somente poços em propriedades que atendiam ao menos dois dos seguintes pré-requisitos:

- A água do poço deveria ser consumida pela população residente no domicílio;
- A propriedade deveria possuir criação de animais próxima à área do poço;
- A água do poço nunca deveria ter sido submetida a análises;
- O saneamento básico rural deveria ser precário e/ou inexistente.

Como a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, os organismos patogênicos, ao serem eliminados pelas fezes e atingirem o ambiente aquático, podem contaminar a população que consome de forma inadequada essa água. A presença de coliformes termotolerantes na água, por exemplo, é um indicador de contaminação e de possíveis riscos de transmissão dessas doenças. Sendo assim, as análises de qualidade da água realizadas na bacia buscaram a presença de bactéria do grupo coliformes termotolerantes.

As análises confrontaram-se com a Resolução CONAMA nº 396 de 03 de abril de 2008, que estabelece padrões de qualidade da água subterrânea e na portaria Ministério da Saúde Nº 2914 de 2011, que define a qualidade da água subterrânea para consumo humano e seu padrão de potabilidade. As coletas

realizaram-se em dias sem incidência pluviométrica, com vista a não ocorrer a diluição da água.

Segundo a Resolução nº 396, Anexo I, as águas subterrâneas destinadas ao consumo humano devem ser isentas de coliformes termotolerantes por 100 ml. A portaria 518 do Ministério da Saúde, Cap. 5, Art.11. diz que para a água de consumo humano (incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras) *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes devem estar ausentes em 100 ml.

### **3.4. PROCESSAMENTO DOS DADOS E ELABORAÇÃO DE MAPAS**

As entrevistas foram georreferenciadas e espacializadas em material cartográfico utilizando-se as ferramentas disponíveis no programa ArcGis 10.1. Os entrevistados que tiveram a sua água analisada foram representadas espacialmente em mapas gerados no referido programa.

A compilação dos dados deu-se através das respostas disponíveis nos questionários e de informações fornecidas pelas secretarias municipais. Após a tabulação dos dados os mesmos foram convertidos em tabelas e gráficos gerados em planilha eletrônica MS Excel® para melhor visualização, apresentando os resultados encontrados nessa pesquisa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Atualmente a bacia hidrográfica do arroio Marrecas divide-se em área urbana (distrito de Vila Seca) e área rural, abarcando também a mais nova represa de abastecimento público do município de Caxias do Sul, finalizada no ano de 2012. A bacia também é de ordem intermunicipal (dividida entre os municípios de Caxias do Sul e São Francisco de Paula), já que por sua definição uma bacia hidrográfica não tem referência com as divisões político-administrativas. A área rural, não devidamente mapeada pelo poder público/privado, está fatiada em um mosaico de propriedades espalhadas aleatoriamente pela bacia.

Portanto, para dimensionar o número de domicílios rurais que foram amostrados utilizou-se estimador de densidade descrito na metodologia desta pesquisa. Na aplicação do estimador de densidade, os resultados encontrados corroboram com a afirmação de COELHO & GUASSELLI (2009), na qual quanto maior a quantidade de pontos - no caso desta pesquisa, estruturas rurais construídas e localizadas através do mapa de uso do solo, PACUERA (2012) - maior o valor de densidade e quanto maior a distância entre os pontos, menores foram os valores.

Desta forma, utilizando como ferramenta o *software* ArcGis 10.1, considerou-se um raio de 50 metros para gerar as manchas por meio das concentrações dos pontos, assim foram identificadas as possíveis propriedades rurais, que em processo comparativo com uma imagem Quickbird do ano de 2002, indicou com maior exatidão as propriedades existentes ( Figura 24:).

Tomando como verdadeira a informação fornecida pela subprefeitura de Vila Seca de que todas as propriedades rurais possuíam poços, assumiu-se que das 186 propriedades contabilizadas pelo estimador, existia ao menos um perfil de poço (semi-artesiano e/ou raso escavado) por propriedade. Assim, para a geração do plano amostral foi adotado o método de amostra aleatória simples (Barbetta, 2007), resultando em 65 propriedades a serem entrevistadas.

Cada entrevista teve a sua localização identificada por um ponto identificado por coordenadas na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), no fuso 22 Sul e Datum SAD69, coletado por um instrumento receptor do

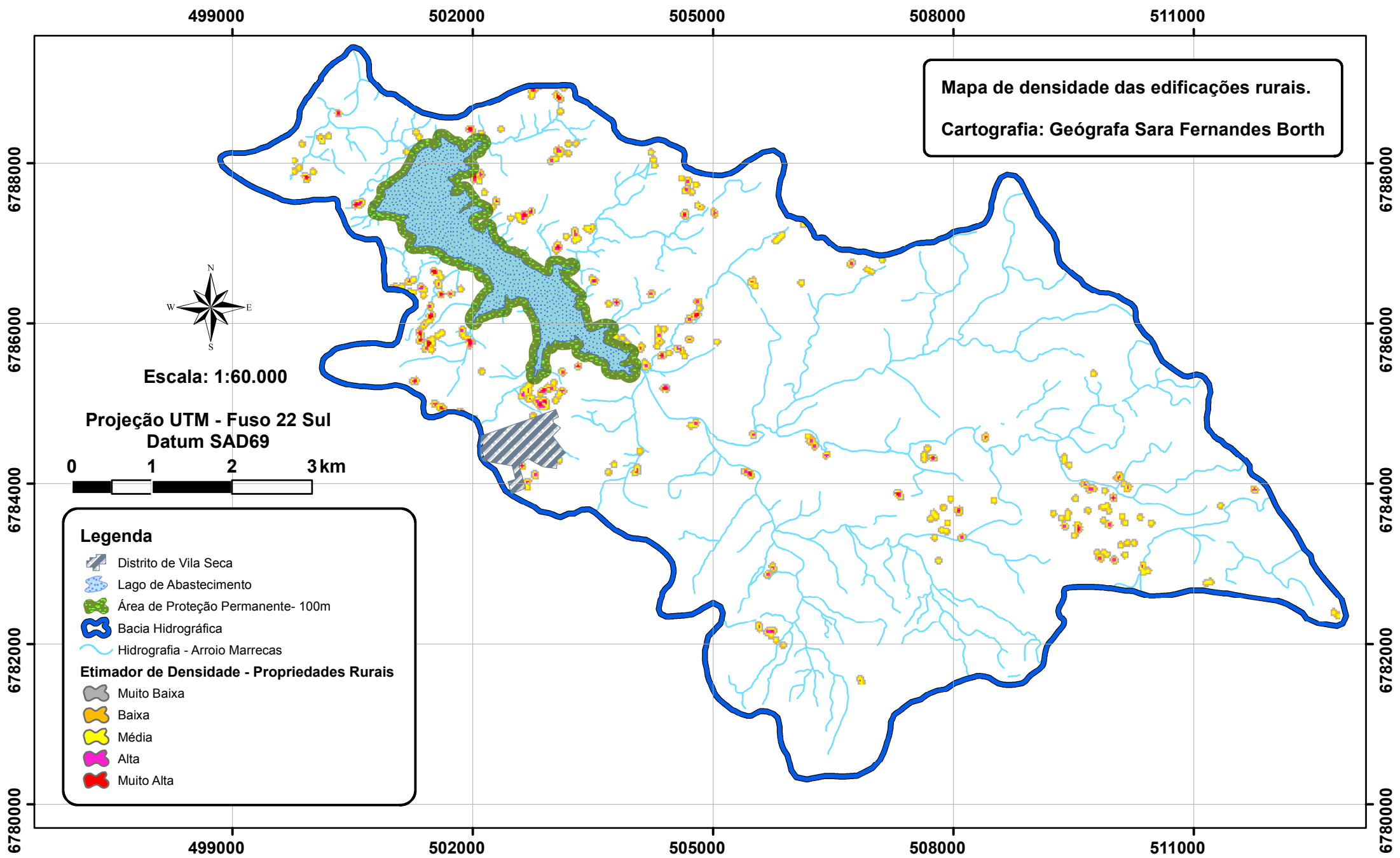
Sistema de Posicionamento Global (GPS). A Figura 25 apresenta a localização de cada proprietário entrevistado, assim como a Figura 26 apresenta o perfil de fonte de abastecimento de água domiciliar. As coordenadas das respectivas entrevistas estão no Anexo 2.

O trabalho de campo foi realizado na última semana do mês de outubro de 2014. As propriedades foram aleatoriamente selecionadas não fazendo jus a pré-requisitos. No entanto, com a aplicação dos questionários, buscou-se propriedades que comercializavam algum produto de ordem rural, ou seja, uma população ligada a agricultura/pecuária, logo, com maior tempo de exposição da água do poço, diferente dos chamados "sítios de final de semana" em que os proprietário realizavam visitas esporádicas.

Quanto à análise de qualidade da água, das 65 propriedades entrevistadas apenas em 17 foram realizadas coletas. Para a propriedade ser submetida a esse procedimento ela deveria atender ao menos dois dos seguintes critérios específicos:

- A água do poço deveria ser consumida pela população residente no domicílio;
- A propriedade deveria possuir criação de animais próxima à área do poço;
- A água do poço nunca deveria ter sido submetida a análises;
- O saneamento básico rural deveria ser precário e/ou inexistente.

As análises somente foram realizadas em poços rasos (mais suscetíveis à contaminação) e em território caxiense. Os poços localizados em São Francisco de Paula, não foram identificados e/ou estavam inseridos em um condomínio particular sob responsabilidade do poder público da São Francisco de Paula.



Mapa de densidade das edificações rurais.  
 Cartografia: Geógrafa Sara Fernandes Borth

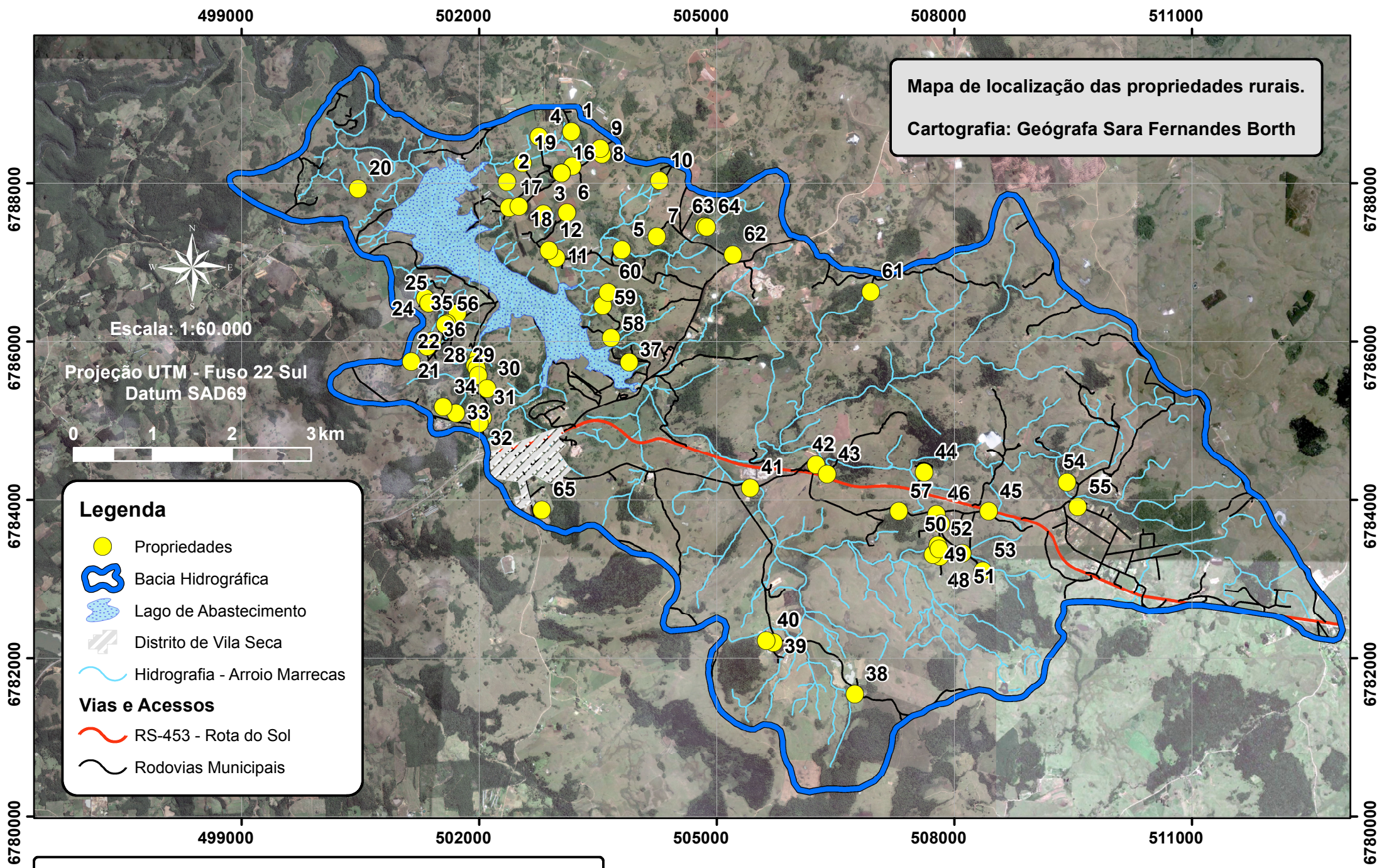
**Legenda**

- Distrito de Vila Rica
- Lago de Abastecimento
- Área de Proteção Permanente- 100m
- Bacia Hidrográfica
- Hidrografia - Arroio Marrecas

**Estimador de Densidade - Propriedades Rurais**

- Muito Baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta

**Figura 24: Mapa de densidade das edificações rurais.**



Mapa de localização das propriedades rurais.  
 Cartografia: Geógrafa Sara Fernandes Borth

**Legenda**

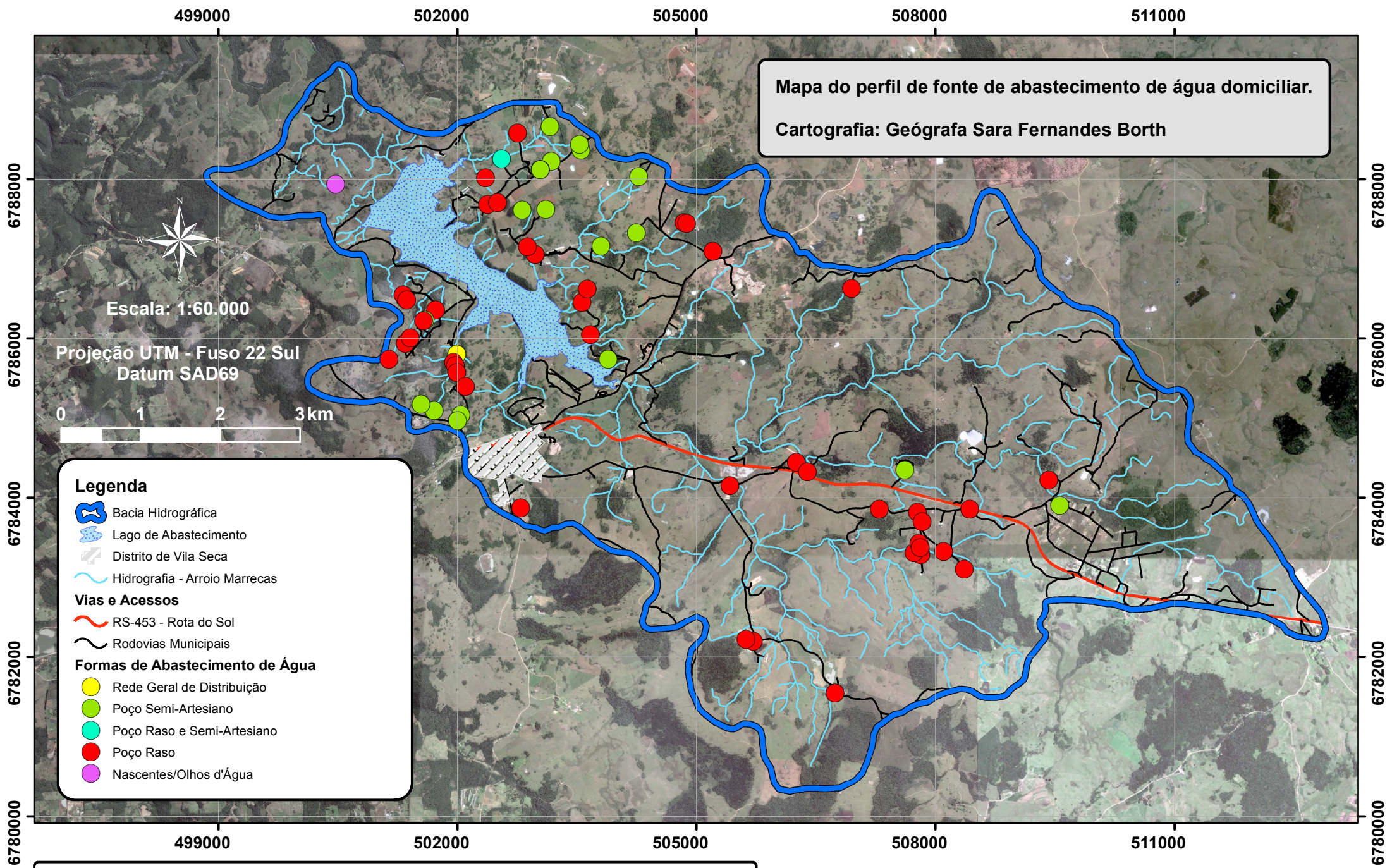
- Propriedades
- Bacia Hidrográfica
- Lago de Abastecimento
- Distrito de Vila Seca
- ~ Hidrografia - Arroio Marrecas

**Vias e Acessos**

- ~ RS-453 - Rota do Sol
- ~ Rodovias Municipais

**Figura 25: Mapa de localização das propriedades rurais.**





**Figura 26: Mapa do perfil de fonte de abastecimento de água domiciliar.**

As entrevistas buscaram identificar inicialmente o perfil dos entrevistados com intuito de melhorar a contextualização e entendimento dos resultados. Os dados, assim como as análises, de qualidade da água são comparados com os programas e legislações municipais atuantes na área da bacia hidrográfica do arroio Marrecas.

#### **4.1. PERFIL SOCIOECONÔMICO - POPULAÇÃO E PROPRIEDADES**

A caracterização demográfica apresentada foi realizada com dados obtidos a partir do Censo Demográfico de 2010, foram consideradas como unidades de análise os setores censitários e os distritos, já que estas eram as menores desagregações disponibilizadas e que permitem abarcar a área mais próxima da área real da bacia hidrográfica em estudo, independente da divisão político administrativa.

A área da bacia hidrográfica pode ser analisada a partir dos dados do Distrito de Vila Seca e de três setores censitários, deve-se considerar ainda que essas unidades extrapolam a área da bacia e portanto apresentam um número aproximado de moradores, podendo alguns domicílios estarem fora da área de estudo.

Sendo assim, conforme os dados por setor censitário do Censo (2010b), a população aproximada da bacia hidrográfica era de 3227 habitantes, distribuídos em 778 moradores em domicílios urbanos e 2449 moradores em domicílios rurais, que representam 75,9% do total. Os dados do Censo não apontavam a localização exata de cada domicílio impossibilitando o dimensionamento de domicílios existentes somente na bacia hidrográfica.

Dos 65 proprietários rurais entrevistados (Figura 27), mais de 80% apresentava idade entre 40 e 69 anos. Dentre os entrevistados que responderam ao questionário 38 foram mulheres e 27 foram homens. A maior frequência apresentada quanto à naturalidade da população entrevistada foi de caxienses, 23 entrevistados, seguidos por migrantes de cidades próximas a Caxias do Sul, tais como Bento Gonçalves, Vacaria, São Francisco de Paula, entre outros. Demais municípios do Rio Grande do Sul foram citados, além de estados como

São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso que também apareceram como estados de procedência. Em sua maioria, a população que era proveniente de locais mais afastados do município exercia funções de caseiros e/ou de trabalhadores temporários em pomares.



Figura 27: Processo de realização das entrevistas.

Foto: Da esquerda para a direita, Karyne Maurmann, 2014 e Sara Fernandes Borth, 2014

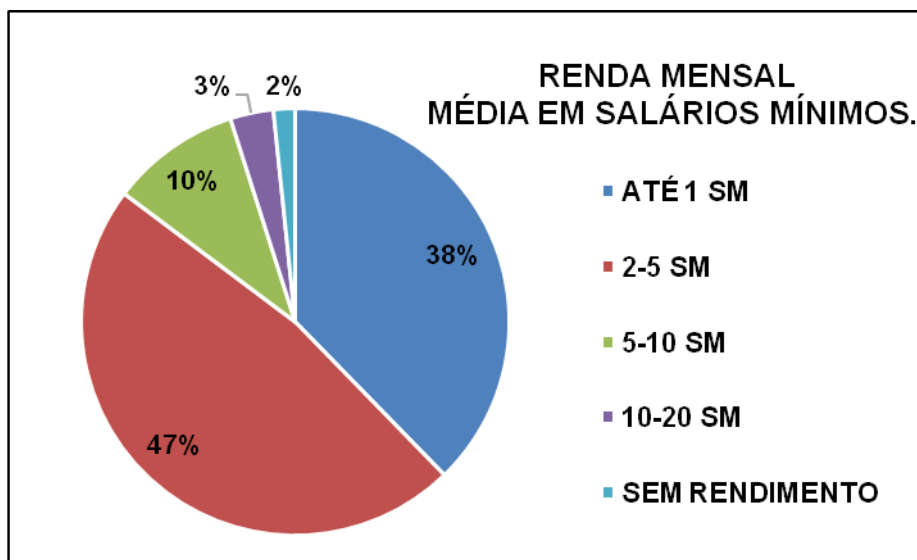
Quanto ao grau de escolaridade da população, 57% possuíam o ensino fundamental incompleto, 12,3% possuíam ensino fundamental completo, 17% possuíam ensino médio completo, duas pessoas possuíam ensino superior e uma pessoa era analfabeta. Da amostra obtida, 32,8% eram aposentados e agricultores. Trabalhadores com carteira assinada representavam 15%. Os sem carteira assinada eram 11% do total. Os demais se dividiam em desempregados, autônomos, trabalhadores domésticos e empregadores.

