

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
1.1	Objetivo Geral .....	4
1.2	Objetivo Específico.....	4
1.3	Justificativa.....	4
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
2.1	Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 .....	6
2.2	Programa SISAGUA.....	7
2.3	Identificação de sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano .....	9
2.4	Planejamento e coleta de amostras de água para análise .....	10
2.5	Boas práticas na captação de águas superficiais (poços rasos, drenos, nascentes, etc.).....	12
2.6	Boas práticas na captação de águas subterrâneas .....	13
2.7	Roteiro de Inspeção de sistemas e soluções alternativas e individuais de abastecimento de água.....	14
2.7.1	Inspeção Sanitária em Abastecimento de água .....	15
2.8	Adequação de Sistemas de Abastecimento de Água.....	17
2.8.1	Manancial .....	18
2.8.1.1	Proteção de mananciais.....	21
2.8.2	Ponto de Captação .....	22
2.8.2.1	Águas Superficiais .....	23
2.8.2.2	Águas Subterrâneas .....	23
2.8.3	Adução e estações elevatórias .....	24
2.8.3.1	Potência dos conjuntos elevatórios.....	25
2.8.3.2	Vazão de dimensionamento e consumo <i>per capita</i> de água.....	26
2.8.4	Reservatórios de distribuição de água.....	29
2.8.4.1	Limpeza de reservatórios .....	30

2.8.4.2	Tubulações e órgãos acessórios.....	31
2.8.5	Tratamento de água no meio rural.....	33
2.8.5.1	Tratamento em poços freáticos rasos .....	33
2.8.5.2	Tratamento de águas superficiais .....	34
2.8.5.3	Tratamento de água proveniente de poços artesianos .....	37
2.8.6	Dimensionamento de redes de distribuição .....	38
2.8.6.1	Levantamento de pontos georreferenciados através do uso de um GPS portátil .....	39
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>44</b>
4.1	Inspeção Sanitária no SAA de Granja do Silêncio .....	44
4.1.1	Identificação .....	44
4.1.2	Condições gerais do SAA.....	45
4.1.3	Manancial e Rede de distribuição.....	46
4.1.4	Tratamento .....	50
4.1.5	Laboratório .....	52
4.1.6	Reservação .....	54
4.1.7	Reavaliação do Sistema .....	55
4.1.7.1	Captação e Reservatórios.....	56
4.1.7.2	Equipe de Inspeção .....	60
4.2	Determinação do consumo mensal de água .....	60
4.3	Levantamento de pontos georreferenciados .....	63
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água como bem sabemos é fundamental para a manutenção da vida em nosso planeta, despertando interesse de diversos setores, que estudam formas e modelos de gerenciamento, destinação e tratamento adequado, de forma a atender a crescente demanda e escassez da mesma, em busca de padrões de qualidade estabelecidas pela Portaria vigente.

A Portaria N.º 2.914, de 2011, destaca que o controle e a garantia da qualidade da água disponibilizada para consumo humano é de responsabilidade de quem fornece o abastecimento coletivo ou de quem presta serviços alternativos de distribuição. Com isso, ressalta-se a necessidade dos responsáveis pela saúde pública efetuarem o monitoramento da água consumida pela população, verificando periodicamente a sua qualidade e seu enquadramento nos padrões de qualidade, inclusive no que se refere aos riscos que tais sistemas de abastecimento representam para a saúde de toda a população.

A Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA - busca através de seus programas, a garantia para toda a população, do acesso à água com qualidade compatível com o padrão estabelecido, para assim, promover a saúde pública, criando alternativas para a elaboração de atividades de vigilância sanitária, por meio da avaliação de potencial de risco representado pelas soluções e sistemas de abastecimento de água, evitando assim, a disseminação de doenças que possam vir a surgir. Em decorrência dos agravos sanitários de veiculação hídrica, que tem a água como o veículo para as eventuais enfermidades, causadas pelas alterações físico-químicas da água, o MS desenvolveu o Programa SISAGUA, que abrange ações de vigilância e controle da qualidade da água de sistemas e soluções alternativas de abastecimento utilizadas para consumo humano.

## **1.1 Objetivo Geral**

Subsidiar os responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano dos municípios do Centro-Serra, quanto aos procedimentos técnicos de implantação, controle, monitoramento e adequação de SAAs no meio rural.

## **1.2 Objetivo Específico**

- Inspecionar o SAA da localidade de Granja do Silêncio, verificando as condições gerais do ponto de captação, local de reservação e demais partes constituintes do sistema;
- Realizar o levantamento de pontos georreferenciados do sistema de Granja do Silêncio e das vias de acesso, para verificação das extensões de rede, altitude e posicionamento;
- Determinar o consumo mensal de água das economias do sistema e o número máximo de residências que o poço em estudo comporta, através do monitoramento periódico em toda a rede de distribuição.

## **1.3 Justificativa**

Com base em inspeções realizadas periodicamente aos sistemas do município de Passa Sete/RS e através de coletas de água para avaliação da qualidade fornecida, ambas as atividades realizadas pelo autor deste trabalho de curso, onde exercia a função de agente de campo da Vigilância Sanitária Municipal, percebeu-se o desconhecimento e o descaso da população quanto à necessidade de eliminar os agravos de veiculação hídrica. Esse problema tornou-se um grande desafio para a vigilância sanitária na conscientização de todos sobre a amplitude dessas anomalias, exigindo a tomada de medidas sócio educativas para as comunidades do meio rural.

Através de um estudo preliminar em localidades do interior, verificou-se que muitos locais utilizam a água abastecida por poços e fontes drenadas para uso em equipamentos agrícolas, consumo de grandes rebanhos de animais, implicando na escassez em determinadas épocas do ano.

Certos locais são encontrados reservatórios sem proteção à sua área delimitada, favorecendo desta forma o vandalismo, fato que na qual, vem sendo um dos maiores problemas para os profissionais da saúde, pois em alguns locais os sistemas básicos de desinfecção são destruídos e removidos, ou ainda, monitorados por pessoas desabilitadas para tais procedimentos. Com isso, ressalta-se a necessidade de suprir tais necessidades encontradas no interior dos municípios, com o auxílio de toda a comunidade e dos responsáveis pela saúde pública na ação de programas de readaptação de sistemas de abastecimento.

As secretárias de saúde dos municípios da região Centro-Serra, com posse dessas informações, vêm intensificando os trabalhos nesse setor através de palestras em escolas públicas e comunidades, capacitações de agentes comunitários de saúde, distribuição de folders e cartazes para toda a população e ainda adoção de materiais para um controle adequado de todos os procedimentos relacionados à qualidade da água.

Conforme Viana (2000), existe a necessidade de preencher uma lacuna quanto às técnicas de tratamento de água apropriadas para as localidades rurais, com a disponibilização de informações para os educadores e para os servidores da área da saúde, que são agentes imprescindíveis no processo de transformação e desenvolvimento do meio rural.

Cabe a todas as associações de moradores e de outras formas de organização da sociedade civil, interessar-se no problema do abastecimento de água, incluindo um estudo de tratamento adequado e ainda dimensionamento de redes e consumo, refletindo sobre a importância da água como um bem indispensável à vida e sobre a necessidade de preservar o nosso meio ambiente, como forma de proteção aos nossos mananciais.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A fim de relatar algumas informações sobre as ações a serem desenvolvidas, a revisão bibliográfica abordará os procedimentos sanitários a serem adotados pelos profissionais da saúde, formas de tratamento para os diversos tipos de captação, determinação do consumo total do sistema e levantamentos topográficos para mapeamento mais preciso de todo o sistema, havendo assim, ações que vão desde o ponto de captação até a última residência.

## **2.1 Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011**

O MS publicou no Diário Oficial da União do dia 14 de dezembro de 2011 a Portaria nº 2.914, de 12/12/2011. A norma descreve os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Esta portaria revoga e substitui integralmente a Portaria MS nº 518, de 25/03/2004.

Destacam-se entre as obrigações, estabelecidas pela nova portaria, específicas dos responsáveis pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano as seguintes: o exercício da garantia do controle da qualidade da água; encaminhamento as autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e semestrais com informações sobre o controle da qualidade da água.