Além da profissão de agricultor foram ainda identificados trabalhadores pendulares ligados à metalurgia, transporte e comércio, que exerciam suas atividades no município de Caxias do Sul. Também declararam ser donas de casa 22% das entrevistadas, no entanto, o dado mais representativo estava entre os trabalhadores e/ou proprietários de aviários, totalizando 31%.

Diante desse dado confirma-se uma grande presença de aviários na região e fica evidente a importância dessa cultura para a população local. Durante as entrevistas todos os proprietários de aviários declararam que a empresa para a qual vendiam sua produção realizava testes na água da propriedade, fazendo com que a água fosse testada duas vezes por ano. Como este era um dos critérios de seleção dos poços a serem analisados, nenhum poço em propriedade detentora de aviário foi analisado nesta pesquisa.

Para análise de renda familiar, adotou-se o salário mínimo no valor de R\$ 724,00, aprovado pelo Congresso Nacional e válido para todo o ano de 2014. O Gráfico 1 demonstra que a maior parte da população entrevistada possui uma renda mensal familiar de dois a cinco salários mínimos. A segunda maior parte da população era detentora de uma renda familiar de um salário mínimo. 10% da população declarou receber de 5 a 10 salários mínimos e 3% declarou receber de 10 a 20. Uma família declarou não ter renda e produzir alimentos para subsistência na propriedade e 04 pessoas não sabiam ou preferiram não responder a pergunta.

Gráfico 1: Renda mensal média em salários mínimos.



O Plano Brasil sem Miséria, instituído pelo Decreto nº 7.492/2011, e com base no Censo/2010 estabelece que a linha de extrema pobreza é de R\$ 70,00 per capita considerando o rendimento nominal mensal domiciliar. Deste modo, qualquer pessoa residente em domicílios com rendimento menor ou igual a esse

valor é considerada extremamente pobre (Funasa, 2014a). Assim, considerando os relatos dos proprietários e as definições da Funasa, conclui-se que na área rural da bacia não há moradores em situação de extrema pobreza.

Para as perguntas que sugeriam respostas múltiplas inicialmente foram avaliadas as frequências de combinações de respostas e em seguida as categorias foram somadas separadamente. Assim pode haver totalizações superiores a 100% pois as respostas foram independentes, ou seja, os entrevistados responderam mais de uma categoria. Como exemplo tem-se o questionamento sobre as fontes de informação utilizadas pela população para manter-se atualizados sobre as informações da localidade e/ou do município, os resultados são apresentados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Meios de informação utilizados pela população entrevistada.

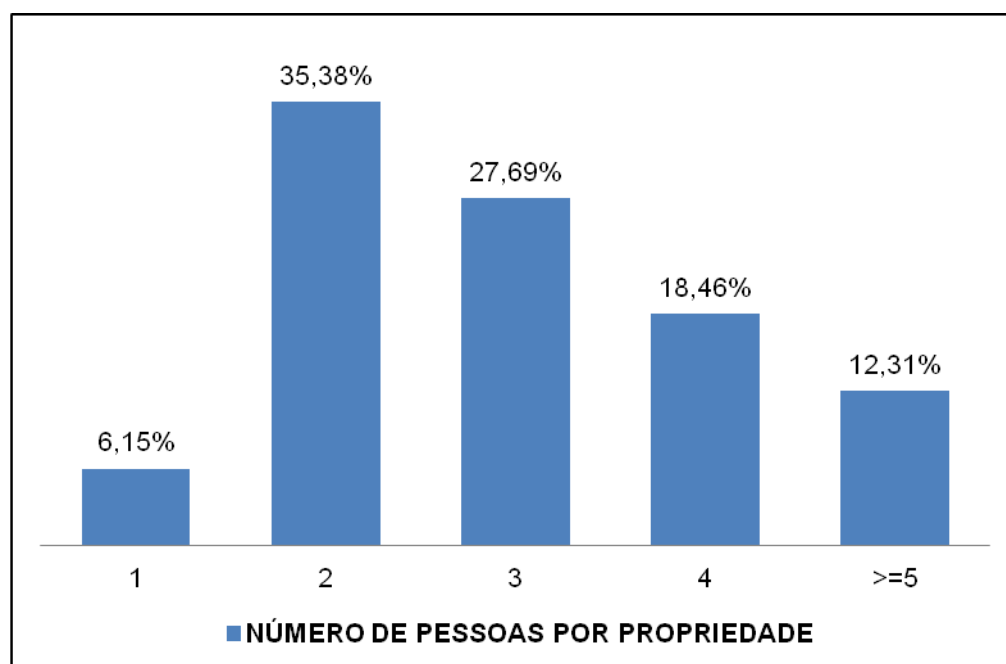
<b>MEIO DE INFORMAÇÃO</b>	<b>PORCENTAGEM</b>
Jornal	13.85 %
Rádio	84.62 %
Televisão	73.85 %
Internet	16.92 %
Outros	1.54 %

O rádio foi o meio de informação que a população relatou estar mais presente nos domicílios. Muitos argumentaram que a portabilidade do rádio foi fator preponderante para a sua escolha como mídia principal para manterem-se atualizados. Com relação à televisão, poucas pessoas conseguiam sintonizar o canal local. Sendo assim a televisão foi eleita como mídia difusora de notícias estaduais e nacionais.

Estar a par do meio de informação foi de suma importância, pois campanhas municipais ligadas à melhoria da qualidade de vida da população são divulgadas principalmente via rádio. Um dos casos relatados foi em 2013, quando houve uma grande proliferação do mosquito borrachudo, que além de atacar trabalhadores rurais, também atacava os animais, diminuindo a produtividade. Desta forma a vigilância ambiental da Secretaria da Saúde realizou uma ação em conjunto com a comunidade para diminuir a manifestação do inseto.

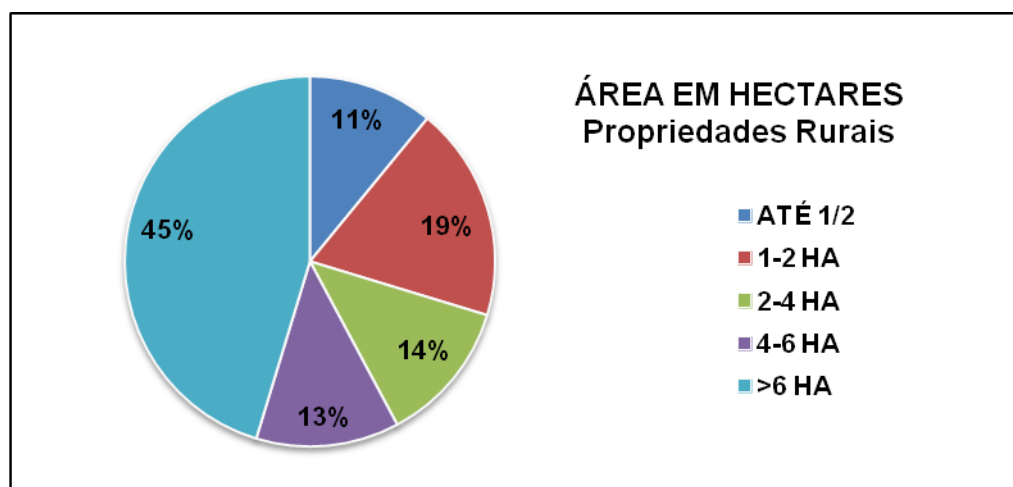
Em relação ao número de pessoas residindo por propriedade a maior concentração das respostas apontaram duas pessoas (35,38%). O segundo maior resultado, 27,69%, foi o de três pessoas por domicílio. Constatou-se durante as entrevistas que existiam poucas famílias numerosas. As propriedades que apareceram com mais de cinco pessoas por domicílio (12,31%) normalmente eram de trabalhadores temporários ou caseiros que também residiam no domicílio juntamente com o proprietário (Gráfico 2).

Gráfico 2: Porcentagem de número de pessoas por propriedade.



Quanto à dimensão territorial das propriedades, inicialmente acreditava-se que eram pequenas propriedades rurais, entretanto, 45,31% das mesmas foram declaradas como detentoras de mais de seis hectares, com uma média de 31,5 hectares e valor máximo de 251 hectares. As demais respostas obtidas dividiram-se, quase que uniformemente, entre meio hectare a seis hectares, tendo destaque para 1 a 2 hectares (19%), conforme Gráfico 3.

Gráfico 3: Tamanho em hectares das propriedades rurais.



Na maioria dos casos verificou-se que o tamanho da propriedade é diretamente proporcional ao tempo em que o proprietário reside no local. Nesses casos fica evidente que quanto maior for a propriedade mais tempo de uso da água de poço o proprietário estará sujeito.

Em relação às propriedades de menor porte, algumas foram recentemente adquiridas em função das desapropriações ocorridas durante a construção da barragem do arroio Marrecas. Outras eram utilizadas somente como "casas dormitório", ou seja, os proprietários exerciam funções fora da propriedade e retornavam no final do dia.

Por último, encontravam-se as residências de finais de semana. Sendo assim, poucas são as propriedades rurais de pequeno porte que efetivamente realizam trocas comerciais e possuíam uma tradição rural efetiva. Conforme a Gráfico 4, 36% da população residiam a menos de cinco anos na propriedade e somente 15% residiam a mais de vinte anos.

A presença de animais domésticos, cães e gatos, e de criação, porcos, gado e aves, nas propriedades poderia afetar a qualidade da água utilizada para o consumo geral (humano e animais). Foi constatado nas entrevistas que 100% das propriedades entrevistadas possuíam cães e galinhas (75,38%), gatos (49,23%) e gado (56,92%), entre outros, também atingiram frequências relativamente altas nas propriedades abordadas (Tabela 4).

Outro dado importante para esta pesquisa foi identificar a procedência da água consumida pelos animais. A proximidade de animais junto às instalações

hidráulicas das propriedades (poços) pode estar diretamente ligada à qualidade da água consumida pelos moradores, pois a probabilidade de contaminação pode ser maior. A Tabela 5 apresenta as diversas fontes de água utilizadas para a dessedentação animal e muitas delas são as mesmas utilizadas para consumo humano.

Gráfico 4: Anos de residência nas propriedades.

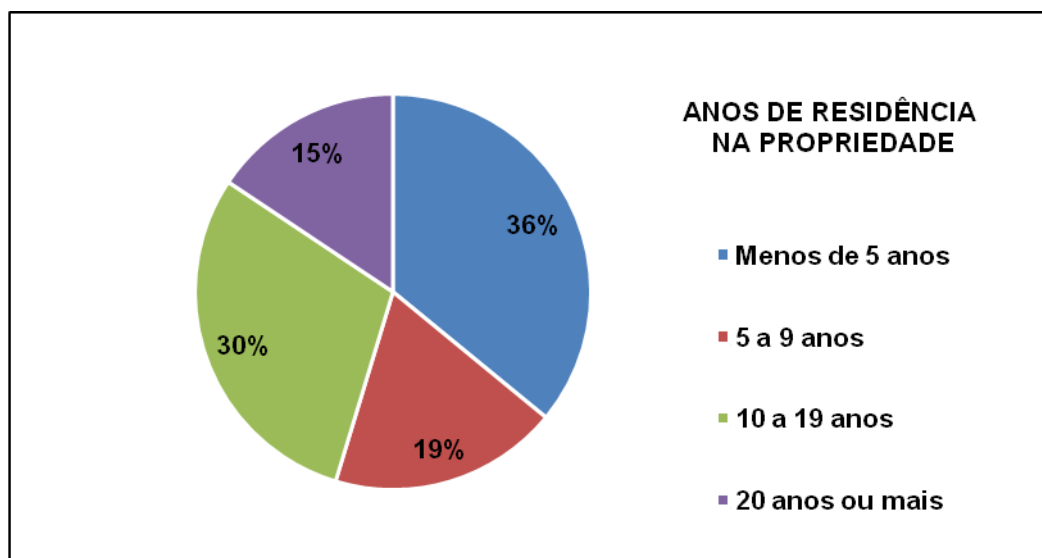


Tabela 4: Porcentagem da presença de animais nas propriedades entrevistadas.

ANIMAIS PRESENTES NA PROPRIEDADE	PORCENTAGEM
Cachorro	100%
Gato	49.23%
Galinha	75.38%
Gado	56.92%
Porco	27.69%
Ovelha	27.69%
Cavalo	40.00%

Tabela 5: Identificação da procedência da água para dessedentação animal.

FONTE DE DESSEDENTAÇÃO ANIMAL	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
Poço semi-artesiano	15	23.08%
Poço raso	32	49,23%
Nascentes/Olhos d'Água	6	9.23%
Açude	19	29.23%
Arroio/Sanga	18	27.69%



Analisando-se A Tabela 5 verifica-se a grande presença de poços rasos, 49,23%, utilizados para trato animal. Os poços semi-artesianos (poço tubular profundo equipado com bomba hidráulica) se fizeram presentes principalmente nas propriedades que possuíam aviários, 23,08%. Esse perfil de poço é uma das exigências da empresa presente nas propriedades.

A realização da análise de água nas propriedades dependeu da resposta positiva ao seguinte questionamento: "*Os animais possuem contato direto com o poço raso/nascentes/olhos d'água?*". De um total de 65 propriedades 13 (20%) responderam afirmativamente a este questionamento, pré-classificando-as como locais preferenciais para a realização de análise da qualidade da água.

Por meio do questionário identificou-se que mais da metade das propriedades não comercializava quase nenhum produto de ordem rural, 54,69%. A Tabela 6 apresenta as variáveis comercializadas, ressaltando que poderiam ser respostas múltiplas, totalizando mais de 100%.

Tabela 6: Produtos comercializados por propriedade.

<b>PRODUTO COMERCIALIZADO POR PROPRIEDADE</b>	<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>PORCENTAGEM</b>
Leite	4	6.25%
Gado de Corte	7	10.94%
Aves	6	9.38%
Frutas	7	10.94%
Olericultura	2	3.13%
Outros	7	10.94%
NSA (Não se aplica)	35	54.69%

Segundo dados da Tabela 6, gado de corte (10,94%) Figura 28: , frutas (10,94%) e aves (9,38%) Figura 29 foram os produtos de ordem rural mais comercializados na bacia do arroio Marrecas. Muitos agricultores alegaram que realizavam trocas de produtos e que basicamente produziam para consumo familiar. Na categoria *outros* verificou-se a comercialização de queijos, cavalos, madeira, peixes e ovos. Na categoria *frutas* destacaram-se pêssigo, ameixa, caqui, pera, uva, maçã, morango e em crescente expansão a produção de mirtilo, conforme Figura 30.



Figura 28: Gado de corte num pasto em Caxias do Sul.  
Foto: Sara Fernandes Borth, 2012



Figura 29: Aviário.  
Foto: Sara Fernandes Borth, 2012



Figura 30: Produção de mirtilo.

Fonte: Secretaria Municipal de Turismo- Caxias do Sul

## **4.2. SANEAMENTO BÁSICO RURAL**

### **4.2.1. Coleta e Disposição de Resíduos Sólidos**

A Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul (CODECA) implantou em agosto de 2007 o sistema de containerização e coleta mecanizada de lixo orgânico e seletivo nas ruas centrais do município. Atualmente esse sistema também se aplica no distrito (parte urbana) de Vila Seca. Já a área rural é atendida na maior parte dos casos por caçambas de serviço de limpeza.

Para fins comparativos com relação à coleta de resíduos sólidos foram trazidos juntamente com os dados rurais os dados urbanos do distrito de Vila Seca. Conforme IBGE (2010b) constata-se que em todo o distrito de Vila Seca (13.785 hectares), cuja abrangência territorial é maior que a da bacia hidrográfica (5.731,48 hectares), a maior parte do lixo é coletado. A área urbana do distrito concentra o maior percentual de coleta, 99,6%. Na área rural esse percentual é de 83,4% (Tabela 7).

Tabela 7: Percentual de coleta do lixo por número de domicílios no distrito de Vila Seca.

DISTRITO	SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO	DESTINO DO LIXO		
		TOTAL	COLETADO	NÃO COLETADO
Vila Seca	Total	671	89,0%	11,0%
	Urbana	232	99,6%	0,4%
	Rural	439	83,4%	16,6%

Fonte: IBGE, 2010b

Do total de domicílios que possuem o lixo coletado no distrito de Vila Seca (Tabela 8), destaca-se que na área urbana 98,7% dos domicílios têm a coleta realizada por serviço de limpeza, enquanto os demais se referem à coleta em caçamba de serviço de limpeza. Nas áreas rurais esse dado é diferenciado, sendo 79% dos domicílios aqueles que têm a coleta efetuada por serviço de limpeza e 21% aqueles que destinam a coleta em caçamba de serviço de limpeza.

Tabela 8: Destino do lixo coletado, por número de domicílios no distrito de Vila Seca.

DISTRITO	SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO	DESTINO DO LIXO		
		TOTAL COLETADO	COLETADO POR SERVIÇO DE LIMPEZA	COLETADO EM CAÇAMBA DE SERVIÇO DE LIMPEZA
Vila Seca	Total	597	86,6%	13,4%
	Urbana	231	98,7%	1,3%
	Rural	366	79,0%	21,0%

Fonte: IBGE, 2010b

Para o IBGE (2010b) o maior percentual de lixo não coletado no distrito encontra-se nas áreas rurais e esse difere na sua destinação, conforme se pode observar na Tabela 9. Tanto em áreas rurais como em áreas urbanas a destinação principal do lixo não coletado é a queima na propriedade. Apenas um domicílio em área urbana não possui o lixo coletado, sendo o mesmo queimado na propriedade. Destaca-se positivamente que no Distrito de Vila Seca não há registro de domicílio que destine seu lixo aos cursos d'água. Destaca-se também o elevado percentual de outras destinações (reaproveitado, jogado em valas temporárias, dado de trato aos animais).

Tabela 9: Destino do lixo não coletado, por número de domicílios no distrito de Vila Seca.

DISTRITO	SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO	DESTINO DO LIXO					
		NÃO COLETADO	QUEIMADO (NA PROPRIEDADE)	ENTERRADO (NA PROPRIEDADE)	JOGADO EM TERRENO BALDIO OU LOGRADOURO	JOGADO EM RIO, LAGO OU MAR	OUTRO DESTINO
Vila Seca	<b>Total</b>	74	54,1%	2,7%	-	-	43,2%
	<b>Urbana</b>	1	100,0%	-	-	-	-
	<b>Rural</b>	73	53,4%	2,7%	-	-	43,8%

Fonte: IBGE, 2010b

Nos dados coletados para esta pesquisa nota-se o elevado percentual, 93,85%, de pessoas entrevistadas que declararam realizar a separação entre orgânico e seco, conforme Gráfico 5. O lixo orgânico era destinado principalmente para alimentação dos animais, 63,08%. Outros 32,31% era utilizado para a adubagem de hortas, conforme Tabela 10. Já o lixo seco, 84,62%, declararam que o descartavam pelo sistema de coleta. Dos entrevistados, 17 pessoas declararam queimar o lixo, pois acusavam a distância existente até a caçamba como principal motivo para tanto, conforme Tabela 11. E também por a coleta ser efetuada uma vez por semana, muitos moradores queimavam o lixo em função do acúmulo. Essa informação difere dos dados trazidos pelo IBGE (2010b), que informa que na área rurais do distrito de Vila Seca o serviço de coleta de lixo era escasso.

Gráfico 5: Hábito de separação de lixo seco e orgânico.

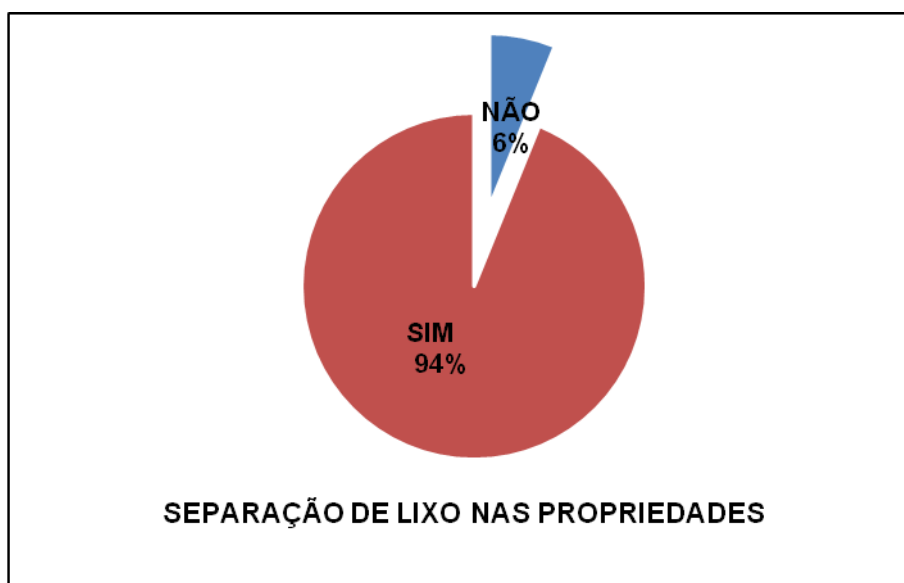


Tabela 10: Destino do lixo orgânico nas propriedades.

DESTINO DO LIXO ORGÂNICO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
Alimentação animais	41	63.08%
Enterrado na propriedade	1	1.54%
Jogado na horta	21	32.31%
Compostagem	7	10.77%
Jogado a céu aberto	4	6.15%
Colocado em caçamba	6	9.23%

Tabela 11: Destino do lixo seco nas propriedades.

DESTINO DO LIXO SECO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
Coletado por serviço	55	84.62%
Queimado na propriedade	17	26.15%
Enterrado na propriedade	1	1.54%
Jogado em terreno baldio	1	1.54%
Colocado em caçamba	5	7.69%

Relatos que chamaram à atenção durante as entrevistas estão ligados à consciência da população rural com relação aos resíduos gerados na propriedade. Em muitos casos os próprios moradores realizavam a separação do

material reciclável e levavam diretamente para as estações de reciclagem, deixando para o recolhimento de lixo somente o material que não poderia ser reutilizado. Muitos agricultores alegaram o forte papel da Escola Municipal de Ensino Fundamental Érico Veríssimo, localizada na parte urbana do distrito, na realização de um grande trabalho de educação ambiental com as crianças e com a população da localidade.