Caberá a todos os responsáveis pelos Sistemas ou Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de água disponibilizar a população água em condições adequadas, exigindo junto aos responsáveis pelo tratamento laudos laboratoriais de atendimento aos parâmetros atribuídos em normas técnicas da ABNT, quanto à qualidade dos produtos químicos utilizados.

Um dos conceitos modificados pela nova Portaria, sendo este de grande importância para o cadastramento de redes de água, refere-se à Solução Alternativa Coletiva, visto que na nova legislação ela não inclui rede de distribuição, conforme Art. 5º da Portaria. “A autoridade municipal de saúde pública não autorizará o fornecimento coletivo de água para consumo humano, por meio de solução alternativa coletiva, quando houver rede de distribuição de água, exceto em situação de emergência e intermitência”. BRASIL (2011).

Quanto à autorização para o fornecimento de água tratada, o responsável pela solução alternativa coletiva de abastecimento de água deverá apresentar os seguintes documentos junto à autoridade municipal de saúde pública:

- 1) Nomeação do responsável técnico habilitado pela operação da solução alternativa coletiva;
- 2) Outorga para utilização, emitida por órgão competente, quando for aplicável;
- 3) Laudo de análise dos parâmetros de qualidade da água previstos na norma vigente.

Os responsáveis pelo fornecimento de água para consumo humano deverão estruturar laboratórios próprios, pois os sistemas e as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem contar com responsável técnico habilitado.

A Portaria MS nº 2.914/2011 dispõe ainda de parâmetros de observação obrigatória para a aferição e garantia do padrão microbiológico de qualidade da água, inclusive fornecendo padrões para substâncias químicas que representam risco à saúde. Considerando a relevância das alterações trazidas por esta portaria, ficaram estabelecidos prazos para a adequação aos seus parâmetros, que serão:

- Prazo máximo de 24 meses, contados a partir da data de sua publicação, para que os órgãos e entidades de saúde sujeitos à aplicação destas normas promovam as adequações necessárias, no que se refere ao monitoramento dos parâmetros de gosto e odor, saxitoxina, cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium*;

- Prazo de 4 anos para cumprimento, contados da data de publicação desta Portaria, mediante o cumprimento das etapas previstas no artigo 30 desta Portaria, para o atendimento ao valor máximo permitido de 0,5 uT para filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);

- Prazo máximo de 24 meses, contados a partir da data de publicação desta Portaria, para que os laboratórios referidos no art. 21 desta Portaria promovam as adequações necessárias para a implantação do sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados na NBR ISO/IEC 17025:2005.

## **2.2 Programa SISAGUA**

O SISAGUA é uma ferramenta desenvolvida para atuar nas ações da vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Seu objetivo é sistematizar os dados de controle e vigilância da qualidade da água dos municípios e estados e gerar relatórios, de forma a produzir informações necessárias à prática da vigilância da qualidade da água, além de ser uma importante ferramenta de gestão. Com isso será possível manter um banco de dados com importantes informações sobre a qualidade de água fornecida, referentes aos diferentes tipos de abastecimento de água, visando à avaliação quanto à qualidade da água destinada ao consumo

humano, possibilitando assim, melhorar o planejamento das ações de vigilância no âmbito do SUS, conforme estabelecido na Portaria 2914/2011.

Através de informações fornecidas pelo Programa será possível tomar providências quanto à prevenção e controle de doenças que venham a surgir. O acesso a esta importante ferramenta é através do site [www.saude.gov.br/sisagua](http://www.saude.gov.br/sisagua), sendo que seu acesso restringe-se apenas aos profissionais do Ministério da Saúde e setores como a Vigilância Sanitária dos municípios, que na qual, devem possuir capacitação para operação.

O programa é dividido em três módulos para entrada de dados, sendo eles:

1) Cadastro: neste campus é possível atualizar as informações referentes a todos os sistemas e soluções alternativas de abastecimento;

2) Controle: tem o objetivo de alimentar o sistema com informações encaminhadas pelos prestadores de serviços, responsáveis por soluções ou sistemas de abastecimento de água;

3) Vigilância: neste caso são armazenadas as informações referentes as análises de água, necessárias para o cumprimento dos indicadores básicos do município, incluindo os resultados das análises físico-químicas, bacteriológicas, entre outras.

Além disso, são disponibilizadas informações sobre as localidades abastecidas, formas de mananciais e instituições responsáveis pela água distribuída, através das Tabelas Básicas. Quanto ao plano de amostragem, informações sobre os sistemas e soluções de abastecimento de água, indicadores básicos sobre a qualidade da água ambos são disponibilizados no item Consulta e Relatórios.

“A informação representa um fator fundamental para identificar, prevenir, mitigar e reverter efeitos adversos que comprometem a saúde e o bem estar das comunidades. Essa informação deve ser obtida com dados consistentes, relevantes e conectada, uma vez que o dado em si não se constitui em uma informação. Essas informações podem vir de diversas fontes como, por exemplo, de revisão de literatura, de resultados de pesquisas e teses; de observações *in situ*; de informações registradas rotineiramente nas instituições públicas (escritas ou em computador); dados de planos de governo, mapas, estatísticas, censo, etc. As informações devem ser tratadas adequadamente, tendo um bom processo de armazenamento e de recuperação, com atualização dos registros de forma frequente para a boa atuação da vigilância. Devem ainda ser apresentada em forma fácil de ser analisada por tomadores de decisão e comunidade em geral, devendo estar disponíveis para a consulta de interessados.” Segundo TEIXEIRA (1996), citado por BRASIL (2007), p.16



Para entendimento das formas de sistemas de distribuição de água e suas definições, a Portaria 2914/2011, art. 5º, p. 02 e 03, assim determina:

“Sistema de Abastecimento de Água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;  
Solução Alternativa Coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;  
Solução Alternativa Individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.”

O estudo comparativo entre as Portarias é uma das premissas para a aplicação adequada das ações de Vigilância Sanitária nos próximos anos e indispensável para a garantia da qualidade da água fornecida.

### **2.3 Identificação de sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano**

Visando o planejamento das ações de vigilância, os responsáveis pela qualidade da água devem inspecionar e avaliar as condições de abastecimento e consumo da água destinada a população. A principal função do cadastro é agregar informações e dados que permitam mapear grupos, fatores e delimitar áreas de risco, além de avaliar sua distribuição e evolução, tanto temporal como espacial. BRASIL (2006a)

O abastecimento de água para a população é realizado de diversas formas, sendo por meio de canalizações, precedida ou não de tratamento; com utilização de bombas; etc. Com base nisso, deve-se analisar os termos de integralidade e abrangência dos programas de vigilância da qualidade da água distribuída, devendo cuidar para que as soluções alternativas, com e sem distribuição de água por rede, e as SAI's, sejam igualmente consideradas, visto que em tese os sistemas de abastecimento de água são mais seguros. O cadastramento não possui intervalo de tempo para atualização das informações sobre as condições de abastecimento e consumo, sendo que nele constam todas as informações referentes às unidades que fazem parte os sistemas, as soluções alternativas coletivas e as individuais.

Entretanto, a título de informação, o programa de vigilância deve manter atualizadas as informações em um período não superior a um ano. BRASIL (2006b)

As informações coletadas devem ser alimentadas no SISAGUA para que sejam devidamente sistematizadas e gerem tabelas e indicadores que são necessários para o exercício da vigilância no âmbito tanto a nível central como estadual, regional e municipal. Em casos onde o programa não estiver inserido no processo de vigilância, a transferência de informações e dados deverá ser realizada pela regional de saúde. BRASIL (2006b)

“É importante observar que no nível municipal, na medida do possível, se vá além das informações, e sua respectiva sistematização, proporcionadas pelo SISAGUA. Deve-se, por exemplo, procurar informações mais detalhadas da distribuição espacial, no âmbito do município, dos indicadores anteriormente deferidos, das soluções alternativas individuais e das instalações prediais, principalmente em pontos ou populações de risco, tais como: hospitais, escolas, comunidades de baixa renda e com condições domiciliares precárias.” BRASIL (2006a), p.142.