Conforme descrito anteriormente, quando uma bacia hidrográfica assume o papel de fornecer água para o município, como é o caso da bacia hidrográfica do arroio Marrecas, ela é automaticamente submetida à Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005, "Lei das Águas". Assim diante dos dados encontrados em campo, é possível inferir que alguns moradores estão em desacordo com a imposto pela lei com relação ao descarte de materiais gerados na propriedade.

Contudo, conforme capítulo XIII, art. 70 da referida lei que traz que o poder público deverá propiciar instrumentos de gestão que permitam assegurar o caráter multiplicador das ações de conscientização relativas à preservação das áreas de bacia (educação ambiental, participação da comunidade, campanhas de conscientização). As percepções levantadas pelo trabalho de campo confirmam a efetividade da ação do poder público na região sendo representada, principalmente, pela instituição de ensino - Escola Municipal de Ensino Fundamental Érico Veríssimo - e suas ações ambientais integradas com a população residente na bacia de captação, estando em consonância com a lei. No entanto, no tocante à destinação de resíduos e diante dos dados encontrados em campo, somados aos dados consultados do IBGE (2010b), comprova-se a ineficiência de algumas ações e/ou a incapacidade de alteração de algumas práticas, como a queima do lixo, por exemplo.

#### **4.2.2. Água destinada ao consumo humano**

*“O acesso à água potável é a primeira referência de uma vida saudável e indicador constante das recomendações internacionais para monitoramento da qualidade de moradia dos indivíduos”, conforme consta na Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira (IBGE, 2010c).*

Os domicílios que têm acesso aos serviços de abastecimento de água com canalização interna são aqueles em que a mesma chega em pelo menos um cômodo da casa e sem canalização interna quando a água chega somente ao terreno. Com relação à água de consumo humano, 100% dos entrevistados alegaram possuir água encanada dentro do domicílio.

O abastecimento de água do Município de Caxias do Sul é feito pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE). O SAMAE é órgão responsável pela organização espacial da bacia do arroio Marrecas assim como a salubridade ambiental da mesma. Para que ocorra esse gerenciamento territorial o SAMAE se embasa principalmente na Lei das Águas, que informa os tipos de estruturas permitidas e o uso que poderá ser dado ao solo.

Além de cuidar da salubridade ambiental da bacia, garantido a quantidade e qualidade da água, o SAMAE é o responsável por fornecer água também para as propriedades rurais. Conforme dados da Secretaria Municipal de Saúde (2011) a Tabela 12 apresenta uma distribuição de água no distrito de Vila Seca. Percebe-se na tabela um percentual maior de domicílios abastecidos por águas de poços ou nascentes, fato que comprova que não são atendidas por rede municipal.

Tabela 12: Percentual de abastecimento de água do distrito.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA	PORCENTAGEM
Rede Pública	40,25%
Poço/nascente	59,43%
Outros	0,32%
Total	100,00%

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde, Caxias do Sul, 2011.

Em comparação com os dados alcançados com o trabalho de campo, 63,08%, declararam possuírem poço raso na propriedade e utilizarem a água para consumo. Quanto aos poços semi-artesianos foram identificados três perfis de locais: propriedades detentoras de aviários, condomínios em que o poço abastecia todas as residências e o núcleo urbano do distrito de Vila Seca que canalizava água para propriedades próximas (rede geral de distribuição), conforme Tabela 13. Nesses dois últimos casos o SAMAE é o órgão responsável



pela análise e qualidade da água distribuída a população, a Figura 34 apresenta a localização dos três poços semi-artesianos sob responsabilidade do SAMAE.

Tabela 13: Fonte de abastecimento domiciliar.

FONTE DE ABASTECIMENTO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
Rede geral distribuição	2	3.08%
Poço semi-artesiano	21	32.31%
Poço raso	41	63.08%
Nascentes/olhos d'água	1	1.54%
Rios, açudes e lagos	1	1.54%

Quando questionados sobre a profundidade do poço 66% responderam que o mesmo possuía menos de 10 metros. A profundidade média identificada foi de 1 a 3 metros, caracterizando um perfil de poço raso (Figura 32 e Figura 33 ). As imagens trazem dois poços rasos: o primeiro, onde foi construída uma pequena cisterna para armazenamento da água; no segundo, a água está a uma profundidade de 3 metros tendo como proteção externa somente um tampão.



Figura 31: Poço raso com cisterna.  
Foto: Sara Fernandes Borth, 2014



Figura 32: Poço raso tamponado.

Foto: Karyne Maurmann, 2014

A Figura 34 traz o perfil de um poço semi-artesiano. Durante as entrevistas não foram encontrados poços artesianos, pois todos precisavam de algum sistema para a retirada de água. A média de profundidade para esses poços foi de 80 a 120 metros.



Figura 33: Poço semi-artesiano.

Foto: Karyne Maurmann, 2014

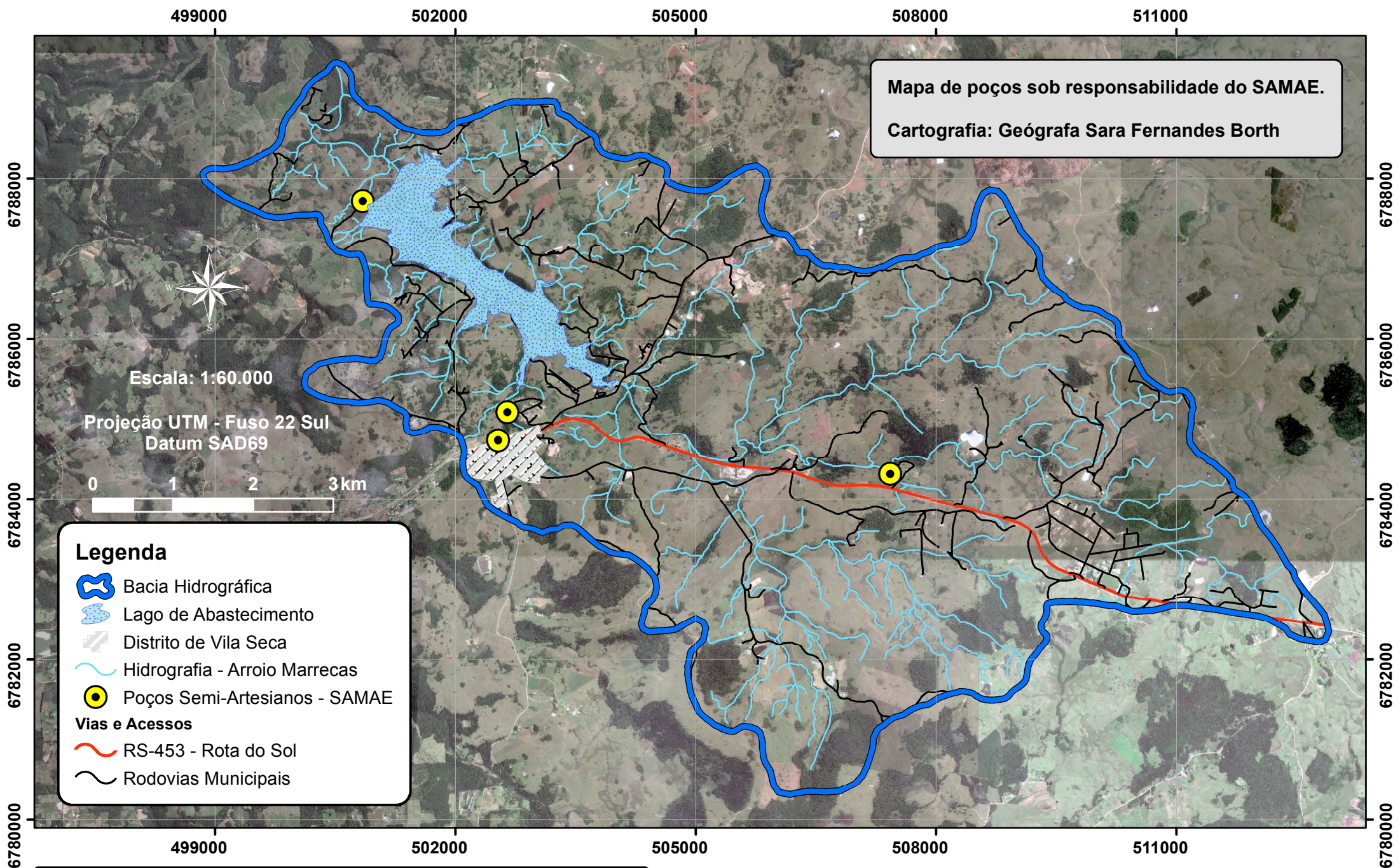


Figura 34: Mapa de poços sob responsabilidade do SAMAE.

Confrontando os dados fornecidos pelo SAMAE com os dados obtidos em campo fica nítido que esse órgão não possui o cadastro de todos os poços tubulares profundos (semi-artesianos) presentes na bacia hidrográfica.

Quanto aos usos dados à água do poço, 100% dos entrevistados declararam utilizar a água de poço para abastecimento domiciliar, 64,6% a destinam também para consumo dos animais e 21,5% a usam para irrigação de pequenas áreas como hortas e pomares normalmente localizados nas proximidades do domicílio.

Nos dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde (2011), Tabela 14, observa-se que no distrito de Vila Seca 97,15% dos domicílios consomem água sem tratamento, 1,58% realizam filtração, 0,95%, cloração e 0,32%, fervura.

Tabela 14: Percentual de tratamento de água nos domicílios do distrito.

<b>TRATAMENTO DE ÁGUA NO DOMICÍLIO</b>	<b>PORCENTAGEM</b>
Sem tratamento	97,15%
Filtração	1,58%
Cloração	0,95%
Fervura	0,32%
Total	100,00%

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde, Caxias do Sul, 2011.

Confirmando esses dados, os resultados das entrevistas apresentaram que de toda a amostra populacional entrevistada somente 7,6% realizavam fervura, 9,2% filtração, 3% cloração (principalmente em função dos aviários) e 78,4% da população consumia água sem tratamento prévio, conforme Tabela 15. Esse último dado entra em consonância com a quantidade de agricultores, 81,5% que consideravam a água que consumiam de ótima qualidade, não necessitando de tratamento prévio.

Os demais entrevistados 13,8% consideravam a água boa e 4,6% consideravam a água de qualidade média. Nenhum dos entrevistados considerou a água ruim. Em alguns casos os entrevistados relatavam a turbidez da água em períodos de muita chuva e acabavam por comprar água mineral durante esses episódios.

Tabela 15: Percentual de tratamento de água nos domicílios entrevistados.

TRATAMENTO DE ÁGUA NO DOMICÍLIO	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
Fervura	5	7,69%
Filtração	6	9,23%
Cloração	2	3,08%
Sem tratamento	51	78,46%
Outros	2	3,08%
NSA	1	1,54%

Os dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde em conjunto com os dados coletados em campo poderiam sugerir que os moradores consideram a água das fontes da região em condições próprias ao consumo *in natura*. Esse dado é de suma importância, pois a saúde de muitos trabalhadores poderia estar em risco. Esse dado será comparado com o resultado das análises de qualidade da água.

#### 4.2.3. Estruturas de Saneamento Básico

O Capítulo IV, art. 13, da Lei das Águas outorga que nas bacias de captação e abastecimento "*todas as atividades, independentemente do porte, terão sistema de tratamento de efluentes, de acordo com diretrizes e fiscalização do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, sem prejuízo ao Licenciamento.*".

Assim, o acesso aos serviços de saneamento básico é de fundamental importância para qualidade dos corpos hídricos da bacia hidrográfica e, conseqüentemente, para a saúde da população. Um sistema de destinação do esgoto para uma ETE ainda não está disponível no distrito de Vila Seca. Segundo o Sistema Municipal de Saúde (2011) a Tabela 16 demonstra que a maior parte das moradias do distrito (87,64%,) possui esgotamento sanitário via fossa séptica, já a rede geral corresponde a 5,86%, e, a céu aberto, 6,5%.

Tabela 16: Percentual de destino da água do banheiro das moradias localizadas no distrito de Vila Seca.

DESTINO DA ÁGUA DO BANHEIRO	PORCENTAGEM
Rede Geral	5,86%
Fossa	87,64%
Céu aberto	6,50%

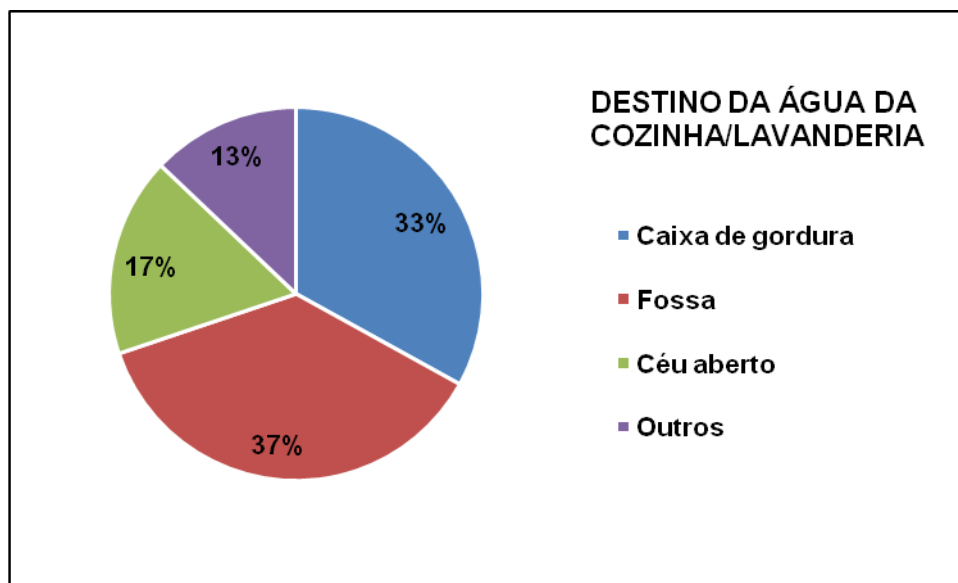
Fonte: Secretaria Municipal de Saúde, Caxias do Sul, 2011.

Os dados encontrados em campo permitem concluir que a água negra (proveniente de banheiros) em sua maioria, era encaminhada para fossas sépticas, 83,08%, dado esse muito semelhante ao fornecido pela SMS referentes ao distrito de Vila Seca. Nos dados de campo uma pessoa declarou utilizar vala, seis pessoas declararam utilizar poço negro, e quatro pessoas declararam destinar a água do banheiro para arroios ou a céu aberto.

O problema maior identificado durante as entrevistas foi a destinação do material estagnado na fossa. A maioria dos agricultores não possuía sumidouro e declarou não ter condições financeiras de contratar um serviço de limpeza, informando que limpavam as fossas por conta própria.

Para os dois perfis de efluentes domésticos (banheiro e cozinha) muitas pessoas declararam utilizar a mesma fossa. Para a água declarada "cinza", ou seja, proveniente da cozinha e lavanderias, o Gráfico 6 apresenta que 35,3% dos entrevistados valiam-se do uso de caixa de gordura, e 38,4% do uso de fossa séptica. Já 18,4% da água era descartada a céu aberto e 13,8% declararam ser outro o destino final dessa água (açudes, poços negros e em arroios/sangas). Somente 27,6% declararam fazer uso de caixa de gordura seguida de fossa séptica.

Gráfico 6: Destino final das águas cinzas (cozinha e lavanderia).



Seis moradores entrevistados possuíam o conjunto de tratamento de esgoto doméstico em área rural, ou seja, caixa de gordura, fossa séptica, filtro anaeróbico e sumidouro. Esse perfil de esgoto doméstico é o exigido pelo SAMAE e pelo programa de saneamento básico rural para as residências estabelecidas em bacias de captação de água. A Figura 35, esboça o que foi encontrado em campo.

Tendo em vista que essa pesquisa buscava presença de contaminação por coliformes em água subterrânea, era de suma importância saber o destino das fezes dos animais. A Tabela 17 apresenta os resultados desse questionamento, ressaltando que poderiam ser respostas múltiplas.



Figura 35: Conjunto de tratamento de esgoto doméstico em área rural.  
Foto: Sara Fernandes Borth, 2014.

Tabela 17: Destino final dado às fezes dos animais.

DESTINO DAS FEZES DOS ANIMAIS	FREQUÊNCIA	PORCENTAGEM
Composteira	4	6.15%
Esterqueira Construída	4	6.15%
Esterqueira sem estrutura	14	21.54%
Disposto aleatoriamente na propriedade	36	55.38%
NSA	8	12.31%

A maioria dos agricultores que possuíam criações de animais, principalmente gado, disseram que não tinham a prática de recolher as fezes dos animais, deixando-as dispostas de forma aleatórias nas propriedades, 55,38%. Já nos aviários, assim que as aves eram vendidas, as "camas" (fezes, serragem, penas) deveriam ser esterilizadas, ou seja, deveriam ser embaladas e submetidas



a altas temperaturas a fim de matar todos os micro-organismos. Somente a partir desse procedimento a cama poderia servir como adubo e/ou ser vendida para a confecção de rações. Poucos agricultores realizavam esse procedimento e muitos ofereciam a cama "virgem" para vizinhos e/ou para a subprefeitura para ser utilizada como adubo de pastagens.

As esterqueiras sem estruturas, 21,5%, foram identificadas como sendo o ato de dispor em um único local os dejetos dos animais. Esse tipo de procedimento privilegia a ação de bactérias e micro-organismos até o ponto de transformação das fezes em adubo. Quanto a compostagem, poucos agricultores realizavam esse procedimento, 6,15%, e poucos dispunham as fezes em locais fechados, ou seja, esterqueiras construídas, 6,15%. Nenhum agricultor declarou depositar as fezes perto da fonte de água que era consumida pela família.

O projeto municipal de saneamento básico rural tem também como uma das linhas a construção de chorumeiras/esterqueiras, Figura 36, construídas em propriedades que utilizem água para a lavagem de instalações onde os animais ficam confinados. O ideal é que o chorume permaneça de 40 a 60 dias para que ocorra o processo de curtição. Finda essa etapa, o produto gerado é disperso em lavouras e pastagens, fato que aumenta a qualidade das pastagens e traz retorno financeiro aos proprietários.

A subprefeitura informou que no distrito havia seis agricultores adeptos a esse projeto. Em função do trabalho despendido - transporte de líquido e fezes até a esterqueira - três agricultores abandonaram a iniciativa. Dentro da bacia hidrográfica somente foi possível entrevistar um proprietário que era usuário desse projeto. O mesmo relatou que era muito difícil conseguir voluntários que disponibilizassem os campos para receber o composto pronto, mesmo isso trazendo um grande benefício para as pastagens.

Quanto à construção de esterqueiras fechadas, importantes no processo por conterem todos os subprodutos oriundos das fezes dos animais, verificou-se poucos incentivos por parte do município. Os agricultores expuseram nunca terem tido problemas com o armazenamento das fezes a céu aberto e também relataram a ótima qualidade da água encontrada pela Secretaria Municipal da Saúde quando a mesma realizou análise da qualidade da água em algumas propriedades.



Figura 36: Chorumeiras em processo de curtição de fezes e urina.  
Fonte: Sara Fernandes Borth, 2014.

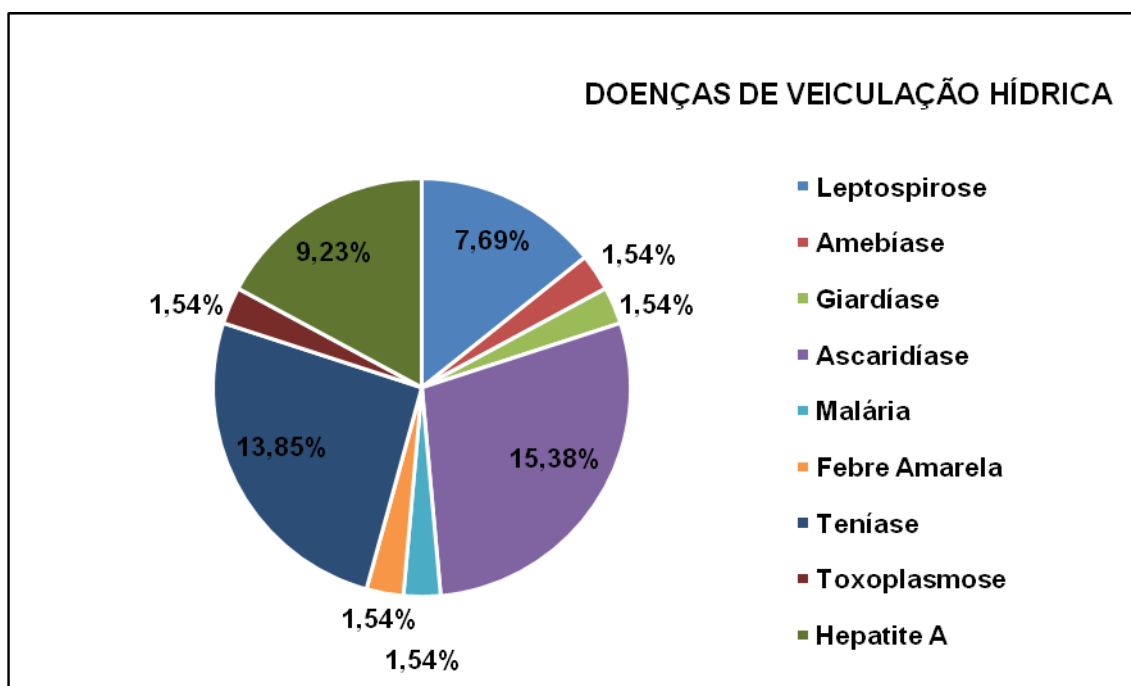
Quando questionados quanto ao procedimento adotado em caso de morte de animais de grande porte e em caso de morte de vários animais, a resposta mais comum foi que enterravam os animais e/ou abandonavam no campo/céu aberto. Esporadicamente entravam em contato com a Secretaria do Meio Ambiente/Agricultura e solicitavam a retirada do(s) animal(is) falecido(s).