## **2.4 Planejamento e coleta de amostras de água para análise**

Segundo a Funasa (2007), devido à inviabilidade de coletar toda a massa de água destinada ao consumo humano, a prática por meio de amostras e posteriores análises, indicam os padrões de potabilidade. O resultado proveniente de uma análise de água de um determinado manancial ou rede pública, dada a variação constante das águas dos mesmos, apenas apontará as características apresentadas naquele dado momento. Quanto às análises físico-químicas comuns, a coleta deve ser realizada e enviada com o menor intervalo de tempo possível entre esses processos, além da utilização de frascos apropriados e devidamente tampados. Para um adequado planejamento de coleta com o intuito de obter resultados satisfatórios, dentro da realidade da amostragem, tais procedimentos devem ser analisados:

- Metodologia de coleta;
- Tipos de amostras (simples ou compostas);
- Pontos de amostragem;
- Tempo de coleta;
- Preservação;
- Transporte;
- Equipamentos necessários;
- Coletor bem treinado;

- Parâmetros a serem analisados.

Para Viana (2000), na grande maioria de fontes de água localizadas na zona rural (protegidas), geralmente são realizados exames bacteriológicos para a determinação de sua qualidade, sendo que alguns cuidados devem ser tomados no momento da coleta de amostras a serem enviadas ao laboratório:

- Coletas em canalizações: deve-se deixar escoar a água por um curto período e após flambar a boca da torneira (com o auxílio de um pouco de jornal, passar uma chama ao redor da torneira), deixar fluir novamente a água e fazer a coleta imediatamente;

- No caso de águas superficiais, a coleta de água deve ser realizada distante das margens e um pouco abaixo da lâmina da água, cerca de 15cm;

- Para águas cloradas utiliza-se tiosulfato de sódio, a 10%, na dosagem de 100mg/l (para 100mL de amostra de água, adicionar 0,1mL da solução, a 10%), este processo neutralizará o cloro existente. Normalmente os laboratórios disponibilizam frascos esterilizados com a solução, quando for necessário coletar água clorada;

- Para a coleta em nascentes, colhidas no olho da nascente, basta abrir o frasco e coletar imediatamente.

É recomendado que a água coletada preencha  $\frac{3}{4}$  da capacidade do frasco, sendo enviado o mais breve possível para análise laboratorial, de preferência em temperatura baixa, que para isso, pode-se utilizar isopor com gelo. Engenharia Sanitária, Medicina Veterinária, Faculdades de Farmácia, dentre outros, normalmente prestam este tipo de serviço, visto que laboratórios públicos atendem apenas pedidos do sistema de saúde pública. Cabe aos responsáveis por setores como Vigilância Sanitária, indicar o laboratório ideal para os procedimentos de análise de água. FUNASA (2007)

Outros aspectos relacionados à coleta, como frascos utilizados e procedimentos para transporte de amostras, Brasil (2006b), recomenda os seguintes procedimentos:

- Numerar o frasco utilizado na coleta com caneta a prova d'água para identificação da amostra e mantê-lo fechado até o momento da coleta;

- Remover a tampa sem tocar na sua parte interna, bem como na borda e interior do recipiente;

- Realizar a coleta sem enxaguar o recipiente, deixando um espaço de 2,5cm para facilitar a homogeneização da amostra no laboratório e após tampar o frasco imediatamente;

- Os frascos devem ser esterilizados, podendo ser de vidro borossilicato, vidro neutro ou plástico resistente a frequentes esterilizações, com volume mínimo de 120mL, de bocal largo e tampa hermética;

- A esterilização de ser efetuada em estufa a 170°C por uma hora, ou em autoclave a 121°C por 15 minutos;

- Deve ser coberta a tampa e o gargalo com o uso de papel alumínio e selos de segurança, antes de a esterilização ser feita;

- Se o transporte das amostras até o laboratório exceder 1 hora, manter a sua temperatura a menos de 10°C;

- O transporte ao laboratório não deve exceder o tempo de seis horas;

- Ao chegar ao laboratório à amostra deve ser refrigerada e processada, preferencialmente em duas horas, caso a refrigeração não seja possível, é obrigatório à análise durante esse período;

- Nos casos excepcionais, a amostra deve ser refrigerada durante um período de até 24 horas em temperatura abaixo de 10°C, não podendo ser congelada.

## **2.5 Boas práticas na captação de águas superficiais (poços rasos, drenos, nascentes, etc.)**

Para Brasil (2006c), os responsáveis pela vigilância da água distribuída devem realizar as seguintes atividades:

- Manter em cota superior os dispositivos de captação em relação a possíveis meios de contaminação, garantindo os afastamentos horizontais mínimos em relação às mesmas, observando o tipo de solo, conforme as seguintes recomendações: linhas de esgoto, tanques sépticos e fossas secas: 15m; depósitos de lixo: 15m; currais e estábulos: 30m; fossas profundas: 45m; poços absorventes e linhas de irrigação subsuperficial de esgotos: 30m;

- Proteção das tomadas de água em fontes e nascentes, utilizando caixas de água cobertas, bem vedadas e providas de tubulações no fundo para realização de limpezas e na parte superior para extravasamento;

- Manutenção da área de captação e demais instalações do local, devidamente cercadas, respeitando uma distância mínima das estruturas de aproximadamente 15m, com limpezas periódicas para a garantia de uma aparência agradável;
- Manutenção e construção de valetas para escoamento de águas superficiais até as áreas de captação por meio de poços rasos;
- Construção de paredes impermeabilizantes até a profundidade de 3m para poços rasos ou poços de galerias de infiltração;
- As coberturas dos poços rasos e das caixas ou poços de tomada de água de nascentes, devem estar a uma cota superior em relação ao nível do terreno ou nível de inundação da área correspondente, no mínimo 0,30m;
- Dotar de dispositivos adequados para a captação de água, inclusive sob o ponto de vista sanitário.

## **2.6 Boas práticas na captação de águas subterrâneas**

Quanto às águas subterrâneas, Brasil (2006c) estabelece os seguintes procedimentos:

- Garantia de vazão constante e de forma contínua, sem alteração da qualidade da água;
- O monitoramento dos poços deve ser realizado constantemente;
- Em locais com mais de um poço, os ensaios de vazão devem considerar a interferência entre ambos;
- Garantia da conservação do local, por meio de proteção sanitária, com devidas condições de segurança (portão de acesso e cercamento) e aspecto agradável, além do fácil acesso e boas condições na superfície para a implantação ou manutenção dos equipamentos e instalações de bombeamento;
- Para a prevenção de riscos providos da mineralização ou demais contaminantes, o poço deve ser cimentado em toda a extensão necessária ao seu isolamento;
- Dotar a tubulação da saída do poço, válvulas de retenção que evitem o retorno da água, e possibilitem a interrupção ou o controle do seu fluxo. Deve haver também, ventosas e derivação aberta para a atmosfera como intuito de permitir operações como a medida de vazões, limpezas de poços e descarga das adutoras;

- Efetuar a desinfecção aos poços recém-construídos, bem como a limpeza e manutenções posteriores, incluindo os equipamentos de captação;
- Em poços desativados, vedá-los adequadamente a fim de evitar a contaminação do aquífero.

## **2.7 Roteiro de Inspeção de sistemas e soluções alternativas e individuais de abastecimento de água**

Com o intuito de diagnosticar os fatores de risco, os perigos físicos, químicos e biológicos, Brasil (2006a) definiu alguns objetivos importantes na realização de inspeções sanitárias, para a tomada de decisões futuras quanto a medidas de orientação, preventivas, corretivas e até mesmo punitivas, sendo eles:

- Conhecer e avaliar o sistema, solução alternativa, solução individual de abastecimento de água, quanto ao estado de conservação e proteção dos pontos e captação;
- Avaliar as práticas operacionais e o estado de conservação nos locais de produção da água, mais precisamente na captação, adução e tratamento;
- Analisar e avaliar os procedimentos práticos adotados e as condições gerais dos reservatórios;
- Apontar os locais críticos das diversas formas de abastecimento, que por um motivo ou outro possam contribuir para a contaminação da água, quantificando e qualificando a amplitude dos perigos;
- Avaliar a capacidade adotada em termos de materiais e recursos humanos, como equipamentos e infraestrutura do local;
- Registrar e sistematizar, por meio de relatório de inspeção, os resultados obtidos a campo, informando os resultados aos responsáveis pelos serviços de abastecimento. Com isso é possível formular ações de minimização e remediação de riscos voltados à saúde;

Para Brasil (2006c), as inspeções podem ser classificadas em duas modalidades para o adequado planejamento das ações de vigilância:

- Inspeção sanitária de urgência: quando ocorrer casos de denúncias, acidentes, situações de surto ou epidemias e outros perigos que possam exigir pronta ação das equipes a fim de evitar maiores consequências para a população;

- Inspeção sanitária de rotina: realizada a partir da solicitação do prestador de serviço ou segundo a programação estabelecida pela vigilância sanitária.

### **2.7.1 Inspeção Sanitária em Abastecimento de água**

Segundo Brasil (2006c), a inspeção em sistema de abastecimento representa o conjunto de ações de caráter preventivo, onde as inspeções de rotina são prioritárias, visto que antes de qualquer vistoria a campo, deve-se haver uma programação adequada. Levando em conta as instalações prediais onde as populações estão mais vulneráveis, e a contaminação possa afetar parcelas significativas de população, as ações de vigilância devem ser tratadas com mais ênfase, em locais como: hospitais, escolas, unidades básicas de saúde e creches, ou ainda, pelo tipo e porte, locais como centro de eventos, estabelecimentos comerciais, rodoviárias, etc. Para a garantia de uma confiabilidade das características encontradas a campo, faz-se necessário a realização de inspeção por pessoas capacitadas e com competência técnica para tais procedimentos, pois necessitam conhecer tanto o processo de produção, como o sistema de distribuição.

O relatório de inspeção pode ser utilizado como base para processos administrativos, ressaltando a importância da segurança e confiabilidade dos dados extraídos e discriminados nos relatórios técnicos, sendo recomendado o registro fotográfico de todas as instalações e a análise laboratorial em casos que existam pontos críticos. Como resultado final, uma inspeção sanitária poder apresentar:

- Comprovação da efetividade e/ou segurança das etapas e unidades de produção, fornecimento e consumo de água;
- Constatação da efetividade do controle exercido pelo produtor;
- Obtenção de subsídios para avaliação dos resultados das análises de água;
- Reunião de provas para a ação administrativa.

Tabela 01 - Itens a serem verificados em inspeções sanitárias

ETAPAS/UNIDADES	ITENS A SEREM VERIFICADOS
Captação	Facilidade de acesso e identificação do local; barreira de proteção em relação a acidentes com produtos químicos; proteção contra enchentes; proteção contra a entrada de pessoas estranhas e animais; existência de conjunto motor-bomba de reserva; instalações eletromecânicas, manutenção periódica da edificação e equipamentos.
Manancial subterrâneo	Distância de fontes de contaminação; estado de conservação e proteção dos poços e fontes, equipamentos e estruturas de captação e recalque; qualidade da água subterrânea; garantia de vazão mínima suficiente para o abastecimento contínuo de água (incluindo projeções futuras); qualidade da água bruta.
Manancial superficial	Situação de proteção dos mananciais; existência de possíveis fontes de contaminação; garantia de vazão mínima suficiente para o abastecimento contínuo de água (incluindo projeções futuras); qualidade da água bruta.
Adução e estação elevatória	Estado de conservação e rotina de manutenção das bombas e adutoras; facilidade de acesso para manutenção ao longo da linha de adução; existência de válvulas de retenção, válvulas de descarga, ventosas e válvulas de antigolpe.
Reservação de água tratada	Estado de conservação e manutenção; frequência das operações de limpeza; realização de controle de qualidade da água; capacidade adequada ao atendimento das variações de consumo e garantia do abastecimento contínuo; controle de acesso de pessoas estranhas; facilidade de acesso para manutenção.
Gerenciamento	Cumprimento das exigências de atendimento à legislação e normas vigentes e informação ao público; qualificação da mão-de-obra; existência de responsável técnico qualificado.
Veículo transportador	Informações sobre a origem e qualidade da água; uso exclusivo do veículo para o transporte de água para consumo humano; comprovação do residual mínimo de cloro; comprovação de autorização para o transporte e fornecimento de água; adequação do veículo: estado de conservação e segurança nas operações de enchimento, transporte e fornecimento de água; identificação do responsável.
Poços, fontes e minas	Proteção e conservação das estruturas de captação; proximidade a fontes de poluição (atividades agropecuárias, esgoto sanitário, fossas, lixão, aterro sanitário). Quando cabível, comprovação das exigências de tratamento e controle de qualidade da água, e identificação do responsável.

Fonte: Brasil (2006c), p. 77 e 78



## 2.8 Adequação de Sistemas de Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água deve suprir as necessidades de toda a população através de obras de engenharia, principalmente ao que diz respeito aos sistemas hidráulicos e tratamento. Tais sistemas têm como finalidade proporcionar água com qualidade e quantidade suficientes para toda a população, sendo necessário para isso o planejamento e gerenciamento de todas as etapas que constituem o sistema de abastecimento, desde a proposta de implantação até o destino final. Nas instalações de abastecimento para uma comunidade é necessário à realização sequencial de várias etapas, visando à adequação de suas instalações com base na realidade da comunidade. Este trabalho deve ser detalhado tanto nas abordagens iniciais, quanto na apresentação da solução. Heller (2006), citado por Bastos (2011).

Azevedo Netto (1998), p. 504 e 505, atribui as seguintes normas brasileiras editadas pela ABNT para sistemas de abastecimento de água:

NBR 09650 – Verificação de estanqueidade no assentamento de adutoras e redes de água;  
NBR 10165 – Desinfecção de tubulações de sistema público de abastecimento de água;  
NBR 12211 – Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;  
NBR 12212 – Projeto de poço para captação de água subterrânea;  
NBR 12213 – Projeto de Captação de água de superfície para o abastecimento público;  
NBR 12214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para o abastecimento público;  
NBR 12215 – Projeto de adutoras de água para o abastecimento público;  
NBR 12217 – Projeto de reservatório de distribuição de água para o abastecimento público;  
NBR 12218 – Projeto de redes de distribuição de água para o abastecimento público;  
NBR 12244 – Construção de poço para captação de água subterrânea;  
NBR 12266 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto e drenagem;  
NBR 12586 – Cadastro de sistemas de abastecimento de água.

Com isso, o trabalho de pesquisa bibliográfica abordará além dos procedimentos de vigilância sanitária nos sistemas de abastecimento, algumas especificações técnicas das diversas etapas a serem desenvolvidas na sua fase de projeto, com o intuito de proporcionar melhorias na qualidade da água destinada população. Serão abordados os seguintes temas: mananciais, pontos de captação, adutoras/estações elevatórias, reservação, tratamento e distribuição.

### 2.8.1 Manancial

Denomina-se manancial toda fonte de água destinada ao abastecimento doméstico, comercial, entre outros. Pode ser encontrado no Meio Ambiente como Manancial superficial, subterrâneo e meteórico. FUNASA (2007)

Brasil (1997) conceitua como o recurso hídrico utilizado para fornecimento e abastecimento de sistemas de água, divididos em cursos d'água, e ainda, rios subterrâneos, onde abrange poços rasos ou profundos.

A escolha do manancial é de suma importância na hora de determinar um sistema de abastecimento, pois a racionalização de implantações implica na preservação do meio ambiente e uma atitude de conscientização ecológica. Com isso, necessita-se de um estudo dos pontos de captação disponíveis na localidade para estudo de viabilidade de implantação e posterior distribuição para toda a população.

De acordo com a Lei Federal nº 9.433/1997, citado por Bastos (2011), o uso dos recursos hídricos é feito pelos setores responsáveis pelo abastecimento de água e considerado prioritário. Os estados brasileiros determinam condições de outorga de utilização dos recursos hídricos através de suas legislações vigentes, sendo permitida a captação de apenas uma pequena parte da vazão mínima do manancial, não prejudicando desta forma, o recurso hídrico natural disponível. A fim de diminuir as parcelas de desperdícios e perdas desnecessárias de água que são um grande obstáculo para a qualidade dos sistemas de abastecimento, é eticamente necessário garantir que o seu uso seja realizado de forma graduada, ou seja, que exista um estudo preliminar sobre a quantidade de água necessária a ser fornecida a uma determinada população. Os mananciais devem dispor de condições sanitárias favoráveis, de forma que possa satisfazer na sua totalidade ou parcialmente o consumo e que a sua retirada seja permitida. Na escolha de uma área como manancial, deve-se considerar a quantidade e a qualidade da água que ele dispõe, assim como a viabilidade econômica para a sua utilização.