#### **4.3. DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO.**

Quando os agricultores foram indagados sobre a realização de análise da qualidade da água utilizada na propriedade, 20 dos 65 entrevistados responderam que esse procedimento já havia sido feito. No entanto, a maioria dos agricultores não sabia dizer com exatidão quando havia ocorrido esse procedimento. Muitos dos agricultores também não conseguiam identificar quem havia executado e qual foi o órgão responsável pela análise. Eles trouxeram a situação de nunca terem sido informados dos resultados das análises, outros disseram que foram notificados para adotar medidas de limpeza do poço.

Quanto às doenças de Veiculação Hídrica (DVH), ressaltando que poderiam ser respostas múltiplas, das 65 entrevistas, as respostas encontradas e com maior frequência foram: 10 pessoas declararam já terem tido ascaridíase (lombrigas), 9 pessoas já haviam tido teníase, 6 pessoas possuíam ou já haviam tido hepatite e 5 pessoas já haviam tido leptospirose. As demais doenças, onde somente um caso foi relatado, foram amebíase, giardíase, malária, febre amarela e toxoplasmose, conforme o Gráfico 7.

Gráfico 7: Doenças de Veiculação Hídrica.



Em relação a vômitos e diarreias 78,4% declararam não lembrarem a última vez que alguém da família apresentou esses sintomas. 18,4% disseram que ao menos uma vez ao ano um familiar apresentava os sintomas. 1,5% falaram que de duas a três vezes ao ano alguém vomitava ou tinha diarreia e 1,5% declararam que mais de quatro vezes por ano algum indivíduo apresentava essas doenças.

Os dados da Secretaria Municipal de Saúde (2011) informam que em casos de doenças, 85,74% da população do distrito procuram pela Unidade Básica de Saúde, 50,55% por hospital, 0,32% benzedeira e 6,5% outras formas (Figura 37).

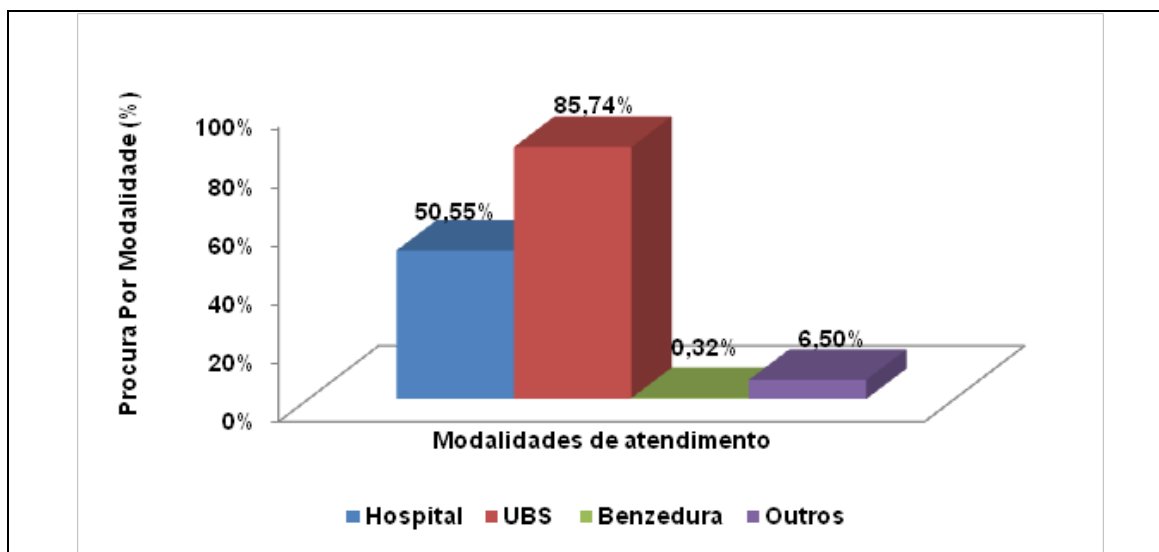


Figura 37: Percentual de modalidades de atendimento procuradas em caso de doença.  
 Fonte: Secretaria Municipal de Saúde, Caxias do Sul, 2011.

#### 4.4. COLETA E ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS RASOS

Um dos objetivos específicos das entrevistas era encontrar possíveis poços contaminados por coliformes termotolerantes. Para que houvesse a coleta de água seguida de análise, os poços deveriam ser considerados suspeitos durante as entrevistas, ou seja, deveriam ter algum contato e/ou proximidade com fezes de animais e/ou fezes humanas e nunca terem sofrido nenhuma análise.

Primeiramente, o intuito era realizar o máximo de análises possíveis, no entanto como muitos poços já haviam sido monitorados quanto à qualidade da água (Figura 39), além do fato de serem bem construídos (boas estruturas de proteção) e não possuírem contato com animais, assim foram realizadas 17 análises de qualidade da água (Figura 40).

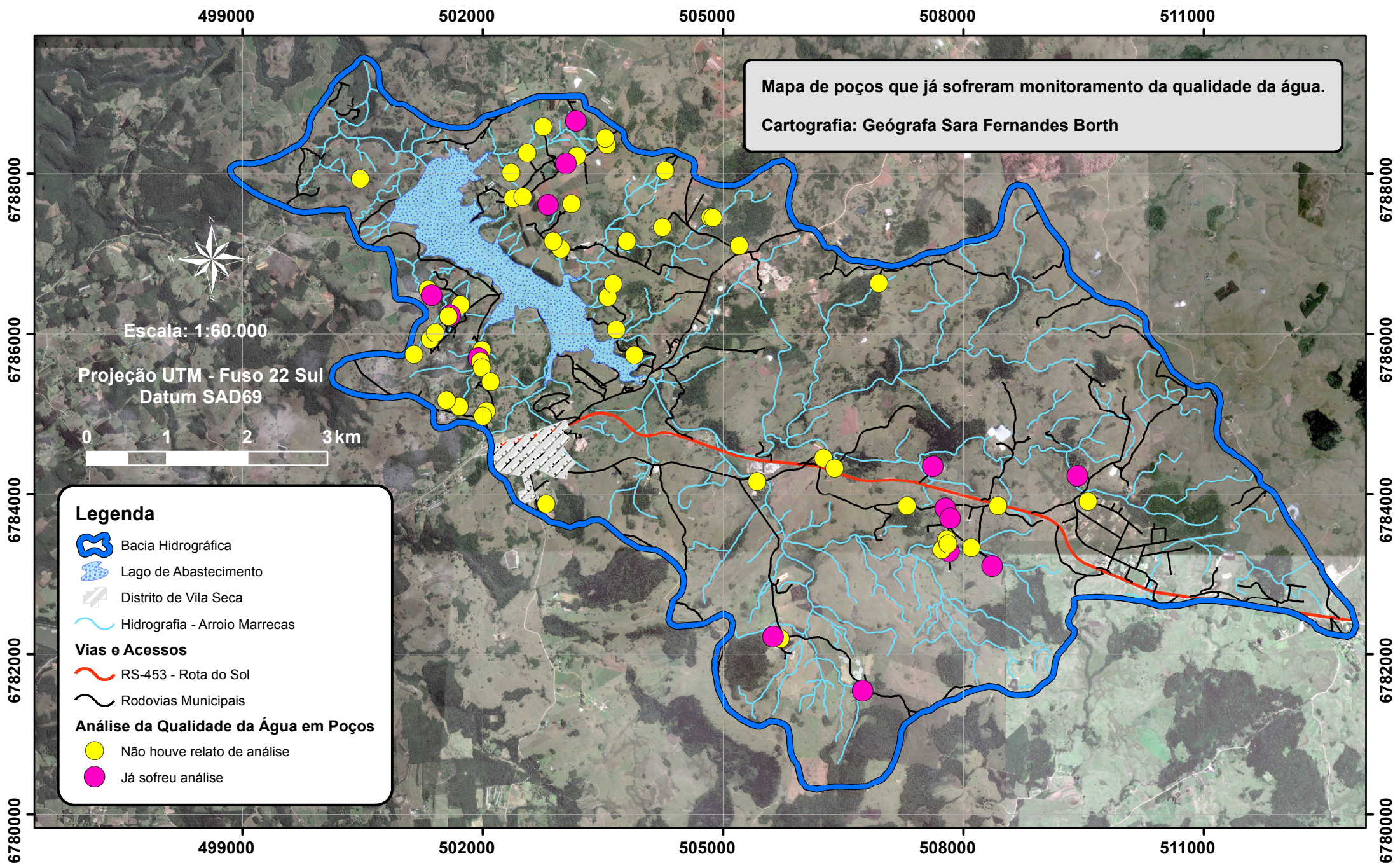
As amostras de água assim que coletadas das torneiras das residências (Figura 38) foram encaminhadas ao laboratório EcoCerta localizado no município de Caxias do Sul (Rua Tronca, nº 2893) tendo como responsável técnica Ana Cristina Atti dos Santos (CRQ 05302072) e Marcelo Rossato (CRBio 25888 03D). Ressaltando que para a água ser considerada contaminada por coliformes termotolerantes, conforme resolução CONAMA nº 398 e Ministério da Portaria da

Saúde nº 2.914, define-se que água subterrânea destinada ao consumo humano deveria estar isenta de coliformes termotolerantes em 100ml de água analisada.

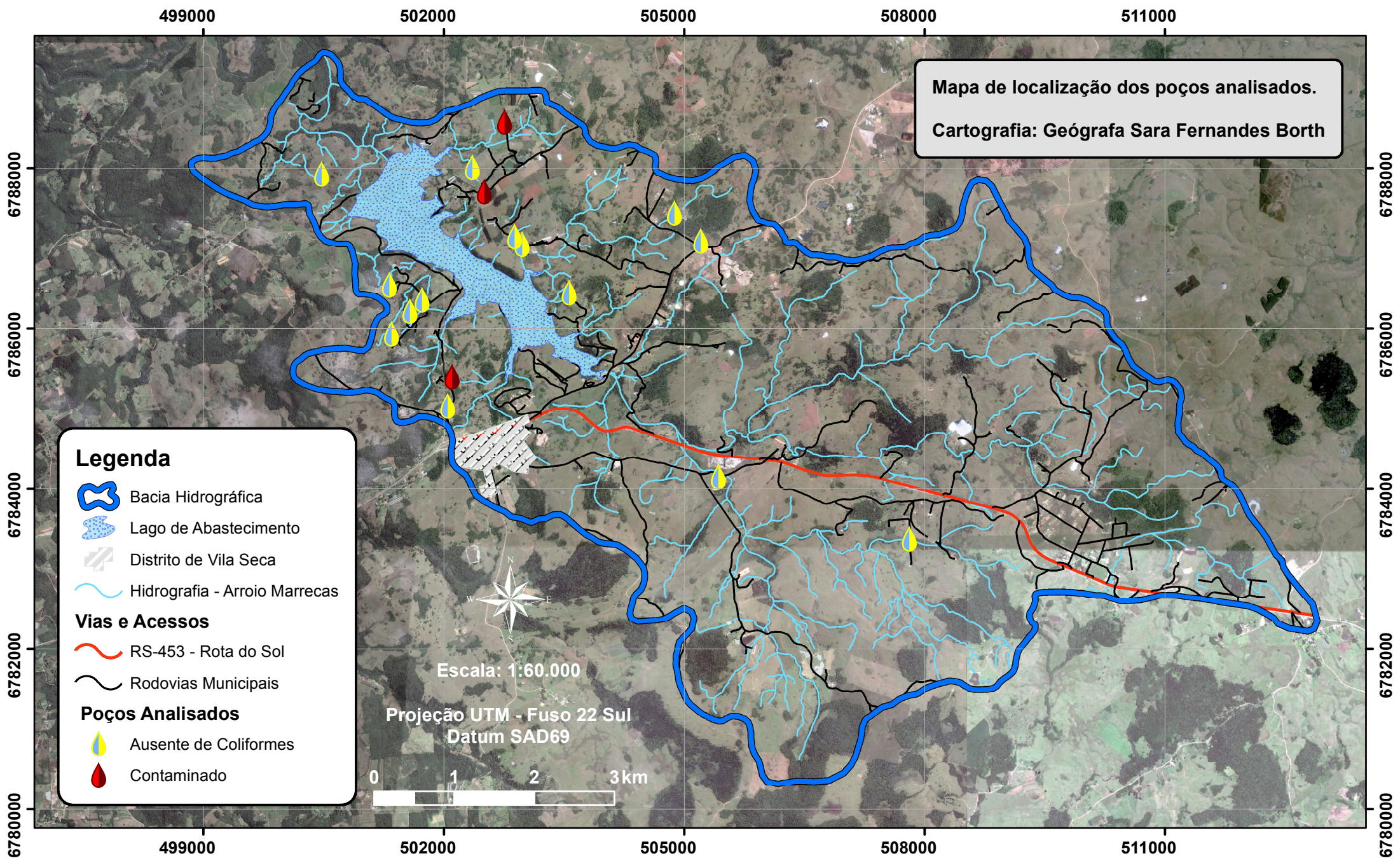


Figura 38: Coleta de água em uma das residências.  
Foto: Karyne Maurmann, 2014.

Houve a intenção de visitar todos os poços, mas muitos estavam distantes da propriedade e eram de difícil acesso, desta forma a realização ou não de algumas análises dependeram exclusivamente das respostas dadas pelos entrevistados.



**Figura 39: Mapa de poços que já sofreram monitoramento da qualidade da água**



Mapa de localização dos poços analisados.  
 Cartografia: Geógrafa Sara Fernandes Borth

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica
- Lago de Abastecimento
- Distrito de Vila Seca
- Hidrografia - Arroio Marrecas

**Vias e Acessos**

- RS-453 - Rota do Sol
- Rodovias Municipais

**Poços Analisados**

- Ausente de Coliformes
- Contaminado

Escala: 1:60.000  
 Projeção UTM - Fuso 22 Sul  
 Datum SAD69

0 1 2 3 km

**Figura 40: Mapa de localização dos poços analisados.**

Dos 17 poços analisados somente 03 confirmaram a presença de coliformes termotolerantes, conforme a Figura 40, considerando as condições deficitárias de todos os poços, esse resultado foi surpreendente. A localização geográfica dos poços em que a água foi coletada, assim como a presença ou não de coliformes nas análises, estão na Tabela 18.

Tabela 18: Coordenadas geográficas dos poços que sofreram coleta de água.

PONTOS QUESTIONÁRIOS	E (m)	N(m)	RESULTADO DAS ANÁLISES
2	501767	6789475	Ausente de Coliformes
4	502762	6788926	Contaminada
11	503282	6788852	Ausente de Coliformes
12	503282	6788896	Ausente de Coliformes
18	502505	6787711	Contaminada
20	500473	6787933	Ausente de Coliformes
21	501346	6785936	Ausente de Coliformes
23	501727	6786359	Ausente de Coliformes
24	501318	6786549	Ausente de Coliformes
30	502102	6785401	Contaminada
31	501935	6784886	Ausente de Coliformes
41	505424	6784152	Ausente de Coliformes
52	507809	6783377	Ausente de Coliformes
56	501575	6786220	Ausente de Coliformes
59	503563	6786452	Ausente de Coliformes
62	505206	6787098	Ausente de Coliformes
64	504876	6787447	Ausente de Coliformes

As amostras de água foram coletadas na última semana do mês de outubro do ano de 2014. A condição meteorológica era de tempo bom, com sol em todos os dias durante o trabalho de campo. No entanto, na semana anterior a realização das entrevistas e das coletas de água houve um período de grande precipitação em todo o estado do Rio Grande do Sul. Esse fato meteorológico pode ter comprometido as análises proporcionando uma diluição da água dos poços, visto que todos os poços analisados eram rasos e muitos estavam a céu aberto. A Figura 41: traz as imagens e a descrição da situação de alguns poços analisados.



<b>POÇOS ANALISADOS</b>	<b>SITUAÇÃO INDIVIDUAL DE CADA POÇO</b>
 <p>A</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poço escavado com menos de um ano de uso.</li> <li>• Possui mais de 50m de distância da residência.</li> <li>• Está em uma cota de nível de relevo mais baixa que a residência.</li> <li>• Bovinos possuem acesso direto à água.</li> <li>• Não possui nenhuma estrutura de proteção e conservação para manter a qualidade água.</li> </ul>
 <p>B</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bovinos e suínos possuem acesso direto a água que está ao redor da estrutura apresentada na imagem.</li> <li>• Possui mais de 50m de distância da residência.</li> <li>• O poço não está equipado com uma estrutura de proteção de água adequada.</li> </ul>
 <p>C</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bovinos possuem acesso direto à água.</li> <li>• Possui mais de 50m de distância da residência.</li> <li>• Não possui nenhuma estrutura de proteção e conservação para manter a qualidade água.</li> </ul>



D

- Possui mais de 50m de distância da residência.
- Não possui nenhuma estrutura de proteção e conservação para manter a qualidade água.
- Área cercada, animais não possuem acesso.
- Localizado em área de campo em cota de nível inferior ao entorno, estando sujeito a escoamento de água superficial.



E

- Poço que está localizado a menos de 10m de distância da residência.
- Residência sem estruturas de saneamento.
- Inadequada estrutura de proteção da água.
- Animais não possuem acesso ao local do poço, nem proximidades.



F

- Possui mais de 30m de distância da residência.
- Não possui nenhuma estrutura de proteção e conservação para manter a qualidade água.
- Localizado em área de campo em cota de nível inferior estando sujeito a escoamento de água superficial.
- Equinos possuem acesso direto a água.




 <p>G</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poço localizado próximo a uma sequência de residências sem estruturas de saneamento.</li> <li>• Animais possuem acesso às proximidades do poço, mas não diretamente a ele.</li> </ul>
 <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poço com a estrutura de construção adequada.</li> <li>• Possui mais de 50m de distância da residência.</li> <li>• Possui contato de animais (equinos) que buscam o frescor da terra úmida.</li> </ul>
 <p>I</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poço localizado a menos de 10m da fossa séptica. Na época da entrevista a fossa estava com o material transbordando.</li> <li>• Localizado a menos de 5m de um açude onde nas margens existe criação de animais como patos, galinhas e porcos que também possuem acesso ao poço.</li> <li>• Inadequada estrutura de proteção da água.</li> </ul>

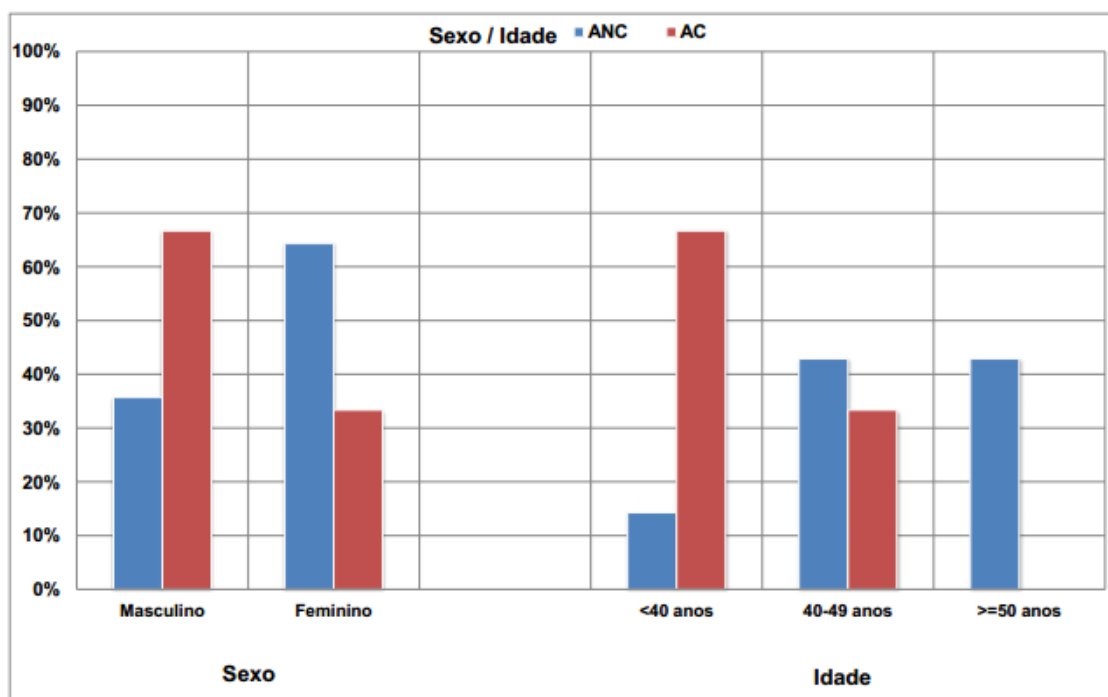
Figura 41: Situação e características do entorno dos poços onde foram coletadas amostras para análise da qualidade da água.

Fotos: Sara Fernandes Borth, 2014

A distância entre poço e residência foi relevante, pois muitos entrevistados não sabiam indicar onde estava localizada a fossa séptica, que normalmente está próxima à residência. Assim, raros foram os poços que aparentavam estarem próximos dessas estruturas sanitárias.

A partir dos dados obtidos em campo, os gráficos que seguem visam realizar uma comparação das variáveis categóricas e numéricas entre os poços contaminados e não contaminados por coliformes termotolerantes. Para fins de compreensão o grupo de indivíduos com água não contaminada foi denominado de "ANC" e os indivíduos com água contaminada "AC", conforme gráficos a seguir.

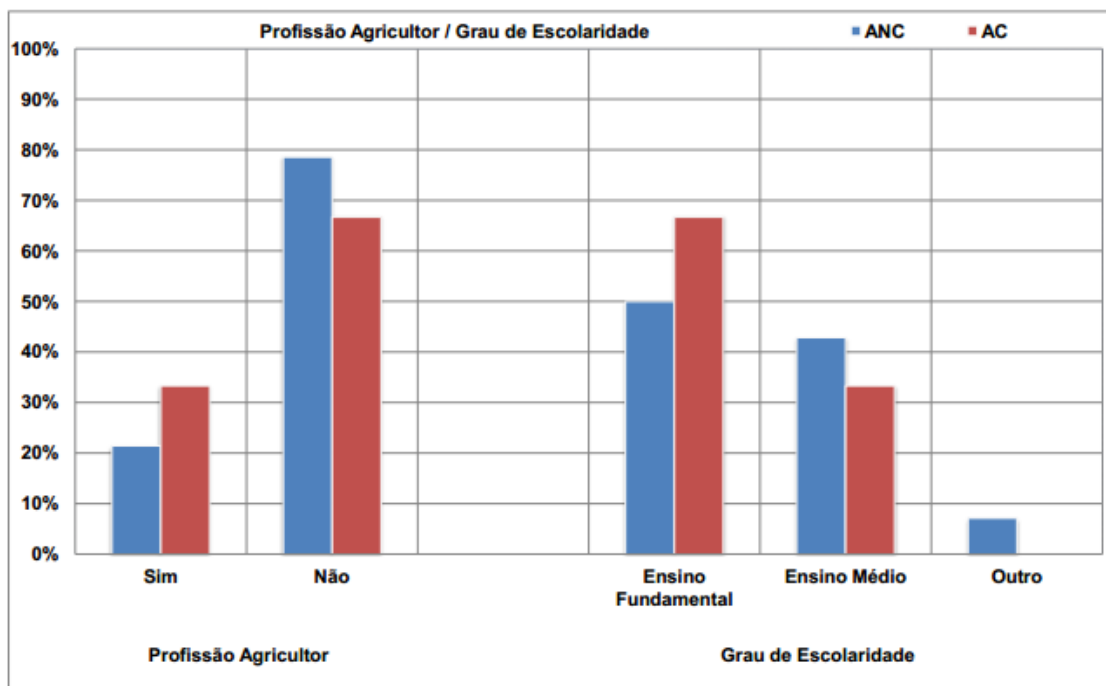
Gráfico 8: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: sexo e idade.



- Na época da realização das entrevistas no grupo AC, dois indivíduos possuíam idade inferior a 40 anos e um indivíduo estava entre 40 e 49 anos. Já no grupo ANC duas pessoas possuíam idade inferior a 40 anos, 06 pessoas encontravam-se entre 40 e 49 anos e outras 06 pessoas possuíam 50 anos ou mais (Gráfico 8).

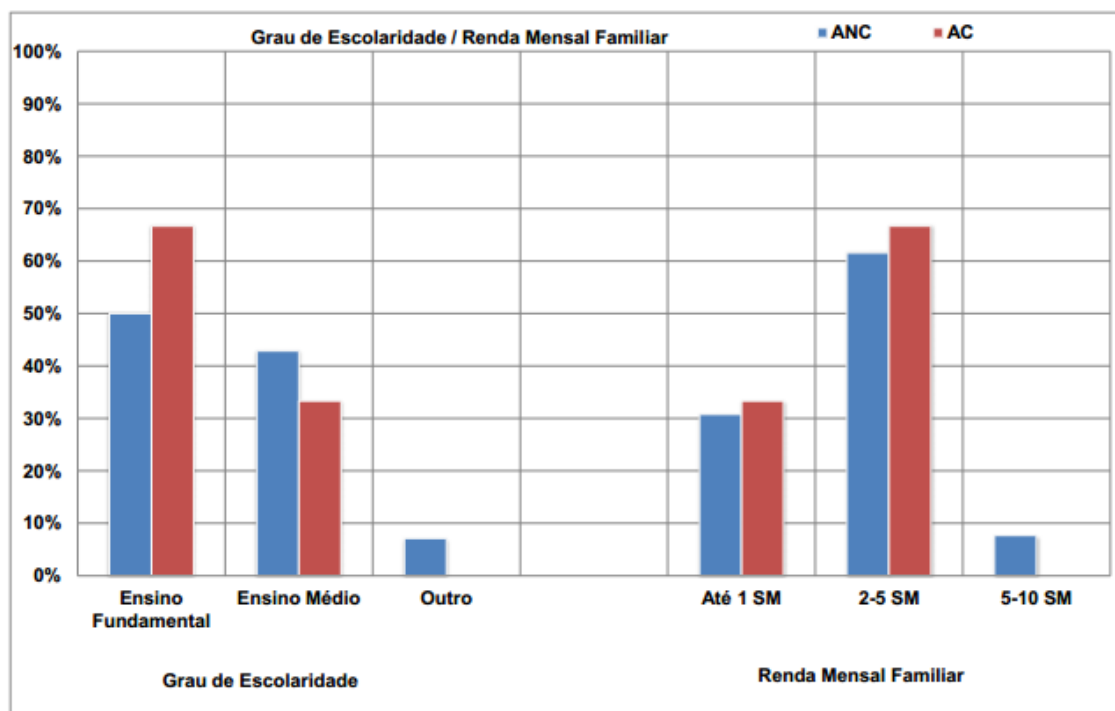
- No grupo ANC a maioria dos entrevistados que respondeu ao questionário eram mulheres, 64,2%. Já no grupo AC, 2 pessoas eram homens e uma era mulher (Gráfico 8).

Gráfico 9: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: profissão agricultor e grau de escolaridade



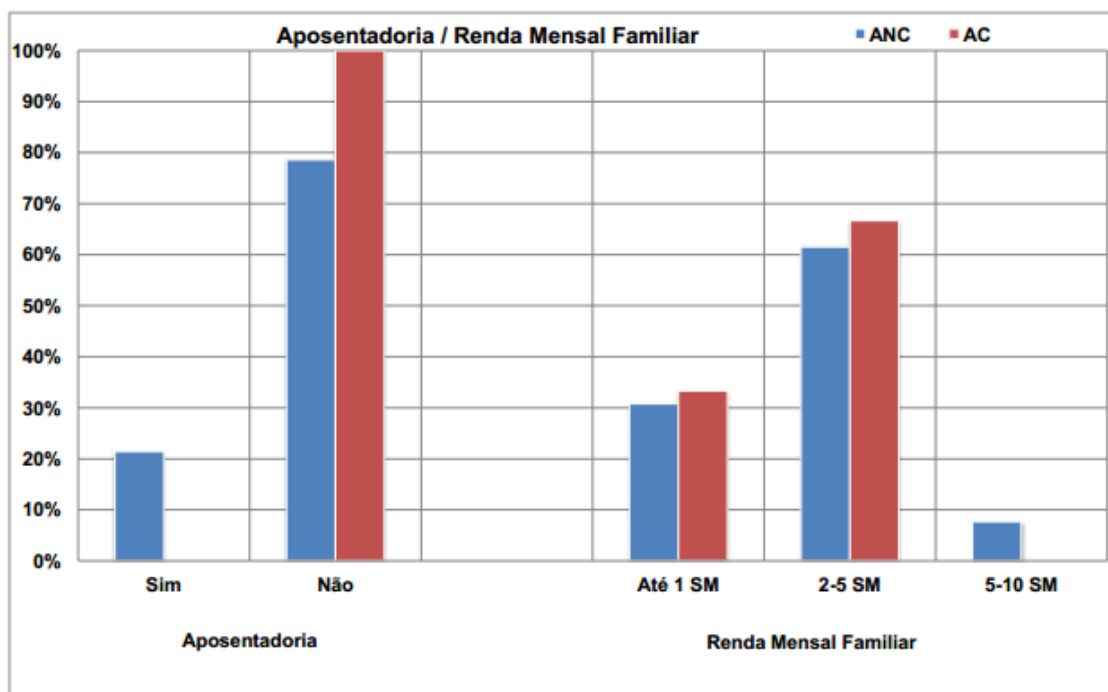
- A maior parte dos entrevistados, tanto do grupo ANC como do grupo AC, possuíam ensino fundamental como nível de escolaridade e somente um entrevistado do grupo ANC possuía ensino superior (Gráfico 9). No quesito profissão, somente 03 eram agricultores pertencentes ao grupo ANC e um agricultor era do grupo AC, a maior parte dos entrevistados, 80%, declarou-se não serem agricultores (Gráfico 9).

Gráfico 10: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: grau de escolaridade e renda mensal familiar.



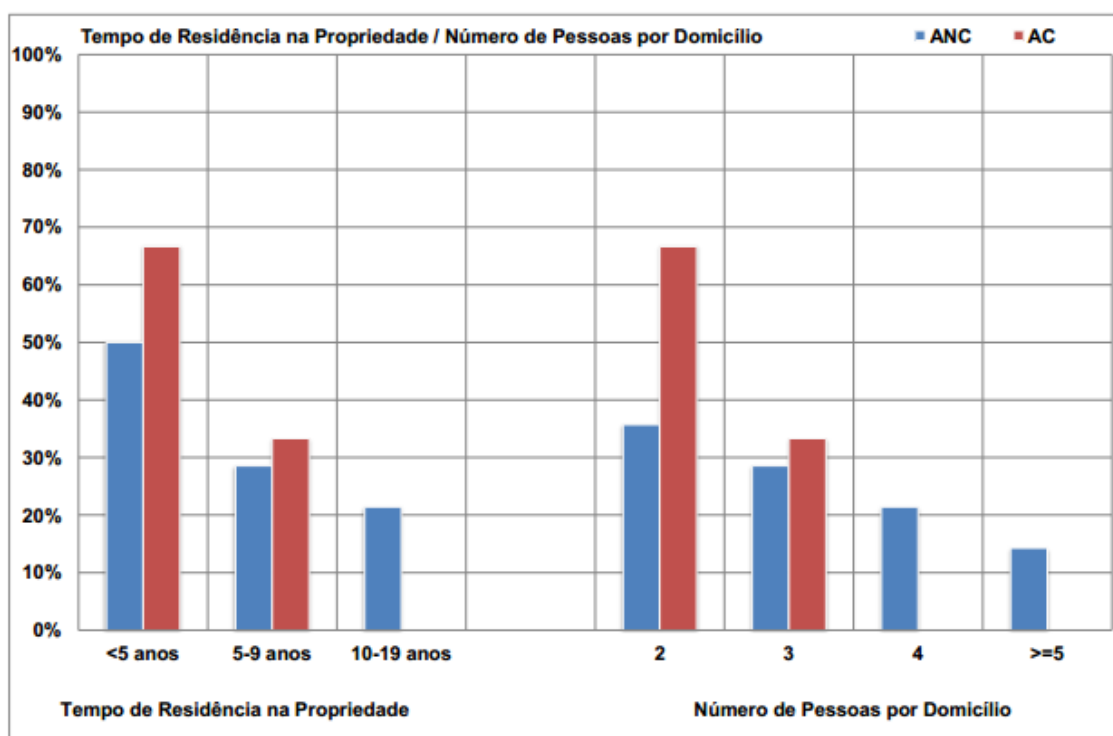
- Em torno de 65% dos entrevistados do grupo AC possuíam ensino fundamental e renda familiar entre 2 a 5 salários mínimos, no grupo ANC 50% possuíam ensino fundamental e 43% ensino médio, sendo de 2 a 5 salários mínimos a renda mais declarada (Gráfico 10). Assim, o maior índice de renda mensal familiar dos dois grupos estava entre dois a cinco salários mínimos. 04 pessoas do grupo ANC disseram receber um salário mínimo e uma pessoa do grupo AC também recebia um salário mínimo. Uma pessoa pertencente ao grupo ANC relatou receber de 5 a 10 salários mínimos.

Gráfico 11: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: aposentadoria e renda mensal familiar



- Do grupo AC, 100% declararam-se não serem aposentados e do grupo ANC, 80% declarou não serem aposentados. Infere-se desta forma que a renda familiar de 2 a 5 salários mínimos, maior nos dois grupos, não depende exclusivamente de aposentadorias (Gráfico 11).

Gráfico 12: Comparativo de poços contaminados e não contaminados - Variáveis: tempo de residência na propriedade e número de pessoas por domicílio.



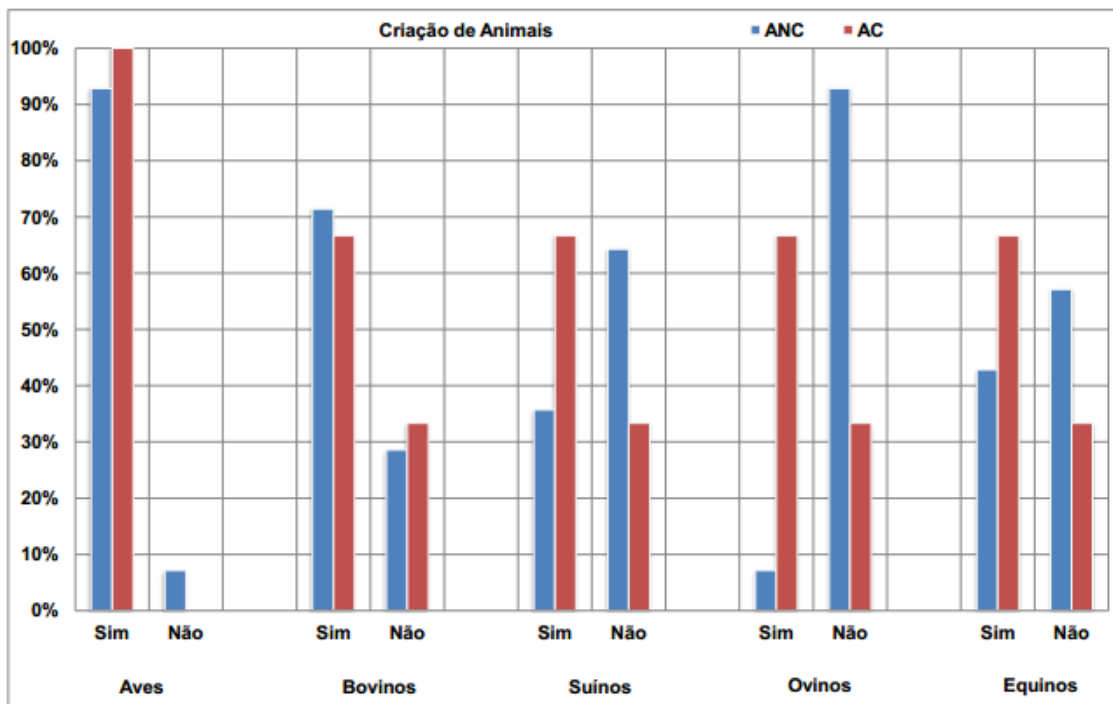
- Quanto ao tempo de residência na propriedade a maior parte dos entrevistados, tanto do grupo ANC como do grupo AC, estavam a menos de cinco anos na propriedade. Assim como a maior parte dos entrevistados declararam somente residirem duas pessoas no domicílio. No grupo ANC, em torno de 30% dos indivíduos estavam a mais que 5 anos na propriedade e nenhum indivíduo do grupo AC declarou estar a mais de 10 anos na propriedade.
- A maior parte dos entrevistados do grupo AC, alegaram residirem somente duas pessoas por domicílio. No grupo ANC de 2 a 3 pessoas residindo no domicílio, foi o número mais declarado.

Sendo assim, a maior parte dos entrevistados que teve a água do poço coletada para análise possuía a renda familiar de dois a cinco salários mínimos, residiam a menos de cinco anos na propriedade, com duas pessoas por domicílio e tinham ensino fundamental como nível de escolaridade. Os entrevistados eram



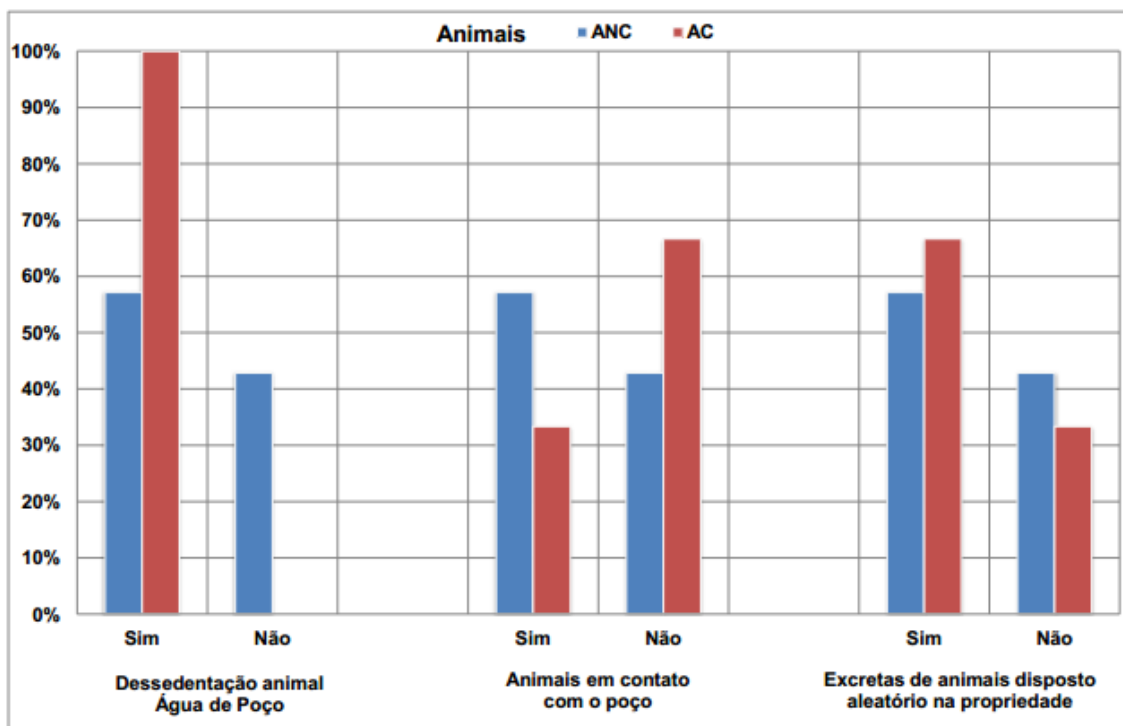
em sua maioria mulheres com mais de 40 anos, trabalhadoras e não se autodeclaravam agricultoras. Os gráficos a seguir mostram um perfil das propriedades que sofreram análises da qualidade da água.

Gráfico 13: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variável: criação de animais.



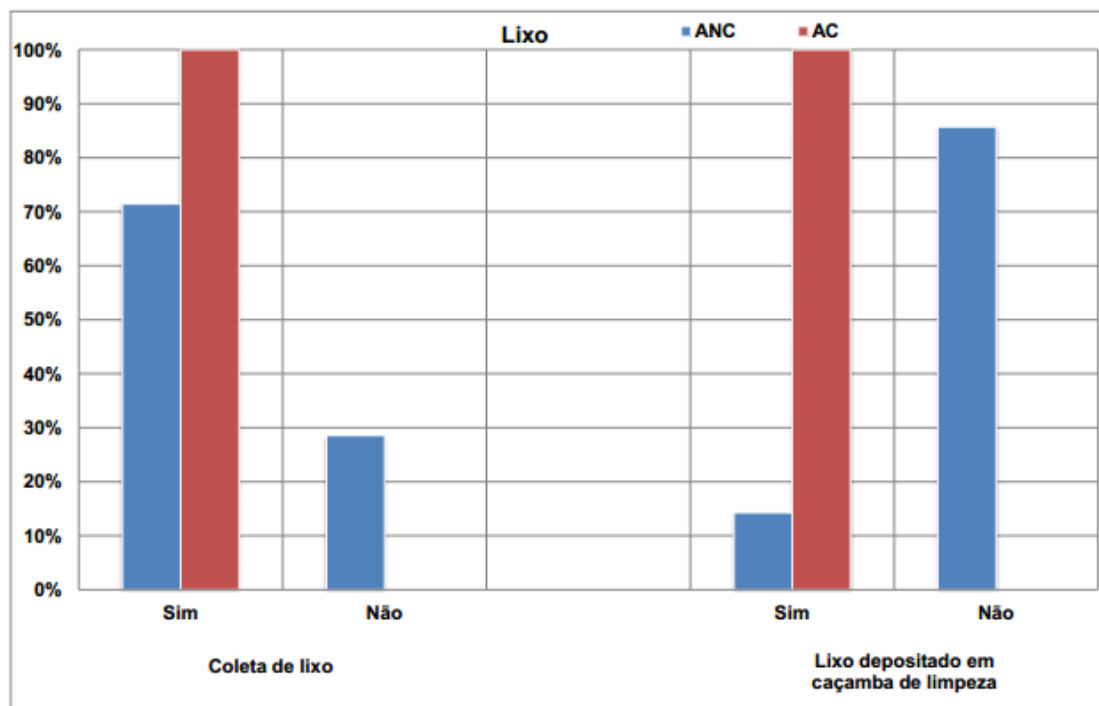
- Conforme Gráfico 13 nas propriedades entrevistadas do grupo AC, 100% possuíam criação de aves e somente um indivíduo do grupo ANC não possuía essa espécie de animal. Em sua maioria, tanto no grupo ANC quanto no grupo AC, possuíam criação de bovinos nas propriedades. Suínos, ovinos e equinos sobressaíram-se no grupo AC, onde duas pessoas possuíam esses animais. O grupo ANC possui a maior diferença com relação à criação de ovinos onde somente uma pessoa declarou criar essa espécie de animal.

Gráfico 14: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variáveis: dessedentação de animais, animais em contato com o poço e excretas de animais dispostos aleatoriamente na propriedade.