Antes de qualquer fase de implantação, um estudo prévio deve ser realizado através de vistorias a campo e posterior levantamento das características do local, a verificação das características socioeconômicas, obtenção de dados por meio da prefeitura municipal, concessionárias de energia elétrica, entre outros, quanto às características demográficas. Heller (2006) citado por Bastos (2011)

O adequado planejamento relacionado aos recursos hídricos é uma importante atividade que tem como objetivo monitorar e proteger a água, gerando subsídios para o gerenciamento dos mesmos (LANNA, 2004).

Segundo a Funasa (2007), para a implantação de um sistema adequado, a escolha do manancial segue como um dos pontos principais, pois no caso de haver mais de uma forma de captação, os seguintes estudos devem ser realizados:

- Realização de análises de componentes orgânicos, inorgânicos e bacteriológico, verificando com isso, a existência ou não de substâncias prejudiciais a saúde, com base na Resolução do CONAMA de 18 de junho de 1986;
- Verificação da vazão do ponto de captação, pois só assim será possível determinar se o consumo será atendido de forma suficiente;
- Mananciais que dispensam maiores tratamentos, no caso de poços profundos onde sua contaminação seja improvável;
- Mananciais com tratamento simplificado: compreendem as águas dos mananciais protegidos, com baixos teores de cor e turbidez, sujeitas apenas a tratamento primário como filtração lenta e desinfecção;
- Mananciais que exigem apenas desinfecção, incluindo as águas subterrâneas e algumas fontes de água superficiais, onde a sua potabilidade não seja comprometida;
- Sistemas que necessitam tratamento convencional: neste caso compreenderia as águas superficiais, com altos teores de turbidez, que requerem tratamento com coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

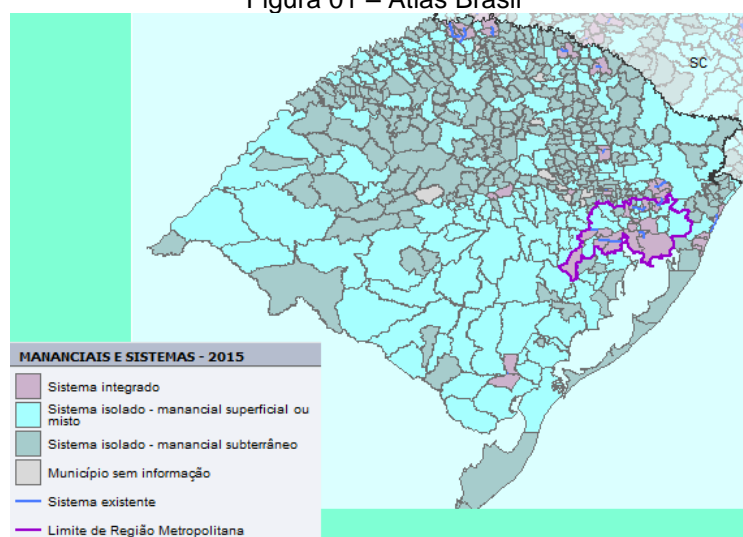
Conforme Tsutiya (2005), a seleção dos mananciais passíveis de utilização deve ser efetuada através de uma análise preliminar dos principais aspectos técnicos, econômicos e ambientais em questão, de forma a subsidiar a formulação e apresentação de alternativas exequíveis.

“A degradação dos mananciais, proveniente do deflúvio superficial agrícola, ocorre, principalmente, devido ao aumento da atividade primária das plantas e algas em decorrência do aporte de nitrogênio e fósforo proveniente das lavouras e da produção animal em regime confinado. O crescimento excessivo de algas e plantas reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas, afetando adversamente o ecossistema aquático e causando, algumas vezes, mortalidade de peixes. Além dos impactos causados aos ecossistemas aquáticos, o aumento dos níveis de nutrientes na água pode comprometer sua utilização para abastecimento doméstico, devido a alterações no sabor e odor da água ou à presença de toxinas liberadas pela floração de alguns tipos de algas. Além das implicações causadas pelos nutrientes aos recursos hídricos, é necessário considerar, também, a contribuição dos agroquímicos e dos metais pesados.” MERTEN E MINELLA (2002), p. 35

No dia 22 de março de 2011 foi lançado através da Agência Nacional das Águas (ANA), o Atlas Brasil, uma ferramenta importante para o levantamento de dados referentes aos recursos hídricos, sendo identificado através dele a necessidade de investimentos para atender os déficits atuais e futuros de abastecimento de água. Através de dados sobre a disponibilidade hídrica, potabilidade da água dos mananciais e da capacidade operacional dos sistemas de produção, o estudo aponta as melhores opções técnicas para que as demandas futuras sejam supridas, com soluções para o controle de perdas na distribuição, sem falar nas medidas de proteção aos mananciais.

O Atlas Brasil analisou detalhadamente cada um dos 5.565 municípios e os resultados apontados foram que 2.506 (45%) das sedes municipais possuem abastecimento satisfatório, totalizando 52 milhões de habitantes com garantia de atendimento até 2015. Mas, 3.059 municípios (55%) poderão ter abastecimento precário, decorrente de problemas com a oferta de água dos mananciais em quantidade e/ou qualidade ou com a capacidade dos sistemas produtores ou, ainda, pelos dois motivos. Dentre elas, 46% necessitam de investimentos nos sistemas produtores e 9% apresentam déficits decorrentes da disponibilidade hídrica nos mananciais utilizados.

Figura 01 – Atlas Brasil



Fonte: Disponibilizado no portal da ANA, 2012

Segundo a ANA, o Atlas Brasil é também um marco importante na recuperação da capacidade do estado brasileiro de planejar sobre todo seu território e pôde contribuir de forma significativa na formulação de políticas públicas, projetos, planos e programas, permitindo que fossem identificados os seguintes aspectos críticos:

- Intermittência no abastecimento: provocado pela produção de água insuficiente para atendimento da população, devido à precariedade e deterioração dos sistemas de captação, adução e tratamento de água, causados também, pelo alto índice de perdas na distribuição;

- Água fornecida: quantidades inferiores para o atendimento da demanda, devido à distribuição irregular dos recursos hídricos, a falta de produtividade de mananciais utilizados em épocas de seca e à deficiência de investimentos para aproveitamento de novos mananciais;

- Águas poluídas: devido à inexistência ou ineficiência de sistemas de coleta e destinação de esgotos sanitários e de outras medidas de proteção aos mananciais;

- Conflitos existentes e potenciais pelo uso da água: isso acontece pelo fato dos mananciais e sistemas fornecerem água a mais de um município ou setor usuário e que, abrangem transferências hídricas entre bacias hidrográficas. Para isso, o planejamento e a tomada de decisão requerem estratégias de grande potencial e ações coordenadas para a viabilização de empreendimentos e recursos.

### **2.8.1.1 Proteção de mananciais**

Segundo Brasil (2006c), para os procedimentos de vigilância da qualidade da água em mananciais de abastecimento devem ser evidenciadas algumas medidas de ordem geral através das seguintes atividades de boas práticas:

- Favorecer a infiltração de água da chuva e reduzir os níveis de enxurradas, através da manutenção da vegetação nas encostas de morros, por meio de dispositivos como pequenas bacias de captação;

- Em chapadas e topos de morros, onde normalmente encontram-se as áreas de recarga do lençol freático, desenvolver atividades de conservação e recomposição da vegetação;

- Em locais de pastagem, com o intuito de evitar a degradação da vegetação e o endurecimento do solo causado pelo constante pisoteamento de animais, devem-

se realizar medidas de utilização e manejo, pois tais fatores adversos prejudicam a infiltração da água da chuva;

- Controle do uso de agrotóxicos e fertilizantes próximos aos locais de águas superficiais e aquíferos;

- Destinação adequada de efluentes, esgotos sanitários e resíduos de agroindústrias;

- Desenvolver programas através de instrumentos legais ou práticas de disciplina do uso do solo e dos recursos hídricos na bacia de captação;

- Estimular o plantio em curvas de nível, faixas de retenção vegetativa e culturas de cobertura, pois tais técnicas visam diminuir a erosão do solo e o carregamento de sólidos pelos cursos d'água. Além disso, o uso criterioso de maquinário agrícola poderá evitar a impermeabilização do solo;

- Conservação e replantio de matais ciliares, com vegetação nativa, no entorno dos cursos de água, contribuindo na minimização do carregamento de solos e poluentes para a superfície.

### **2.8.2 Ponto de Captação**

Após a seleção do manancial, verifica-se qual a melhor forma de captação da água disponível, sendo ela de superfície ou subterrânea. Para Tsutiya (2005), a qualidade das águas de lençóis subterrâneos possuem características físicas que em muitos casos são compatíveis com os padrões de qualidade, apresentando baixos teores de cor e turbidez, com isso o tratamento necessário pode ser simplificado, com apenas a adição de cloro. Já as águas superficiais normalmente são contaminadas por bactérias, sendo que nas subterrâneas isso não acontece ao menos que o lençol aproveitado possua alguma fonte poluidora nas proximidades do ponto de captação. Quanto ao aspecto químico, certos aquíferos podem conter água imprópria para o consumo humano devido ao excesso de sais solúveis, sendo o excesso de dureza considerado neste caso também, exigindo tratamento específico de abrandamento apenas, pois para fins de potabilidade ela não é prejudicial.

A relativa facilidade de captação e a possibilidade de localização das obras com os posteriores pontos de consumo concorrem para uma substancial economia no custo de implantação de tais formas de abastecimento. Para o auxílio no

monitoramento de sistemas de água por parte dos responsáveis pelo VIGIÁGUA, serão abordadas as formas de captação.

### **2.8.2.1 Águas Superficiais**

Bastos (2011), afirma que a captação de água superficial engloba o conjunto de equipamentos e demais estruturas localizadas próximas ao manancial superficial para a remoção da água e destinação aos pontos de consumo. Podendo ser classificado da seguinte forma:

- Captação de forma direta: destinada a mananciais que possuem pouca vazão e nível de água mínimo, necessário apenas para suprir a captação;
- Captação com a implantação de reservatório de regularização: neste caso a vazão mínima não é suficiente em relação à captação, havendo a necessidade de uma barragem de maior altura que possibilite o acúmulo de água, facilitando a captação da vazão necessária para o ano todo, garantindo também, a sobrevivência de seres aquáticos;
- Captação em reservatórios ou lagos: ocorre através de lagos naturais, onde sua distribuição não seja destinada ao abastecimento público e ainda em reservatórios artificiais;
- Captação com barragem de regularização de nível de água: para este caso o nível de água não é suficiente, mas a sua vazão é satisfatória. Para isso, eleva-se este nível por meio de uma pequena barragem, atribuindo ao manancial água suficiente para a sua captação;

### **2.8.2.2 Águas Subterrâneas**

Quanto às águas subterrâneas, Bastos (2011), determina que para o abastecimento público este meio de captação oferece soluções simples e diferenciações técnicas e econômicas, sendo indispensável e essencial para povoados da zona rural. Quanto às formas de captação, elas podem ser classificadas como:

- Poço tubular raso: recomendado para pequenos grupos populacionais, que necessitam de pouca vazão;

- Poço manual simples: destinado a pequenas comunidades e abastecimento de residências unifamiliares;
- Drenos horizontais: constituído de um ou mais drenos horizontais localizados no fundo de uma vala e ligados a um poço coletor. São recomendados para mananciais rasos e extensos, com características porosas;
- Barragem subterrânea: são construídas com o intuito de armazenar água em meios rochosos com características sedimentares, formando um aquífero artificial normalmente captado por poço manual.

Segundo Brasil (2006a), a avaliação e o gerenciamento de riscos é algo indispensável para a vigilância da qualidade da água, necessitando de uma visão holística que perceba a sua dinâmica, do manancial ao consumo. Para tanto, é necessário que os perigos potenciais sejam identificados, os quais podem comprometer a potabilidade da água. Dentre os fatores que devem ser observados, destacam-se as falhas ou fendas, de forma natural ou aberta nas camadas superpostas às formações aquíferas; infiltrações no revestimento de poços tubulares por não possui altura suficiente ou utilizado de forma inadequada; falta de proteção como tampas ou dispositivos de proteção impropriamente instalados, e ainda, refluxo de água poluída através de drenos impróprios; pontos localizados próximos a redes de esgoto, fossas, instalações de criação de gado, entre outros; locais sujeitos a inundações; bombas e instalações de recalque, bocas e estrutura do poço expostos; falta de medidas preventivas sobre proteção a nascentes e bacias de captação.

### **2.8.3 Adução e estações elevatórias**

Segundo Tsutyia (2005), adutoras são canalizações dos sistemas de abastecimento de água que distribuem água para locais que antecedem a rede de distribuição. Desta forma, podem interligar o ponto de captação com a posterior estação de tratamento e reservação, sendo que em alguns casos, partem ramificações da própria adutora principal para conduzir água a outros pontos do sistema. No momento de sua implantação alguns cuidados devem ser tomados, através de uma criteriosa análise de traçado em planta e perfil, visando à colocação adequada de seus órgãos acessórios, bem como, a ancoragem nos pontos onde possa surgir o deslocamento de peças através de determinados esforços.



Conforme Tsutyia (2005), em relação à natureza da água conduzida, as adutoras podem ser classificadas como: adutoras de água bruta e adutoras de água tratada. Já em relação à energia de movimentação da água, podem ser:

- Adutora por gravidade: o transporte de água ocorre da cota mais elevada até o ponto mais baixo, através de condutos forçados ou livres, sendo que no primeiro caso, a água está sob pressão relativamente maior que a atmosfera, e nos condutos livres ela permanece sob pressão atmosférica.
- Adutoras por recalque: neste caso a água necessita de estações elevatórias, pois o transporte ocorre de um ponto qualquer até uma cota mais elevada;
- Adutoras mistas: o transporte de água é dividido em trechos com adução por recalque e outros por gravidade.

### **2.8.3.1 Potência dos conjuntos elevatórios**

No caso em que existam estações elevatórias, Azevedo Netto (2008) afirma que tais conjuntos hidráulicos deverão vencer altitudes entre dois pontos mais as perdas de carga em todo este percurso, sendo às relativas ao atrito ao longo da canalização e as perdas localizadas devido às peças especiais. Para isso, adota-se:

$$H_s + H_r = H_g$$

Onde:

H<sub>g</sub>= altura geométrica, ou seja, diferença de nível;

H<sub>s</sub>= altura de sucção, isto é, altura do eixo da bomba sobre o nível inferior;

H<sub>r</sub>= Altura do recalque, ou seja, altura do nível superior em relação ao eixo da bomba.

A altura manométrica é dada por:

$$H_{man} = H_g + \text{perdas decargatotais (hf)}$$

Para a determinação da potência do conjunto de elevação, adota-se:

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{man}}{75 * \eta}$$

Pelo fato da maioria das formas de captação de água da nossa região ser através de poços profundos, com apenas uma bomba para recalque, considera-se a altura de sucção nula.

Azevedo Netto (2008) determina ainda, algumas considerações a serem analisadas no que se refere à escolha do sistema de adução, sendo elas:

- A potência a ser instalada, adotando na prática, uma determinada folga para os motores elétricos, evitando problemas futuros;
- Rendimento das máquinas;
- Instalações da estação elevatória, que neste caso devem ser abrigadas em edificações próprias, bem ventiladas e iluminadas, com espaço suficiente para a instalação e movimentação dos grupos elevatórios.

### **2.8.3.2 Vazão de dimensionamento e consumo *per capita* de água**

Segundo Tsutyia (2005), no momento da determinação da vazão de dimensionamento devem ser analisados alguns aspectos, tais como:

- Horizonte de projeto: depende de fatores como custo da obra, custo de energia elétrica, demanda de água, entre outros.
- Período de funcionamento de adução: no caso de aduções por gravidade podem atingir um período de funcionamento diário de até 24 h/dia, sendo que em adução por recalque isso não acontece, variando de 16 a 20 horas, pois neste caso necessita-se a manutenção de equipamentos eletromecânicos, intermitência no fornecimento de energia elétrica, etc.
- Vazão de adução: é determinada a partir do cálculo da população a ser abastecida, dos coeficientes de variação das vazões, e ainda da quantidade de horas de funcionamento do sistema. Além disso, sua localização em relação ao sistema de abastecimento deve ser analisada.