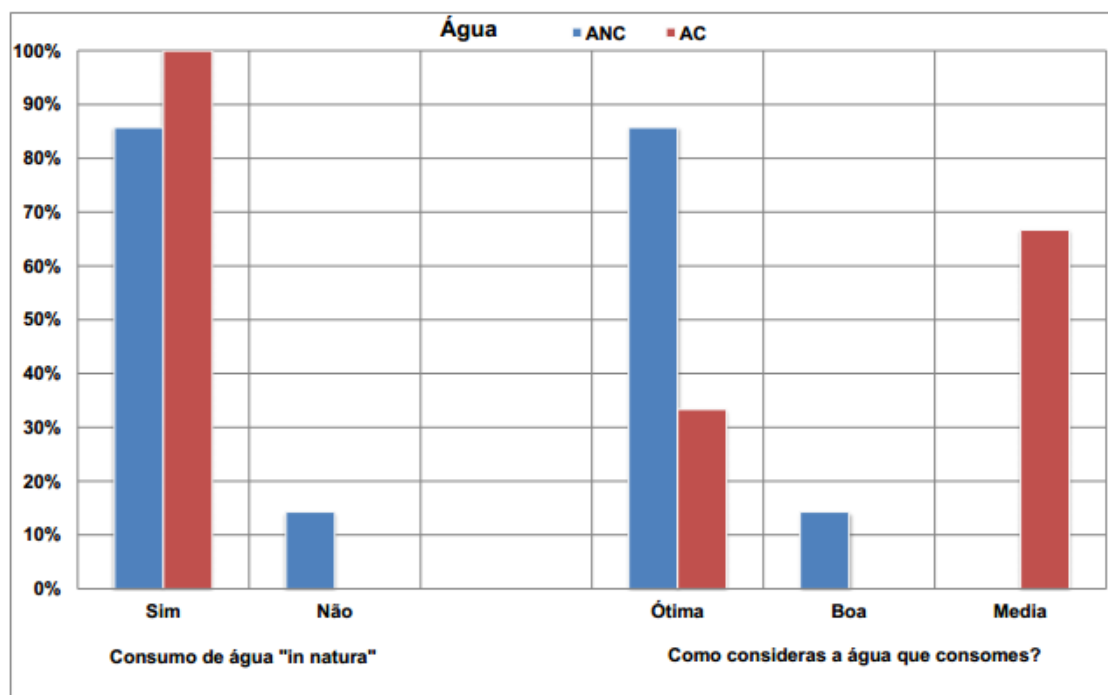
- De acordo com Gráfico 14 no grupo AC, a água dada para os animais provinha 100% de poços. Já no grupo ANC, esse número caía para quase 57%. No grupo AC dois entrevistados relataram que os animais da propriedade não possuíam contato com o poço e no grupo ANC 43% dos entrevistados não confirmaram a utilização do poço pelos animais. Esse dado, em algum dos casos, está em desacordo com o que foi observado em campo, pois em muitos poços visitados era possível identificar vestígios de animais. Ainda no Gráfico 14 quanto a disposição de excretas das criações, no grupo AC mais de 65% dos entrevistados disseram que não recolhiam as fezes dos animais deixando dispostas aleatoriamente na propriedade, dentre estes. A contaminação dos poços do grupo AC pode estar diretamente associada com a proximidade dos animais com o poço somada a falta de preocupação com o destino dos dejetos dos mesmos.

Gráfico 15: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variáveis: coleta de lixo e lixo depositado em caçamba de limpeza.



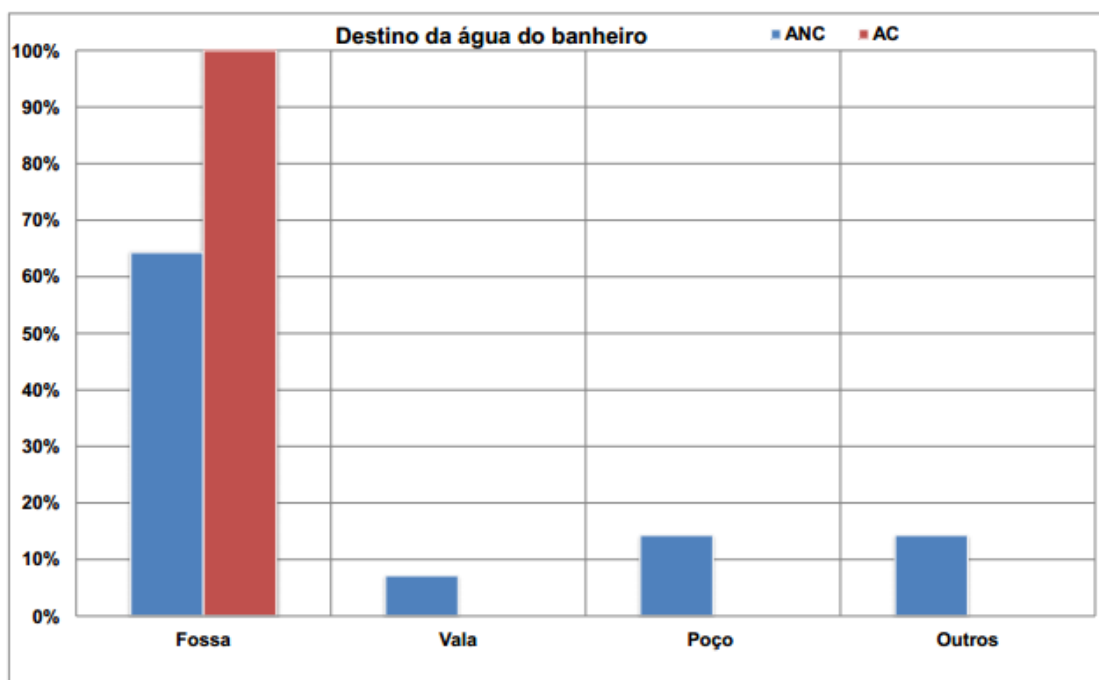
- O Gráfico 15 apresenta o atendimento municipal de recolhimento de lixo em que 100% do grupo AC declarou ser atendido por esse serviço e 71% do grupo ANC também disse se desfazer de seus resíduos desta forma. Dois dos quatro indivíduos do grupo ANC que não recebem esse serviço declararam depositar seu lixo em caçambas de serviço de limpeza.

Gráfico 16: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variáveis: consumo de água "in natura" e a questão "como consideras a água que consumes?"



- Segundo o Gráfico 16, 100% das propriedades em que ocorreu a coleta de água para análise eram abastecidas por água proveniente de poços rasos e/ou olhos da água escavados. Mesmo diante desse fato apenas duas residências do grupo ANC realizavam algum processo de tratamento antes do consumo direto e os demais 15 domicílios consumiam a água de forma *in natura*. Pelos resultados verificou-se uma diferença significativa entre os grupos ANC e AC. Quando questionados sobre como consideravam a qualidade da água que consumiam, 67% do grupo AC disseram que consideravam a água de consumo doméstico de qualidade média, enquanto que 86% do grupo ANC consideravam a água ótima.

Gráfico 17: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Variável: destino da água do banheiro.

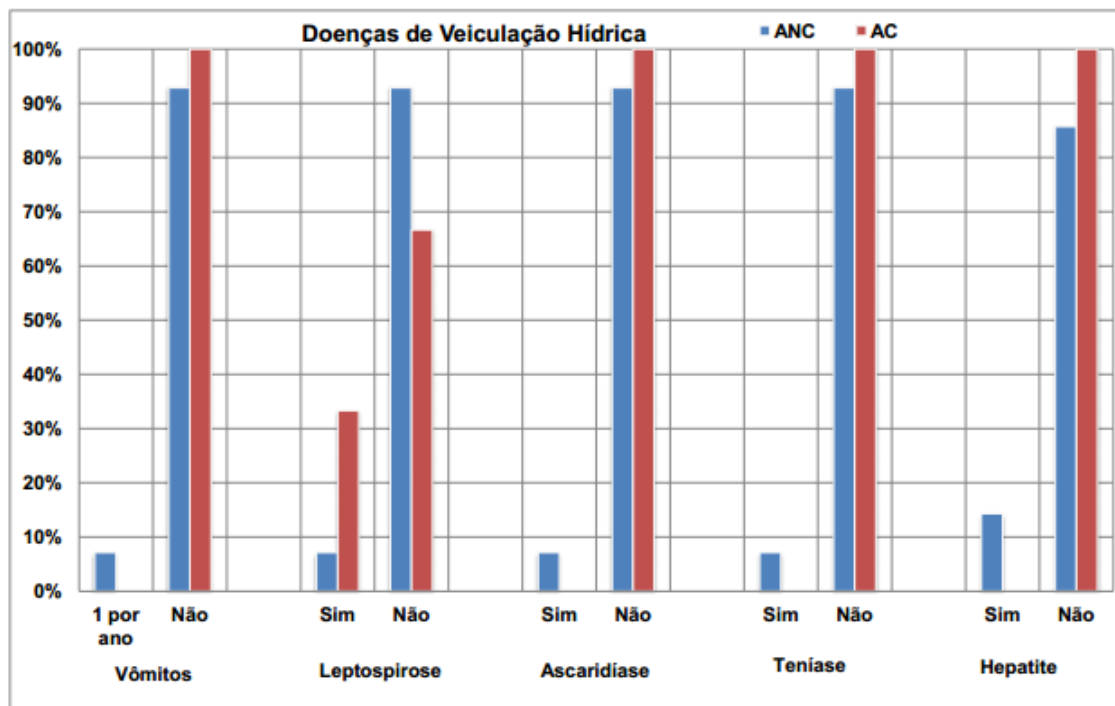


- Três indivíduos do grupo AC encaminhavam a água negra (proveniente de banheiros) para fossas, assim como no grupo ANC, 65% também repetiam esse processo. Ainda nesse grupo, um indivíduo encaminhava essa água para uma vala, dois indivíduos para um poço negro e duas pessoas davam outro destino conforme Gráfico 17.

Portanto, todas as propriedades que sofreram análise da qualidade da água possuíam seus domicílios abastecidos com água de poços rasos e/ou olhos d'água escavados. Dos 17 entrevistados, 15 consumiam essa água sem nenhum tratamento prévio. A maioria das propriedades possuía criação de aves e animais de grande porte como bovinos. No grupo AC, todos os indivíduos possuíam recolhimento de lixo na propriedade e encaminhavam as águas negras para fossas. O dado mais significativo encontrado no perfil das propriedades foi a opinião dos moradores sobre a qualidade da água ingerida. 66,6% dos entrevistados do grupo AC disseram que consideravam a água de consumo de qualidade média. Tal informação retrata a desconfiança quanto a qualidade da fonte de abastecimento.

O Gráfico 18 a seguir apresentam as doenças de veiculação hídrica relacionadas pelos proprietários que tiveram a água que ingeriam analisada.

Gráfico 18: Comparativo de poços contaminados e não contaminados- Doenças de Veiculação Hídrica (DVH).



Pelo fato de o poder público controlar de maneira mais efetiva as doenças de veiculação hídrica (DVH) em centros urbanos em detrimento a zona rural, elas se tornam mais frequentes nesse do que naquele. O resultado das entrevistas mostrou que todos os integrantes do grupo AC mesmo consumindo água com coliformes termotolerantes relataram não possuírem diarreia com frequência. 85,7% do grupo ANC também disseram não sofrerem destes sintomas com frequência. Somente uma pessoa do grupo ANC relatou ter diarreia uma vez a cada ano, conforme Gráfico 18. Nas doenças, Ascaridíase, Teníase e Hepatite todos os integrantes do grupo AC relataram nunca terem apresentado as doenças.

Quanto a leptospirose, doença transmitida pela urina do rato, foram relatados dois casos: um no grupo ANC e outro no grupo AC. Os vermes da ascaridíase, assim como a teníase, foram relatados somente um caso por doença

no grupo ANC. A hepatite também foi encontrada no grupo ANC, onde dois casos foram relatados.

Desta forma, fica evidente o baixo índice de doenças nos moradores entrevistados, mesmo os que residiam em propriedades onde a água estava contaminada. Salienta-se que a maior frequência de doenças de veiculação hídrica estava entre os proprietários de terras cujos poços não apresentavam contaminação. Uma possível explicação seria o alto índice pluviométrico ocorrido no período imediatamente anterior à aplicação do questionário e coleta da água dos poços para análise, fato que alteraria as condições de potabilidade da água. Outra possível explicação é que o questionário não determinava um tempo específico de ocorrência das doenças, ou seja, em um passado muito distante ou em um passado recente, o indivíduo poderia ter consumido água contaminada debilitando sua saúde.

Apesar de 35 dos 65 entrevistados já terem apresentado alguma doença de veiculação hídrica, as condições de saneamento e auxílio com relação à saúde foram consideradas acima do esperado, conforme dados abaixo:

- ✓ 84,6% tinham o lixo coletado;
- ✓ 93,8% realizavam a separação de lixo;
- ✓ 81% consideravam a água de qualidade ótima;
- ✓ 97% consumiam a água *in natura* - 63% água de poço raso e 32% poço artesiano;
- ✓ 20 proprietários de poços já haviam tido a água do poço de sua propriedade analisada;
- ✓ 83% dos entrevistados possuíam fossas;
- ✓ Os poços normalmente estavam localizados longe das fossas e em locais protegidos de animais;
- ✓ Muitos proprietários já haviam sido atendidos pelo projeto "Água Limpa" do programa municipal de Saneamento Básico Rural;
- ✓ Quase todos os entrevistados alegaram a presença de agentes de saúde e do SAMAE na região.

Uma suposição para a ocorrência de tais doenças é que menos da metade dos entrevistados (23) declararam-se serem caxienses, assim muitas das

doenças relatadas poderiam ter sido adquiridas em situações fora da área da bacia. Esse dado pode ser comprovado pelo baixo índice de pessoas que relataram não sofrer de diarreia anualmente.

Apesar de muitos proprietários possuírem baixa escolaridade e não darem um destino correto às fezes de seus animais, o trabalho de campo permitiu averiguar uma sensibilidade ambiental muito forte na região que resulta objetivamente em uma maior qualidade salutar ao meio.

Cabe salientar também que na maioria das propriedades as pessoas entrevistadas relatavam que recebiam visitas de agentes de saúde, agrônomos e agentes de vigilância ambiental. Outro fato importante está relacionado com a bacia sediar um lago de abastecimento público. Durante a construção do mesmo, pesquisadores estiveram presentes nas propriedades questionando e propondo soluções para os problemas relativos às fontes de água existentes, assim como as práticas utilizadas pelos proprietários em relação às mesmas e às estruturas de saneamento existentes na propriedade.

Outro fato que impacta diretamente no número de moradores da bacia do arroio Marrecas é que para instalarem-se na região os pretendentes precisam necessariamente de duas autorizações: uma municipal e outra do SAMAE. É público e notório que a densificação populacional da bacia está diretamente ligada com a qualidade da água, pois quanto maior o índice gerado de excretas sem destino adequado, maior a probabilidade de contaminação.

Pode-se presumir também que proprietários nascidos na região ou em outras regiões rurais tem uma maior ligação com o ambiente e por isso uma maior consciência ambiental, fato que acarreta uma cultura de melhores práticas com meio, isso pode ser comprovado pelo alto índice de pessoas que separavam o lixo, 93,8%.

Sendo assim, a busca por poços com a água contaminada tornou-se um grande desafio com inúmeras suposições e aferições. Durante o trabalho de campo foi possível averiguar que o poder municipal de Caxias do Sul estava presente na bacia hidrográfica do arroio Marrecas zelando pelo ambiente.

Os proprietários rurais da área estudada recebiam auxílio e suporte técnico-científico-financeiro do poder público. Tal fato pode ser comprovado pelos



bons índices de saúde encontrados e pela consciência ambiental de muitos moradores assim como pelo baixo índice de poços contaminados.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a contaminação da água de consumo humano na bacia do arroio Marrecas foi desenvolvido com o intento de conhecer e avaliar as relações existentes entre a qualidade da água dos poços com o saneamento básico das propriedades rurais, assim como a saúde da população.

Por meio de indicadores de potabilidade descritos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 e na Resolução CONAMA nº 398 avaliou-se possíveis contaminações nas coletas de água. As entrevistas realizadas serviram como instrumentos para que se pudesse caracterizar o perfil de vida e de saúde da população estudada.

A partir dos dados coletados foi possível identificar e conhecer a situação de saneamento básico rural da bacia hidrográfica do arroio Marrecas. Podendo-se constatar que os percentuais encontrados na área estudada foram, em sua maioria, muito diferentes que os valores apresentados pelo IBGE (2010c) sobre as áreas rurais brasileiras.

Ressalta-se que as maiores diferenças apareceram no abastecimento de água, presença de fossas sépticas e recolhimento de lixo. Quanto aos índices de abastecimento de água ligados a rede geral, segundo dados do IBGE (2010c), no rural brasileiro 33,2% dos domicílios tem acesso a esse serviço, enquanto que na área estudada somente 3% dos entrevistados possuíam esse tipo de serviço. Salienta-se que tanto o rural apresentado pelo IBGE (2010c) como o rural da bacia hidrográfica possuem um elevado índice de utilização de fontes alternativas.

Comparando o índice de coleta por serviço público na área estudada (84,6%) com o índice brasileiro de recolhimento de lixo em áreas rurais, o IBGE (2010c) aponta que apenas 23,4% dos domicílios rurais brasileiros possuem esse serviço. Observa-se uma disparidade de 61,2% entre os dois valores, e ressalta-se que o índice encontrado na área de estudo quase se equipara ao de recolhimento de lixo das áreas urbanas brasileiras, 93,2% (IBGE, 2010c).

No que tange a utilização de fossas sépticas 83,08% dos entrevistados declararam possuir esse sistema na propriedade. No rural brasileiro, 28,3% da possuíam fossa séptica (IBGE, 2010c). Destaca-se que esse último dado também possui uma grande disparidade quando comparado ao dado obtido em campo.

Sabe-se que é de conhecimento que os dados disponibilizados pelo IBGE são adquiridos por meio de pesquisas em nível nacional através de várias interfaces rurais. A área rural da bacia hidrográfica do arroio Marrecas é somente mais uma dessas interfaces que foi comparada com todo o montante.

Outra informação relevante quanto ao saneamento básico rural é com relação à contaminação da água é a destinação dada aos dejetos da criação de animais. Quase todos os entrevistados possuíam bovinos, e/ou equinos e/ou suínos na propriedade e a grande maioria declarou não encaminhar a um local apropriado os dejetos dos animais. Esse dado é de suma importância, pois em muitos casos as fezes podem estar próximas às fontes de água, ou a partir da percolação das mesmas, podem atingir o manancial subterrâneo que é utilizado para consumo.

Durante as entrevistas, um considerado número (20%) de pessoas relatou a presença de animais juntos às fontes de água. Muitos proprietários acreditavam que a presença dos animais nas proximidades não alteraria a qualidade da água nas fontes devidamente construídas e vedadas. Essa crença pode ser desmitificada pela presença de coliformes em uma das fontes analisadas, onde equinos tinham acesso, conforme descrito nos resultados. Muitos entrevistados expuseram a forte atuação do SAMAE e de projetos de educação ambiental para a manutenção da qualidade da água das fontes.

Ressalta-se também que as fontes localizadas em áreas de pastagem, em sua maioria, não possuíam estruturas adequadas de proteção (conforme resultados), permitindo que os animais as utilizassem como local de dessedentação. Esses poços, muitas vezes localizavam-se em uma cota altimétrica muito baixa comparada com a variação do terreno, o que permitiria que as águas superficiais, principalmente durante períodos de chuva, arrastassem qualquer material que estivesse na superfície (incluindo dejetos de animais) para dentro das fontes.

Conforme as más condições que algumas fontes de água apresentavam, era esperado inicialmente serem encontradas mais fontes contaminadas. Das 17 análises realizadas, somente 3 apresentavam a presença de coliformes termotolerantes. Na área estudada existiam muitas condicionantes que poderiam levar a contaminação por coliformes, principalmente a presença de animais nas

proximidades. Contudo, salienta-se a elevada presença de banheiros, fossas sépticas, recolhimento de lixo e o bom padrão de renda da população, assim como a atuação do SAMAE e demais órgão e das campanhas de conscientização que poderiam auxiliar diretamente na qualidade das fontes e na saúde da população.

Os resultados da entrevista mostraram baixa frequência de enfermidades que pudessem possuir alguma ligação com água contaminada, assim como foi relatado por muitas famílias a inexistência, ou a baixa ocorrência de qualquer outro tipo enfermidade, inferindo-se bons índices de qualidade de vida.

A presença de vermes foi a doença mais relatada entre as famílias dos entrevistados. No entanto como o questionário não estipulava o tempo (meses ou anos), muitos dos relatos referiam-se a casos antigos, ocorridos na juventude ou infância. Quanto a diarreia, somente 18,4% dos entrevistados disseram que alguém da família apresentava um caso ao ano. Dados esses, que corroboram com a baixa frequência de enfermidades.

A baixa porcentagem de população que teve a sua água com presença de coliformes não apresentava muitos relatos de DVH. No entanto o restante dos entrevistados, incluindo os que tiveram a sua água analisada, relataram em alguns casos, frequências de DVH. Deste modo, apesar da alta qualidade de serviços públicos municipais oferecidos à população, infere-se que existem associações entre as condições de saneamento e indicadores epidemiológicos relacionados a contaminação da água na área estudada.

Deste modo, apesar do baixo número de poços com água contaminada, os resultados obtidos no presente trabalho levam a considerar que a água nas propriedades rurais pode ser um fator de risco à saúde dos seres humanos que a utilizam, pois ainda foram encontrados focos de contaminação. Assim, para pesquisas futuras, sugere-se a repetição das análises da qualidade da água, principalmente nos poços contaminados, mas também que sejam avaliados hábitos de vida e alimentação, pois muitos podem estar relacionados com a baixa frequência de enfermidades da região.

Acredita-se que a manutenção e o desenvolvimento de novos trabalhos de educação sanitária para a população do meio rural, a adoção de medidas preventivas visando à preservação das fontes de água e o tratamento das águas

comprometidas, aliados às técnicas de tratamento de dejetos, são as ferramentas necessárias para reduzir o risco de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica na região.

Além disso, no que se refere à qualidade da água consumida no meio urbano, verificam-se esforços das autoridades em implementar ações que visem a fornecer à população uma água com boa qualidade, enquanto no meio rural, de um modo geral, essas ações são pontuais ou de baixa frequência. Esse fato é relevante porque essas populações, ao utilizarem água em condições inadequadas para consumo, estarão expostas ao risco de enfermidades veiculadas pela água.

Encarregar a população como único responsável de controlar a qualidade da água é uma postura incorreta, uma vez que o seu conhecimento quanto aos riscos que a água pode oferecer à saúde é praticamente inexistente. Depreende-se, portanto, que um trabalho mais intensivo deve ser realizado no sentido de efetuar a vigilância da qualidade da água utilizada na área rural da bacia hidrográfica do arroio Marrecas e implementar ações que visem ao completo esclarecimento da população local a fim de mudar seu comportamento quanto a alguns hábitos ainda existentes.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 12244. Construção de poço para captação de água subterrânea. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAKTsAD/nbr-12244-construcao-poco-captacao-agua-subterranea>> Acesso em 30 de set. 2014

\_\_\_\_\_. 12212 NB 588. Projeto de Poços para Captação de Água Subterrânea. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAXHwAD/projeto-pocos-captacao-agua-subterranea>> Acesso em 30 de set. 2014

\_\_\_\_\_. 7229 nb 41- Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAA1JkAJ/nbr-7229-nb-41>>. Acesso em 05 de nov. 2014.