Para Bastos (2011), a vazão de água necessária para abastecer uma localidade leva em conta a vazão disponível e suas variações (consumo e horária), determinado pela fórmula:

$$Q = \frac{P * q * K * K2}{3600 * h}$$

Onde:

P= População considerada para o abastecimento (hab);

q= Taxa de consumo per capita (L/hab.dia);

K1= Coeficiente do dia de maior consumo;

K2= Coeficiente da hora de maior consumo;

h= Quantidade de horas de funcionamento do sistema.

Os valores atribuídos para o coeficiente K1 são extraídos da relação entre o maior consumo diário durante um ano e o consumo médio diário neste mesmo período, sendo considerado que não haja modificação nas ligações. Quanto ao coeficiente K2, possui valores atribuídos através da relação entre a maior vazão horária observada em um dia e a sua vazão média horária. (TSUTYIA, 2005)

A determinação de consumo de pequenas redes de água localizadas no meio rural, alimentadas tanto por fontes drenadas os poços artesianos, é indispensável para o controle da água fornecida e dado importante para a cobrança feita aos consumidores. Para isso, Tsutyia (2005) determina os seguintes métodos:

- Implantação de hidrômetros;
- Leitura de macro medidor na saída de reservatórios;
- No caso de não existir medição, adotam-se coeficientes de vazão encontrados em medições de redes semelhantes.

A adoção de hidrômetros possui custo relativamente baixo e grande praticidade na leitura de dados, se mostrando um ótimo meio para a avaliação da capacidade do sistema. Para fins de cálculo, Tsutyia (2005) atribui informações importantes na hora da leitura dos hidrômetros como a verificação do consumo num determinado período por tipo de economia (domiciliar, comercial, etc.) e a quantidade de cada tipo de economia, avaliando desta forma o número de habitantes atendidos e a posterior frequência. Com base nisso, avalia-se o consumo médio de água no período em relação a cada habitante, incluindo o consumo de todos os tipos de economias. Essa determinação é feita da seguinte forma:

$$q_e = \frac{V_c}{NE * ND * NH/L}$$

Onde:

$q_e$  = consumo efetivo *per capita* água;

$V_c$  = volume consumido medido pelos hidrômetros;

$NE$  = número médio de economias;

$ND$  = número de dias da medição pelos hidrômetros;

$NH/L$  = número de habitantes por ligação.

Conforme Viana (2000), em relação ao consumo *per capita*, inclui-se as perdas de água do sistema de abastecimento ao consumo efetivo, conforme a equação:

$$q = \frac{q_e}{1 - I}$$

Onde:

$q$  = consumo *per capita* de água;

$q_e$  = consumo efetivo *per capita* de água;

$I$  = índice de perdas.

Para o dimensionamento de adutoras, Tsutyia (2005), considera o escoamento em regime permanente e uniforme, adotando a equação de energia e da continuidade para fins de cálculo. Quanto às perdas de carga distribuídas na tubulação, algumas equações são fundamentais, tais como, Chézy, Manning, Universal, e Hazen-Williams.

Equação de energia (Bernoulli)

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h$$

Onde:

$Z$  = carga de posição, m;

$p$  = pressão, kgf/m<sup>2</sup>;

$V$  = velocidade de escoamento, m/s;

$g$  = aceleração da gravidade;

$\gamma$ = peso específico, Kgf/m<sup>3</sup>;

$\Delta h$ = perda de carga;

Equação da continuidade

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 = \text{constante}$$

Onde:

$Q$ = vazão, m<sup>3</sup>/s;

$V$ = velocidade média na seção, m/s;

$A$ = área da seção de escoamento, m<sup>2</sup>.

Hazen-Willians

Dentre as fórmulas empíricas mais utilizadas na engenharia sanitária. Sua fórmula pode ser utilizada tanto para a determinação da perda de carga unitária, como para a vazão e a velocidade. TSUTYIA (2005)

$$J = 10,65 Q^{1,85} C^{-1,85} D^{-4,87}$$

$$Q = 0,279 C D^{2,63} J^{0,54}$$

$$V = 0,355 C D^{0,63} J^{0,54}$$

Onde:

$J$ = perda de carga unitária, m/m;

$Q$ = vazão, m<sup>3</sup>/s;

$D$ = diâmetro, m;

$C$ = coeficiente de rugosidade.

#### 2.8.4 Reservatórios de distribuição de água

Segundo Azevedo Netto (1998), são unidades para fins de compensações horárias relacionadas à vazão de forma a garantir a alimentação da rede de distribuição em casos de emergência, fornecendo também as altitudes necessárias à manutenção de pressões no decorrer do sistema.

A norma da ABNT, NBR 12217/2004 (NB 593), Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público, informa sobre todos os

dispositivos relacionados às condições gerais e específicas, os materiais empregados, entre outros.

Entre o tratamento e o consumo, são instalados os reservatórios de distribuição, que devem cumprir exigências como o atendimento às variações de consumo atribuídas pelas redes de distribuição no decorrer do dia. Além disso, devem proporcionar a continuidade no abastecimento da população em caso de paralisação da produção de água, regularizar as pressões na rede e garantir uma reserva de modo a atender os casos de incêndio. BRASIL (2006b)

Para Líbano (2006) citado por Bastos (2011), as unidades construídas para a reservação são geralmente arquitetadas e construídas tendo como referência a regularização entre as vazões de adução e distribuição, regulação das pressões na rede de distribuição, garantia da quantidade de água necessária e quando aplicáveis, reserva para combate de incêndios e outros casos emergenciais. Baseado na localização no terreno, no sistema de abastecimento e a forma e material empregado na construção na unidade, ficam definidos:

a) Quanto à localização no terreno:

- Elevado;
- Stand-pipe;
- Enterrado;
- Apoiado;
- Semi-enterrado;

b) Quanto à localização no sistema:

- Reservatório de Jusante;
- Reservatório e montante.

#### **2.8.4.1 Limpeza de reservatórios**

Quanto à limpeza periódica estabelecida pela Portaria 2914/2011, que deve ser efetuada a cada seis meses, Viana (2000) sugere os seguintes procedimentos de limpeza, de maneira simplificada e de grande praticidade:

- Não permitir a entrada de água no reservatório;
- Abrir a válvula da tubulação para escoamento de toda água armazenada;
- No momento que o reservatório estiver quase vazio, feche a válvula da tubulação de descarga, pois o restante servirá para a limpeza do reservatório;

- Com o auxílio de escovas de nylon e, ou bucha, que são fabricadas justamente para esta finalidade, esfregue as paredes do reservatório, sem a adição de produtos de limpeza como sabão ou detergente;

- Remover a água e o material resultante da limpeza, utilizando baldes e panos. Permita a entrada de um pouco de água para eliminar as impurezas contidas no reservatório. Após isso, abra novamente a válvula de descarga, deixando sair toda a água acumulada até que o reservatório fique limpo;

- Preencha o reservatório de água e acrescente um litro de água sanitária para cada 1000 litros;

- Durante o período de 2 horas não utilize esta água;

- Passado este período, certifique-se de que não haverá entrada de água na caixa, deixando a bomba desligada e as válvulas fechadas. Abra todas as válvulas dos pontos de consumo e deixe a água escoar. Este processo tem a finalidade de promover a limpeza interna e a desinfecção das tubulações;

- Tampe o reservatório;

- Faça a desobstrução da entrada da água, permitindo o preenchimento total do reservatório.