\_\_\_\_\_. 8160:1999. Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAVBEAJ/abnt-nbr-8160-esgoto-predial>>. Acesso em 05 de set. 2014.

\_\_\_\_\_. 12244 - Construção de Poço para a captação de água subterrânea. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAKTsAD/nbr-12244-construcao-poco-captacao-agua-subterranea?part=2>>. Acesso em 07 de mar. 2015.

ANA. Agência Nacional de Água. Atlas Brasil. Abastecimento Urbano de Água. 2010. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/atlas>>. Acesso em 15 jan. de 2014.

AUNE. Aglomerado Urbano do Nordeste, 2014. Disponível em: <<http://www.aune.rs.gov.br>> Acesso em 13 mar. de 2014

AMARAL, L. A., Filho, A. N., Rossi, O. D. J., Ferreira, L. A., e Barros, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. Rev. Saúde Pública. USP, 2003.

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em: <[http://www.abas.org/educacao\\_pocos.php](http://www.abas.org/educacao_pocos.php)>. Acesso em 07 de mar. 2015.

BARBETTA, P. A. Estatística Aplicada às Ciências Sociais. 7. ed. Florianópolis. UFSC, 2007.

BONTURI, G. DE L.; DIJK M. V. Instalação de Biodigestores em Pequenas Propriedades Rurais: Análise das Vantagens Socioambientais. Revista Ciência do Ambiente On-Line. Nº2. Outubro, 2012.

BRAGA, P. L. S. O Custo Social à Saúde Humana do Saneamento Inadequado: Análise do Sistema Ecológico do Saco da Mangueira, no Município de Rio Grande/RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

BRANCO, S. M. Aspectos Institucionais e Legais do Controle da População. In.

Porto, R. L. L. Hidrologia Ambiental. São Paulo: EDUSP, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991.

BRASIL. Ministério do Planejamento. Plano Plurianual 2012-2015. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/ministerio.asp?index=10&ler=s1086>>. Acesso em: 03 de Out. de 2014

BRASIL. Decreto Nº 37.033, de 21 de novembro de 1996. Disponível em: <<http://www.legislacao.sefaz.rs.gov.br/Site/Document.aspx?inpKey=99688&inpCodDispositive=&inpDsKeywords=>>>. Acessado em: 20 set. 2014

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 7.492, de 2 de junho de 2011 Disponível em: - <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7492.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7492.htm)> Acessado em: 06 set. 2014

BRASIL Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em 13 nov. 2014

\_\_\_\_\_.Lei Nº 9.921, de 27 de julho de 1993 - Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/legiscomp/arquivo.asp?idNorma=465&tipo=pdf>>. Acesso em 15 fev. 2015

\_\_\_\_\_.Lei 10.350 de 30 de dezembro de 1994. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id468.htm>>. Acesso em: 05 mar. de 2015

\_\_\_\_\_.Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)> Acesso em 16 nov. 2014

\_\_\_\_\_.Lei Municipal nº 5.885 de 29 de julho de 2002. Disponível em: <[http://www.samaecaxias.com.br/documents/10180/20888/Decreto11.334\\_03.pdf](http://www.samaecaxias.com.br/documents/10180/20888/Decreto11.334_03.pdf)> Acesso em: 23 fev 2013

\_\_\_\_\_.Lei Nº 12.037, de 19 de dezembro de 2003 - Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/leg0000000044.pdf>>. Acesso em: 15 de fev. de 2015

\_\_\_\_\_.Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005. Disponível em: <<http://www.samaecaxias.com.br/documents/10180/20888/Lei246ZonadasAguas.pdf>> Acesso 10 mar. 2014.

\_\_\_\_\_.Lei Brasileira nº 11.445 de 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)> Acesso em: 17 de out. 2014

\_\_\_\_\_.Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: Acesso em: 23 de dez. de 2014

BRASIL. Ministério da Portaria da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

Disponível em:  
<[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>  
Acessado em: 9 de setembro de 2014.

BRISCOE, J. Abastecimento de água y servicios de saneamiento; su funcion en la revolución de la supervivencia infantil. In: Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. v. 103, n. 4. 1987.

CAIRUS, H. F. Ares, águas e lugares, In \_\_\_\_\_ & Wilson A. Ribeiro Jr., Textos hipocráticos: o doente, o médico e a doença, Rio de Janeiro, Fiocruz, 2005, p.91-129

CAPUCCI, E.; MARTINS, A. M.; MANSUR, K. L.; MONSORES, A. L. M. Poços tubulares e outras captações de água subterrânea: orientação aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Coliformes totais - determinação pela técnica de membrana filtrante: método ensaio. Norma Técnica. L5.214. p. 02. 2007.

CODECA. Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul. Disponível em: <<http://www.codeca.com.br/index.php>>. Acesso em: 03 mar. de 2014.

COELHO, F. F.; GUASSELLI, L. A. Análise espacial dos focos de calor, no período entre 2000 e 2006, no Estado do Rio do Sul. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 2009.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 398 de 2008. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2008\\_398.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_398.pdf)>. Acesso em: 10 de setembro de 2014.

CVJETANOVIC, B. Health effects and impact of water supply and sanitation. World Health Statistics Quarterly, v. 9. 1986.

DEMETRIO, J. G. A., FILHO, J. M.; LINS, N. T. "Projeto e Construção de Poços". FEITOSA et al. Hidrogeologia Conceitos e Aplicações. 3ª ed. rev. e ampl.; Serviço Geológico Brasileiro. Ed. CPRM. Rio de Janeiro. 2008.

ECKHARDT, R. R. et. Al Mapeamento e Avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lageado, RS, Brasil. Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v: 4, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária Agropecuária Suínos e Aves. Dimensionamento e Manejo de Biodigestores. Foz do Iguaçu. 2010.

\_\_\_\_\_. Jardim Filtrante, 2015. Disponível em: <[http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/tecnologias/Folder\\_Jardim\\_Filtrante.pdf](http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/tecnologias/Folder_Jardim_Filtrante.pdf)> Acesso em 15 fev. 2015.

EMATER Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul. - Proteger as Fontes de Água é Proteger a Vida. Cartilha de Saneamento



Básico Rural. 1996

\_\_\_\_\_.2015. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/gestao-ambiental/saneamento-basico.php#.VODUL\\_nF\\_w8](http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/gestao-ambiental/saneamento-basico.php#.VODUL_nF_w8)> Acesso: 15 de fev de 2015

EIA. Estudo de Impacto Ambiental. Barramento do Arroio Marrecas, Adutoras e Estação de Bombeamento e de Tratamento de Água. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2008.

FEE. Fundação de Economia e Estatística.. PIB Municipal – Série Histórica. Porto Alegre: FEE, 2011. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br>>. Acesso em: 01 jul. de 2013.

FILHO, J. M.; "Contaminação das Águas Subterrâneas". FEITOSA et al. Hidrogeologia Conceitos e Aplicações. 3ª ed. rev. e ampl.; Serviço Geológico Brasileiro. Ed. CPRM. Rio de Janeiro. 2008

FREITAS, J. Z., Construção de Esterqueiras para Dejetos Bovinos. Manual Técnico nº 4. 2008.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde, 2014 *apud* Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE). 2010 e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). 2012. Disponível em <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>>. Acesso em: 13 de Nov. de 2014.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Manual de saneamento. 3ª Ed. Brasília; 1999.

\_\_\_\_\_. 2014a. Disponível em <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-para-promocao-da-saude/>> Acesso em: 19 de Out. de 2014.

\_\_\_\_\_. Manual de Construção de Poços Tubulares Profundos, 2014b. Disponível em: <[http://www.perfuradores.com.br/index.php?CAT=pocosagua&SPG=perfuracao&art=dicas\\_perf\\_004](http://www.perfuradores.com.br/index.php?CAT=pocosagua&SPG=perfuracao&art=dicas_perf_004)>. Acessado em 02 de set. 2014.

GELDREICH EE. The bacteriology of water. In: Microbiology and microbial infections. 9th ed. London: Arnold;1998.

GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALES, V.; GONÇALES, V. G.; "Operação e Manutenção de Poços Tubulares. Cap. 12. GONÇALES, V; GIAMPÁ, C. E. Q.; Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos. Ed. Signus. São Paulo. 2006.

GONZALES RG, Taylor ML, Alfaro G. Estudio bacteriano del agua de consumo en una comunidade Mexicana. Bol Oficina Sanit Panam 1982; 93: 127-40

HAUSMAN, A. Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul, RS. Estudos Tecnológicos: Acta Geológica Leopoldensia, São Leopoldo, n. 2, p. 1-127, 1995. (Série Mapas).

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Ciências e Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v. 3, n. 2. 1998.

HELLER, L. Saneamento e Saúde. Organização Panamericana de Saúde. Escritório Regional da Organização Mundial da Saúde. Representação do Brasil. Brasília. 1997.

HOCHMANN, G. A era do Saneamento. São Paulo: HUCITEC, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. 2010a. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 jan. de 2014

\_\_\_\_\_.2010b, Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/populacao.php?lang=&codmun=430510&search=rio-grande-do-sul%7Ccaxias-do-sul%7Cinfograficos:-evolucao-populacional-e-piramide-etaria>>.Acesso em: 20 nov. de 2014

\_\_\_\_\_. 2010c. Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira (IBGE, 2010). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2010/SIS\\_2010.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2010/SIS_2010.pdf)>. Acesso em 14 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. 2010d. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php?uf=43](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=43)> Acesso em: 15 jan. de 2014.

KIBBEY, H. J., C. HAGERDONRN. Use of fecal streptococci as indicators of pollution in soil. Applied and Environmental Microbiology.1978.

KOEPPEN, Wilhelm, Climatología: con un estudio de los climas de la tierra, Fondo de Cultura Económica, México. D.F., 1948

LECLERC H. Mossel D. A. A., Edberg S. C. Struijk C. B. 2001. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. Ann. Rev. Microbiology 55:201-34.

LENGEN, J.; Manual do Arquiteto Descalço. Ed. Livraria do Arquiteto. Curitiba. 2004

LEWIS, W. J., FOSTER, S. S. D. e DRASAR, B.S. Analises de Contaminacion de Las Águas Subterranas por Sitemas de Saneamento Básico. Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), Lima. Peru. 1988.

LIBÂNEO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da Qualidade de Água: Avaliação da Relação entre Indicadores Sociais, de Disponibilidade Hídrica, de Saneamento e de Saúde Pública. Artigo Técnico. Vol. 10 - Nº 3 - julho/setembro de 2005.

MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND, G. M. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 160 p.

MADINGAN, M. I. et al. Microbiologia de Brock. 10 ed. São Paulo: Pretice Hill,

2004, p. 608.

MARTINE, G. Êxodo rural, concentração urbana e fronteira agrícola. In: MARTINE, G; GARCIA, R. C. (Orgs). Os impactos sociais da modernização agrícola. São Paulo: Caetés, 1987.

McJUNKIN, F., E. Água y salud humana. México: Limusa, 1986.

MENEGAT, R. & CARRARO, C.C. Manual para saber por que o Guaíba é um lago. 1º edição. Ed. Armazém Digital. Porto Alegre, 2009.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002

MIRZOEV, G. G. Extent of Survival of Dysentery bacilli at low temperatures and self-disinfection of soil and water in the far North. Hygiene and Sanitation. 1968

MOTA, F. S. Estudos do Clima do Rio Grande do Sul segundo o Sistema de W. Koeppen. In: Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, v. 13, n.2, P. 275-284. 1951.

NASCIMENTO, N. de O.. HELLER, L. Ciência Tecnologia e inovação na interface entre áreas de recursos hídricos e saneamento. v. 10. N.1, janeiro/março.2005.

OMS. Organização Mundial da Saúde, 2008. Disponível em: <[http://www.portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/31\\_03\\_2010\\_9.22.37.70fbb6ffd32f6598e4de044a8feeacdc.pdf](http://www.portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/31_03_2010_9.22.37.70fbb6ffd32f6598e4de044a8feeacdc.pdf)>. Acesso em: 09 jan. de 2014.

ONU. Organizações das Nações Unidas, 2014 Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/agencia/opasoms/>> Acesso em: 25 maio de 2014.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde, 2001. Disponível em: <[http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_joomlabook&itemid=232](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_joomlabook&itemid=232)>. Acesso em: 03 de fev. de 2014.

PACUERA. Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial do Sistema de Abastecimento Público de Águas Marrecas. Polar Meio Ambiente/SAMAE. Caxias do Sul, 2012

PHILIPPI. A Jr; MARTINS, G. Saneamento, Saúde e Ambiente. Água de Abastecimento, Cap. 5. São Paulo. 2013

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico, 2013. Disponível em: <[http://WWW.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab\\_Versao\\_Conselhos\\_Nacionais\\_020520131.pdf](http://WWW.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf)> e <<http://WWW.cidades.gov.br/index.php/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab>> Acesso: 23 jan. 2014.

PNAD. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad200>>

8/brasilpnad2013.pdf>. Acesso em: 30 out. de 2013

PNDU. Plano das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2005. Desigualdade trava América Latina nos ODM. Disponível em <<http://www.pndu.org.br/odm/reportagens/index.php?id01=1335&lay=odm>> Acesso em: 16 jan. de 2014

PNRS. Política Nacional de Resíduos Sólidos Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: Acesso em: 23 de dez. de 2014

PNS. Plano Nacional de Saúde, 2012 -2015. Ministério da Saúde. Brasília/DF, 2011.

PNSB. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)>. Acesso em: 05 abril de 2014.

POMPÊO, MLM; CARLOS, Viviane. M.; O abastecimento de água e o esgotamento sanitário: propostas para minimizar os problemas no Brasil. In. Rosa A. H.; Fraceto, L. F. Meio Ambiente e Sustentabilidade. Ed. Bookman. Porto Alegre. 2012

Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. Cartilha Saneamento Básico Rural, 2015 Disponível em: <[http://www.caxias.rs.gov.br/\\_uploads/agricultura/saneamento\\_basico\\_rural.pdf](http://www.caxias.rs.gov.br/_uploads/agricultura/saneamento_basico_rural.pdf)> Acesso 15 jul. 2012.

PRESS, F.; SILVER, R. GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. Para entender a Terra. Ed. Bookman, 2008.

REBOUÇAS, A. da C. et. al. Elementos de Hidrologia Subterrânea. In. GONÇALES, Valter G.; GIAMPA Carlos Eduardo Q. Água Subterrânea e Poços Tubulares Profundos.Ed. Signus. 2006

SABESP. Saneamento Básico do Estado de São Paulo. O Histórico do Saneamento, 2010. Disponível em <<http://www.sabesp.com.br>> Acesso em: 11 fev. 2014.

SAMAE. Serviço Autônomo de Água e Esgoto, 2014. Caxias do Sul. Disponível em:<[http://www.samaecaxias.com.br/site/interna.asp?campo=41&secao\\_id=2](http://www.samaecaxias.com.br/site/interna.asp?campo=41&secao_id=2)> Acesso em: 06 de mar. de 2014.

Secretaria Municipal de Saúde de Caxias do Sul. 2011. Disponível em: <<https://www.caxias.rs.gov.br/saude/dadosmunicipais>>. Acesso em: 28 abril 2014

Secretaria Municipal de Turismo de Caxias do Sul. 2013. Disponível em: <<https://www.caxias.rs.gov.br/turismo/producaorural>>. Acesso em: 21 abril 2014

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: <[http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod\\_menu=335](http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=335)>. Acesso em: 05 mar. de 2015

SENAR-RS. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, Administração Rio Grande Do Sul . Saneamento Básico Rural. Porto Alegre, 2013.

SEOANE GA. Calidad del agua de fuentes publicas e pozos particulares, con especial referencia al Término Municipal de Vigo. Rev Sanid Hig Publica (Madr.) 1997.

SILVA, E.T.; MAGALHÃES, C.S. Controle de poluição de atividades pecuárias. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 210, 2001.

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana(BA). Ciência & Saúde Coletiva, v. 8 n. 4, p. 1019-1028. 2003.

SISAGUA. Sistema de Informação de Vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano, 2011. Disponível em: <[portalweb04.saude.gov.br/sisagua/](http://portalweb04.saude.gov.br/sisagua/)> Acesso em: 28 fev. de 2014.

Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SNIS), 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERer=101>> Acesso em: 12 dez. de 2013.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. C. Relação entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cadernos de Saúde Pública. Rio de Janeiro, v. 18, n.6, 2002.

SOLDER. R. M.; Indicadores de Saúde e Saneamento no Meio Rural em Oito Municípios da "Metade Sul" do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem. Porto Alegre. 2007.

STUKEI RGD, TORRIE JH. Principles and procedures os statistics. New York: Mc Graw; 1960

SUERTEGARAY, D. M. A.; FUJIMOTO, N. S. V. M.; VERDUM, R.; BASSO, L. A. Rio Grande do Sul, Paisagens e Territórios em Transformação. Ed. UFRGS. Porto Alegre. 2004.

SUS. Sistema Único de Saúde -. 2013. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/level.php?lang=pt&component=19&item=12>> Acesso em: jul de 2014.

TORTORA, G. et al. Microbiologia: Doenças Microbianas do Sistema Digestivo. Ed. Artmed. 8ª Ed. Porto Alegre, 2005.

TURDERA, M.V, & YURA, D. Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de dourados. UEMS, Mato grosso do Sul. 2003

TUROLLA, F. OHIRA, T. A economia do saneamento In: Ciclo de debates do grupo de estudos em economia industrial, tecnologia e trabalho, 3, 2010, São Paulo. CICLOPUCSP, 2010.

VIGISUS. Estruturação do sistema Nacional de Vigilância em Saúde. 2ª edição revisada. Brasília. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. 1998.

WHO; UNICEF. Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report. New York: WHO, UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, 2000.

## **ANEXOS**

# PREFEITURA DE CAXIAS

## Saneamento Básico Rural





## Saneamento Básico Rural

**José Ivo Sartori**

Prefeito Municipal de Caxias do Sul

**Alceu Barbosa Velho**

Viceprefeito Municipal de Caxias do Sul

**Nestor Pistorello**

Secretário Municipal da Agricultura  
Pecuária e Abastecimento

**Adelino Teles**

Secretário Municipal do Meio Ambiente

**Marcus Vinicius Caberlon**

Diretor Geral  
Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto

**Engº Agrº José Tairorl**

Diretor Técnico da SMAPA

Elaboração Técnica:

**Engª Agrª Neiva L. Rech**

**Engº Agrº Paulo R. Facchin**

**Tec. Agr. Rudinei M. Giacomelli**

# Projeto Água Limpa

Para contribuir com a preservação e a melhoria da qualidade da água no meio rural, deve ser realizado um conjunto de ações:

- Proteger adequadamente as nascentes de água;
- Tratar adequadamente as águas servidas da cozinha e do esgoto domiciliar, destinando-os para a fossa séptica e sumidouro;
- Construir esterqueiras bem dimensionadas e impermeabilizadas para evitar a contaminação do solo e dos mananciais hídricos;
- Promover e participar da coleta seletiva do lixo domiciliar e das embalagens de agrotóxicos.

O Projeto Água Limpa da Secretaria Municipal da Agricultura, Pecuária e Abastecimento visa orientar o manejo da propriedade rural, da cobertura vegetal e dos recursos hídricos (matas ciliares, nascentes, Banhados, arroios e rios). Em comunidades com dificuldades de abastecimento de Água potável estão sendo perfurados poços artesianos comunitários.

O saneamento básico nas propriedades rurais contempla ações para o abastecimento com água potável, destino adequado das águas servidas, dos dejetos de animais, dos resíduos domiciliares e das embalagens de agrotóxicos.

**“A água desempenha papel fundamental para o equilíbrio ambiental e preservação de toda a vida do planeta”**

# Água Potável

A água é o principal alimento do ser humano.

A água que bebemos pode conter micro-organismos causadores de doenças.

A contaminação pode ocorrer na fonte, no poço, na caixa d'água, na rede de distribuição ou até mesmo dentro de casa.

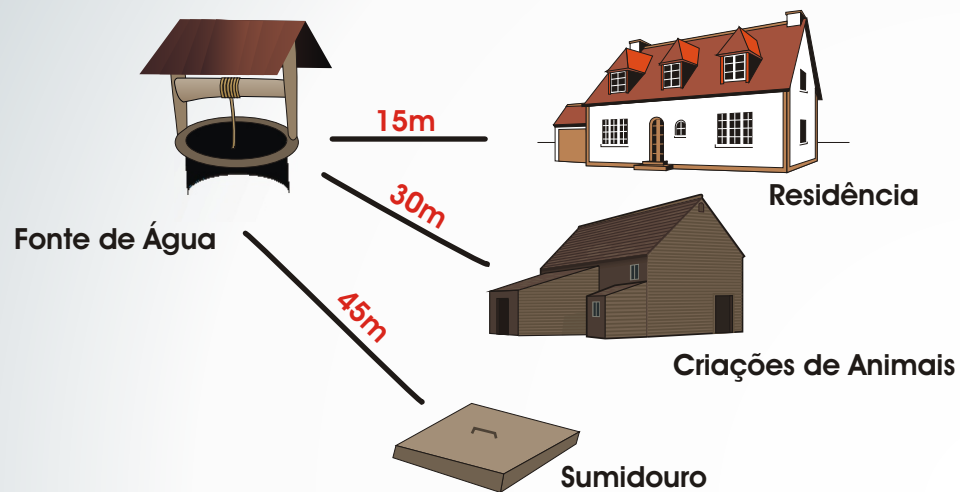
Na área rural, a forma mais comum de se obter água para consumo humano é através do aproveitamento das vertentes superficiais (fontes naturais) ou através de poços tubulares profundos e artesianos.

A proteção dessas fontes para o abastecimento de água é importante para a preservação da qualidade da água.



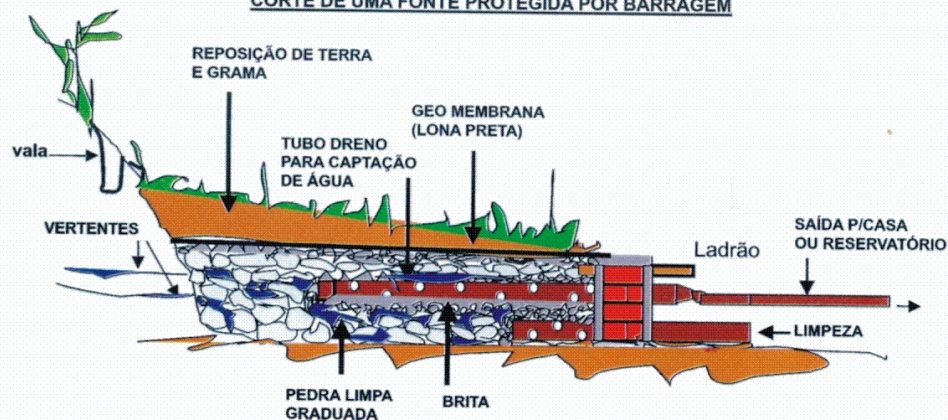
# Proteção das Fontes de Água

Distância adequada das fontes de água em relação aos focos de contaminação.



## CORTE DE UMA FONTE PROTEGIDA POR BARRAGEM

### CORTE DE UMA FONTE PROTEGIDA POR BARRAGEM



## Como fazer a proteção, passo a passo:

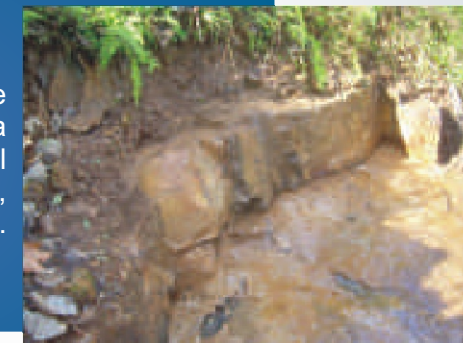
1



Localize e escolha a fonte de água a ser protegida.

2

Drene a fonte de água, localize o olho d'água e faça uma boa limpeza, retirando todo material indesejável (folhas, terra, raízes, etc).



3



Escolha o local mais baixo, e verifique que o terreno esteja firme; fixe um pedaço de cano de PVC de 40mm junto ao chão, ele servirá de dreno para uma possível limpeza.

**4**

Inicie a construção de uma mureta de +/- 50 cm de altura. Na altura de 15 cm, coloque um pedaço de cano de PVC de 25 mm, esta será a saída de água para o depósito (captação).

**7**

Faça a segunda camada com britas nº 02. Faça com que a brita fique inclinada em direção a mureta de tijolos. As pedras funcionarão como filtro.

**5**

Dê continuidade a construção da mureta, aumentando sua altura em mais 15 cm de altura, coloque outro cano de 40mm, que servirá de ladrão. Acima assente mais uma ou duas fileiras de tijolos e finalize.

**8**

Cubra a camada de brita com uma lona plástica de modo que a água da chuva escorra para fora da fonte.

**6**

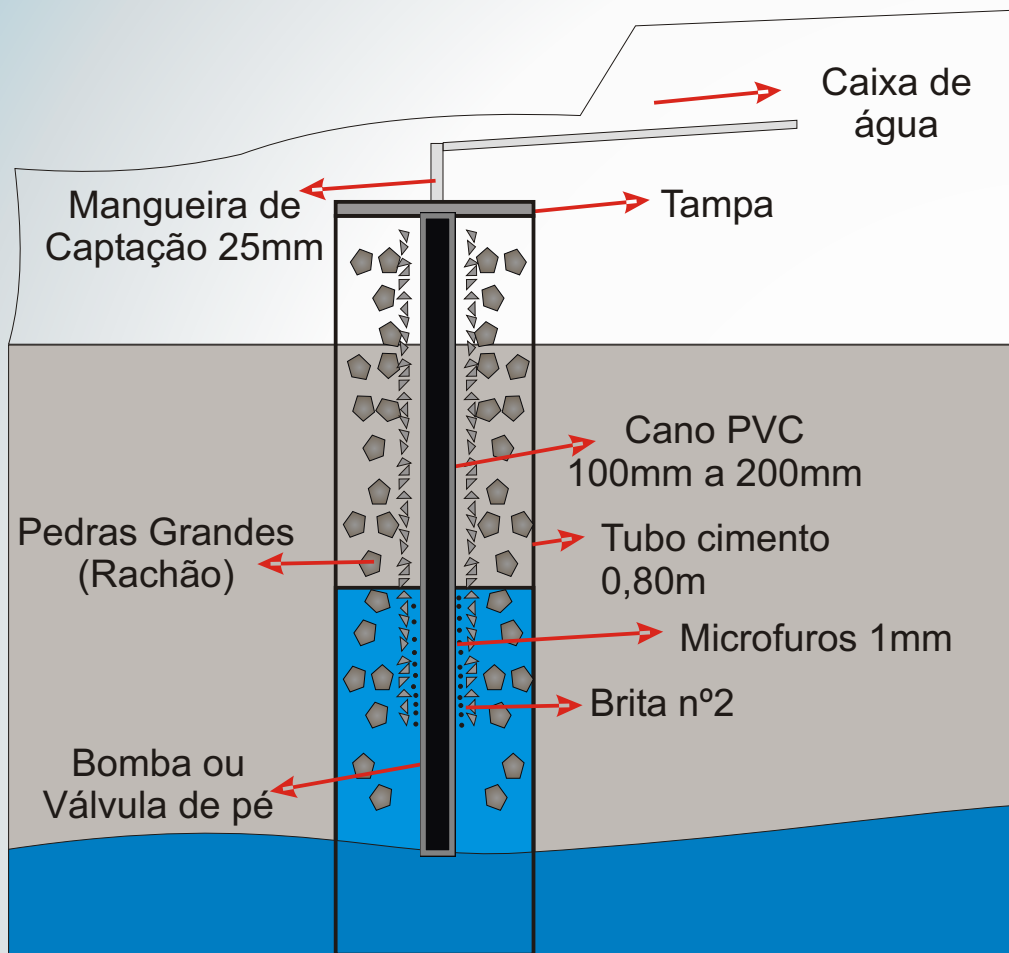
Espera 2 dias para secar o cimento. Feche os canos e deixe a fonte encher de água para certificar-se de que não há vazamentos. Feito isso, encha o local da vertente com pedras e britas. Na 1ª camada coloque pedras maiores.

**9**

Cubra a lona com uma camada de terra e grama, cerque a área da fonte para evitar o acesso de animais.



## Fontes que não podem ser drenadas



### Observações:

- A fonte não é lugar para armazenar água;
- O reservatório de água deve ser outro que não a fonte e deve ter tampa e estar muito bem vedado;
- Os espaços vazios (ar) e a luz devem ser evitados ao máximo no interior das fontes;
- A proteção da fonte melhora a qualidade da água, porém não garante a sua potabilidade.

## Poço Artesiano Comunitário

É feita uma perfuração através da qual obtemos a captação de água de um aquífero. A água é bombeada para um reservatório e distribuída às famílias.

O projeto é uma parceria da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, através da SMAPA, e o SAMAE. A finalidade é de levar água potável a comunidade rural organizada, através de associação comunitária, para que tenham acesso a água de qualidade prioritariamente para o consumo humano atendendo assim as suas necessidades básicas.



# Águas Servidas

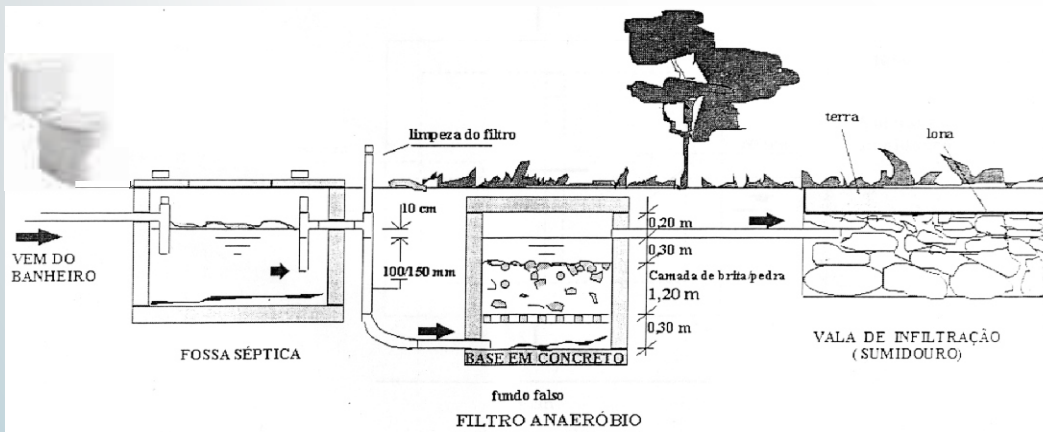
São as águas utilizadas na limpeza doméstica, higiene pessoal e dejetos humanos. Seu destino deve ser o esgoto sanitário.

A construção do sistema de esgoto sanitário nas propriedades tem as seguintes vantagens:

- Evitar a contaminação do solo e das águas por dejetos humanos;
- Evitar a formação de poças de água e a criação de insetos;
- Evitar doenças transmitidas pela falta de saneamento.

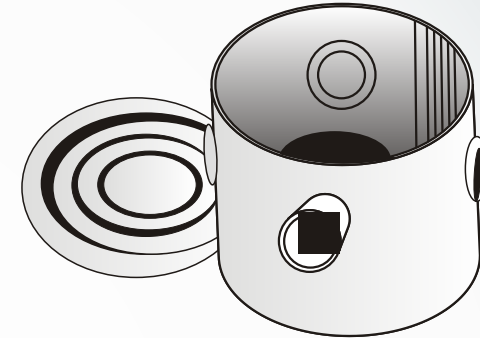
O sistema de esgoto sanitário é composto por: Caixa de Gordura, Fossa Séptica, Filtro Anaeróbico e Sumidouro.

## Conjunto de instalações para tratamento de esgotos domésticos na área rural



## Caixa de Gordura

A caixa de gordura serve para segurar os restos de comida e gordura. A água é canalizada até o sumidouro. Deve ser limpa regularmente.



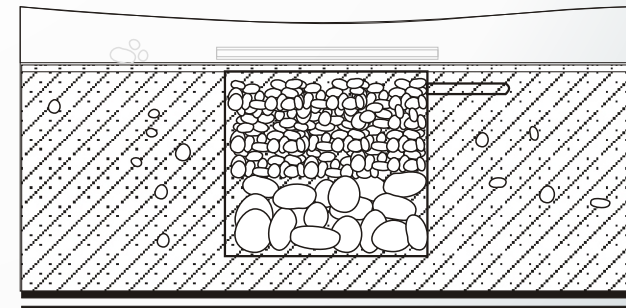
## Conjunto Fossa Séptica / Filtro Anaeróbico

É uma instalação sanitária onde ocorre o tratamento primário do esgoto, reduzindo assim o risco de contaminação do solo e das águas subterrâneas. Após este tratamento, o esgoto é canalizado até o sumidouro.

## Sumidouro

O sumidouro serve para filtrar as águas canalizadas da caixa de gordura, da fossa séptica, do tanque e do chuveiro.

O diâmetro e a profundidade do sumidouro depende da quantidade de efluentes e do tipo de solo, mas não devem ter menos de 1 metro de diâmetro/largura e mais de 3 metros de profundidade para simplificar a construção.



# Dejetos Animais

A criação de animais gera grande quantidade de dejetos, em geral lançados diretamente sem qualquer tratamento em rios, lavouras ou pastagens, poluindo o ambiente (fig 01 e 02). Em pequenas propriedades, muitas vezes, o esterco é armazenado em áreas a céu aberto. Boa parte de suas características como fertilizante orgânico são perdidas, além de causar a contaminação do solo e das águas.

Uma tonelada de esterco bovino curtido equivale a:

- 155 Kg de sulfato de amônia
- 100 Kg de fosfato natural
- 40 Kg de cloreto de potássio



FIG.01



FIG.02

## Esterqueira

É uma construção que permite a fermentação do esterco, urina e água provenientes da criação de animais, diminuindo o seu potencial poluidor e possibilitando seu posterior aproveitamento como fertilizante em lavouras e pastagens.

Durante o processo de curtimento, a elevação da temperatura destrói micro-organismos causadores de doenças e sementes de ervas.

Existem vários tipos de esterqueiras. A diferença básica entre elas está nos dejetos produzidos: líquidos ou sólidos.

## Esterqueira para Dejetos Líquidos

Esse tipo de esterqueira, também conhecida como chorumeira (fig. 03) é usado em propriedades que possuem água para lavagem das instalações e distribuidores de esterco líquido para transportar o chorume até as lavouras ou pastagens (fig. 04).

O ideal é que o chorume fique de 40 a 60 dias na esterqueira para curtir, e então ser usado como fertilizante.



FIG.03



FIG.04

## Dimensionamento

$$\text{Volume} = \frac{50 \text{ Litros por animal/dia}}{\text{animal/dia}} \times \text{n}^\circ \text{ de animais} \times \text{n}^\circ \text{ dias armazenamento (usar 10 dias de folga)}$$

Por exemplo: para 10 vacas estabuladas, a produção diária é de 500 litros (0,5m<sup>3</sup>). Portanto, para 60 dias de armazenamento, a chorumeira deve ter um volume mínimo de 30 m<sup>3</sup> (10m x 1,5m x 2m).

## Esterqueira para Dejetos Sólidos

Dimensionamento da Esterqueira para Dejetos Sólidos	
Condições de criação	Quantidade diária de dejetos produzidos por animal
Confinamento	40 Kg
Semiconfinamento	15 kg



O tempo necessário para a fermentação completa do material é de 60 a 90 dias. A esterqueira pode ter três compartimentos, cada um dos quais será preenchido a cada 20 dias.

# Armazenamento dos Agrotóxicos

Agrotóxicos são produtos químicos destinados a combater pragas e doenças mas, podem ao mesmo tempo, causar sérios problemas quando utilizados de forma incorreta.

Devem ser armazenados em local isolado, identificado com placas de advertência, ao abrigo de alterações climáticas, com piso pavimentado, ventilado, fechado e de acesso restrito.

As embalagens vazias poderão ser armazenadas no próprio depósito das embalagens cheias, desde que devidamente identificadas, lavadas, separadas e inutilizadas.

Evite armazenamento de agrotóxicos além das quantidades necessárias para uso na safra agrícola do ano.

## Preparo das Embalagens Vazias para o Armazenamento

Embalagens não laváveis e embalagens flexíveis contaminadas devem ser esvaziadas completamente na ocasião do uso e depois devem ser guardadas dentro de um saco plástico padronizado até a sua devolução.

O saco plástico deverá ser adquirido no revendedor.

## Embalagens Laváveis

As embalagens vazias devem ser devolvidas junto com suas tampas. O agricultor tem o prazo de até um ano depois da compra ou do uso para devolver ao revendedor.

## Embalagens Laváveis

**É lei!! Comprou e usou, tem que lavar e devolver**

Lei nº 9974 de Junho de 2000.

Deve-se proceder a tríplice lavagem, durante o preparo da calda.

## Tríplice Lavagem



01) Esvazie totalmente o conteúdo da embalagem no tanque pulverizador.

02) Adicione água limpa à embalagem até 1/4 do seu volume.



03) Tampe bem a embalagem e agite por 30 segundos.

04) Despeje a água de lavagem no tanque do pulverizador.



**\* Repita os passos 2 e 3 por três vezes.**



05) Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.



# Lixo Doméstico

## O que é Lixo?

Lixo é tudo e qualquer resíduo proveniente das atividades humanas ou gerado pela natureza, é considerado todo material que não serve mais ou que pode ser reciclado de alguma forma.





## Lixo Orgânico

São os materiais que entram em decomposição facilmente, (restos de comida, folhas de árvores e outros) e podem ser transformados em adubo.

## Lixo Seletivo

São resíduos que não possuem origem biológica ou que foram produzidos pelo ser humano. São plásticos, metais, vidros e papéis.

A maior parte desses resíduos é reciclável.

Reciclável	Não reciclável
 <b>Plástico</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Embalagens PET (refrigerante, suco, óleo, vinagre, etc.)</li><li>- Copinhos de café e água</li><li>- Isopor, potes, tampas</li><li>- Embalagens de materiais de Limpeza</li><li>- Canos e tubos de PVC</li><li>- Sacos Plásticos em geral</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tomadas e acrílicos</li><li>- Cabos de panela, adesivos, espumas</li><li>- Embalagens metalizadas (de biscoito, salgadinhos, sachês)</li></ul>
 <b>Vidro</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Recipientes em geral (potes de conserva, frascos de remédio)</li><li>- Garrafas e copos</li><li>-Cacos de vidro (bem acondicionado em caixa)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lâmpadas e Tubos de TV</li><li>- Espelhos, portas de vidro, boxes temperados, louças, cerâmicas</li><li>- Óculos, tampa de forno e de microondas</li></ul>
 <b>Papel</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Jornais e revistas</li><li>- Envelopes, folha de fax e folhas de caderno</li><li>- Provas e rascunhos</li><li>- Caixas de leite longa vida</li><li>- Cartazes velhos, caixas em geral</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Papéis carbono, celofane, metalizado, parafinado e plastificado</li><li>- Tocos de cigarro Etiqueta adesiva, fotografia</li><li>- Papel higiênico e guardanapos</li></ul>
 <b>Metal</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Latas de aço e alumínio</li><li>- Latas de refrigerantes e cerveja</li><li>-Sucatas em geral (painéis sem cabo, arames, chapas, cobre, pregos)</li><li>- Embalagem de vianda (recomenda-se sempre lavar antes de colocar no seletivo)</li><li>- Tampinhas de garrafa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Clipes, grampos e esponja de aço</li><li>- Latas de tinta, verniz e solvente químico</li><li>- Tubos de Aerossóis e inseticidas</li></ul>

## Como fazer o Composto Orgânico:

A composteira é o recipiente dentro do qual se produz o composto. Pode ser de madeira, tijolo, pedra, plástico ou tambores de metal. O importante é que ela tenha ventilação suficiente e o tamanho adequado à quantidade de lixo que a família produz.



### Materiais Necessários:

- Matéria vegetal: capim, grama, folhas, galhos triturados e palhas;
- Lixo doméstico: restos de comida, cascas de frutas, legumes, borra de café, erva de chimarrão, etc;
- Terra.
- Devemos tomar cuidado ao colocar comida na composteira pois, pode causar mau cheiro e demorar mais do que o esperado para se decompor.

## Preparo do Composto:

O composto é preparado em camadas:

1ª Camada: Aproximadamente 10 a 15 cm de material vegetal (capim, grama, folhas, etc)

2ª Camada: Aproximadamente 5 cm de lixo doméstico.

3ª Camada: Aproximadamente 2 a 3 cm de terra ou outra camada de matéria vegetal.

Assim, ir fazendo as camadas até a altura da composteira, terminando com o material vegetal. Quem dispuser de esterco de gado, pode acrescentar entre as camadas de material vegetal uma camada de esterco. Molhar de vez em quando. Quando a composteira ficar cheia, cobrir, se possível, com plástico preto. Aumenta-se assim a temperatura e a umidade.

### Importante:

Você deve ir enchendo a composteira toda vez que houver lixo:

- Acumule lixo no máximo por dois dias.
- No verão o composto fica pronto em três meses.
- No inverno, dependendo do frio, o composto fica pronto em 4 a 5 meses.

Convém que a família tenha duas composteiras. Assim, enquanto estiver usando o composto já pronto, vai produzindo na outra uma nova quantidade.

## TELEFONES AMBIENT AIS ÚTEIS EM CAXIAS DO SUL

**FEPAM** (Fundação Estadual de Proteção Ambiental)  
**(54) 3202-1306 - 3214-8401**

**PATRAM** (Patrulha Ambiental de Caxias do Sul)  
**(54) 3215-5531**

**SAMAE** - (Serviço Autônomo de Água e Esgoto)  
**115**

**SEMMA** - (Secretaria Municipal do Meio Ambiente)  
**(54) 3901-1446**

**SMS** - (Secretaria Municipal da Saúde)  
**(54) 3990 - 4400**

**SAA** - (Secretaria Estadual da Agricultura,  
Pecuária, Pesca e Agronegócio)  
**(54) 3221-2593**

**CODECA** (Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul)  
**(54) 3224-8000**

**SMAPA** (Secretaria Municipal da Agricultura  
Pecuária e Abastecimento)  
**(54) 3290-3800**

**“Se as cidades forem destruídas e os campos  
conservados, as cidades ressurgirão; mas, se  
destruirmos os campos, as cidades não  
sobreviverão”**

Benjamim Franklin

## Anexo 2- Coordenadas geográficas dos pontos entrevistados.

<b>PONTOS QUESTIONÁRIOS</b>	<b>E (m)</b>	<b>N(m)</b>
1	501728	6788644
2	501767	6789475
3	502227	6789072
4	502762	6788926
5	503325	6789128
6	503006	6789250
7	502989	6789500
8	502965	6789824
9	502944	6789898
10	503120	6789476
11	503282	6788852
12	503282	6788896
13	503178	6788220
14	503041	6788124
15	503041	6788124
16	503041	6788124
17	502380	6787687
18	502505	6787711
19	502506	6788847
20	500473	6787933
21	501346	6785936
22	501143	6785742
23	501727	6786359
24	501318	6786549
25	501365	6786482
26	501974	6785731
27	501971	6785727
28	501974	6785656
29	501993	6785571
30	502102	6785401
31	501935	6784886
32	501892	6784819
33	501597	6784942
34	501435	6785023
35	501595	6786232
36	501409	6786010
37	503893	6785737

<b>PONTOS QUESTIONÁRIOS</b>	<b>E (m)</b>	<b>N(m)</b>
38	506743	6781545
39	505716	6782196
40	505625	6782222
41	505424	6784152
42	506254	6784443
43	506394	6784323
44	507619	6784348
45	508433	6783856
46	507775	6783821
47	507834	6783698
48	507819	6783285
49	507733	6783308
50	507793	6783430
51	508101	6783329
52	507809	6783377
53	508360	6783104
54	509423	6784225
55	509558	6783911
56	501575	6786220
57	507299	6783855
58	503669	6786052
59	503563	6786452
60	503630	6786620
61	506946	6786632
62	505206	6787098
63	504842	6787453
64	504876	6787447
65	502524	6783485