#### **2.8.4.2 Tubulações e órgãos acessórios**

Para Tsutyia (2005), o acesso da água ao reservatório pode ser feita em qualquer altura, mas duas posições de entrada prevalecem, a acima do nível da água e a entrada afogada. É comum a entrada livre que além da tradição, possui menor complexidade no projeto para a escolha do conjunto motor-bomba e ainda o desconhecimento da redução de energia elétrica devido à mudança de acesso ao reservatório. A velocidade de escoamento de entrada nunca deve exceder o dobro da velocidade da adutora que alimenta o reservatório, pois no caso de entrada afogada em reservatório de montante, deve haver um meio de impedir que a água retorne. Além disso, todos os reservatórios devem ser dotados de extravasor com capacidade para a vazão máxima afluyente, de modo que o espaçamento entre o nível máximo da água e a cobertura não exceda 0,30m. Devido à oscilação da lâmina da água, deve-se prever também, uma abertura para a saída de ar quando a lâmina subir e o acesso de ar quando ela descer, evitando os esforços devido ao aumento e diminuição da pressão na parte interna. A vazão de ar a ser

dimensionada deve ser igual à máxima vazão de saída da água do reservatório. Quanto às deficiências de reservação, Tsutyia (2005) estabelece:

Tabela 02 - Principais tipos de falhas e suas consequências em reservatórios

<b>Tipo de Falha</b>	<b>Fatores indutores</b>	<b>Consequências</b>
Extravasamento do reservatório ou linha de recalque	- Falha no acionamento pelo CCO da válvula de controle de entrada;	- Inundação e desabamento de edificações; - Prejuízos materiais.
	- Defeito no acionamento pelo CCO da parada de recalque para o reservatório, quanto atingido o nível de água máximo	
	- Incapacidade do extravasor e/ou linha de descarga para veicular a vazão suficiente.	
Lançamento de extravasão ou descarga em locais inadequados (favelas ou ruas de pequeno porte)	- Escolha inadequada do local de lançamento.	- Inundação e desabamento de edificações; - Prejuízos materiais e riscos de vida.
Trinca ou arrebentamento de laje de fundo, paredes de reservatórios ou laje de cobertura	- Dimensionamento estrutural inadequado	- Erosão de terrenos próximos; - Riscos de abalos a fundações de edificações situadas nas proximidades; - Prejuízos financeiros, materiais e riscos de vida.
	- Recalque do terreno - fundações inadequadas	
	- Sobrecargas não previstas.	

Fonte: Tsutyia (2005), p. 386



### **2.8.5 Tratamento de água no meio rural**

No interior dos municípios são encontradas diversas formas de captação de água, implantadas de forma inadequada e sem a realização da desinfecção básica devida, comprometendo a saúde de quem a consome. Com base nisso, será relatado às diversas formas de tratamento que podem ser adotadas por profissionais da saúde para a minimização de anomalias relacionadas à água e posteriormente uma melhoria na qualidade de vida de toda a população do meio rural.

#### **2.8.5.1 Tratamento em poços freáticos rasos**

Segundo Viana (2000), após a construção, recuperação ou manutenção de poços rasos, deve-se realizar o tratamento primário através da desinfecção da água com produtos a base de cloro, nas dosagens recomendadas. É recomendada também, a análise bacteriológica após sete dias da desinfecção para verificação se a construção ou a manutenção foram feitas de maneira correta.

Os cuidados sanitários devem ser levados em conta para assegurar que a água localizada no lençol freático manterá seus padrões de qualidade. Porém, o custo para implantação é elevado para famílias de poder aquisitivo baixo, se tornando inviável a adoção de algumas recomendações.

Com isso, é possível é comum encontrar poços em situações precárias, mal construídos, com ausência de revestimento externo, tampas improvisadas, etc. Nessas condições, os poços acabam se tornando fontes de contaminação, contribuindo para a proliferação de várias doenças. Uma medida emergencial seria a aplicação diária de cloro na água desses postos, mas é algo de difícil aceitação por parte da população.

Por essa razão, pesquisadores da Escola de Veterinária da UFMG desenvolveram cloradores por difusão, com a utilização de embalagens plásticas de um litro, preferentemente de polietileno não reciclado, para a sua confecção. Tal produto é encontrado com mais facilidade em fábricas de embalagens plásticas. Para a composição do dosador de cloro, será necessário misturar 340g de hipoclorito de cálcio (10 a 25%) a 840g de areia lavada, sendo preenchido até próximo ao bocal do recipiente. Após isso, fazem-se dois furos de aproximadamente

6mm de diâmetro a aproximadamente 10 cm do gargalo, ficando pronto para o uso. VIANA (2000)

Segundo os pesquisadores citados acima, para um nível adequado de cloro livre num período de 30 dias, serão necessárias quatro medidas de hipoclorito de sódio e quatro medidas de areia fina lavada, que após uma boa homogeneização devem ser inseridos no dosador por difusão. Neste caso, no momento que houver bombeamento da água do poço, haverá o contato com o cloro através dos orifícios, visto que um dosador desses poderá ser utilizado para clorar até 2000 litros de água. Para a determinação do volume de água existente no poço existem duas formas: lançamento de um peso amarrado a uma das extremidades de um barbante, sendo posteriormente lançado dentro do poço, mantendo o barbante sempre esticado até atingir o fundo, depois basta puxar a corda e medir a extensão que estiver molhada. Outro meio para cálculo do volume baseia-se na seguinte fórmula:

$$\text{Volume} = 0,875 * (\text{Diâmetro do poço})^2 * \text{Altura da água dentro do poço}$$

Onde:

Volume= m<sup>3</sup>

Diâmetro= m

Altura= m

#### 2.8.5.2 Tratamento de águas superficiais

Para o tratamento de águas superficiais, deve-se tomar uma série de precauções, pois são mais suscetíveis a contaminação externas. Uma das primeiras observações a serem feitas é verificar se a fonte possui proteção adequada através de matas protetoras da nascente, que contribuem significativamente na infiltração das águas das chuvas, promovendo a redução do escoamento superficial. As águas superficiais representadas por rios e córregos apresentam qualidade inferior se comparadas com as nascentes localizadas dentro de propriedades, pois se estendem por grandes distâncias, acumulando formas de contaminação. Para a utilização deste meio de captação, deve-se verificar a existência ou não de problemas erosivos e acesso de animais de médio e grande porte, visto que a implantação de cercas de arame ou o uso de telas como barreira auxilia na

manutenção da qualidade do sistema. Entre a condução da água até o local do tratamento devem ser construídas caixas de passagem de 50 em 50m para possíveis manutenções, sendo que o uso de tubulações enterradas é o mais adequado pelo fato de trazer vida útil para a canalização e permitir o trânsito normal de pessoas e animais e até veículos sobre as mesmas. VIANA (2000)

Para o tratamento simplificado de água em propriedades rurais e em comunidades, a construção de sistemas onde exista declive natural do terreno é recomendada por favorecer a implantação de adução por gravidade. Sendo apresentado a seguir, o modelo de tratamento segundo Viana (2000):

- Caixa de captação: Construída com a finalidade de desviar a água necessária para o sistema, sendo constituída de alvenaria com revestimento de argamassa de cimento e areia e tratamento de impermeabilização. No ponto de captação a água deverá sofrer represamento para facilitar a sua captação. O direcionamento dos excessos deve ser feito por meio de um dispositivo de saída, necessário principalmente para dias de chuvas e nos momentos de limpeza ou de manutenção dos componentes do sistema;

- Caixa de areia: tem o objetivo de remover parte da matéria em suspensão, devendo haver uma ou duas subdivisões na parte interna para diminuir a velocidade da água e facilitar a deposição de materiais no fundo da caixa. Pode ser construída de alvenaria e ser composta por tubulações de PVC rígido de 50mm de diâmetro, sendo que uma caixa com 1,20m de diâmetro e 50cm de altura é suficiente para atender um sistema de filtração de 6000 litros de água por dia. No fundo da caixa deverá existir uma saída para a drenagem, permitindo a lavagem interna e a retirada das partículas que fiquem retidas. Já na tubulação de entrada da caixa, necessita-se de uma válvula de gaveta que em dias normais de operação deve ser mantida aberta, utilizada apenas em casos de limpeza, exercendo papel importante na eliminação de impurezas juntamente com a água utilizada na lavagem, para fora do sistema. Por fim, recomenda-se a instalação de um “ladrão” na parte superior da caixa com o intuito de eliminar os excessos de água, devendo ser feito com tubulação rígida de PVC, de menor diâmetro (3/4 polegada ou uma polegada);

- Pré-filtro: utilizado para na remoção de parte da matéria orgânica em composição, é constituído de uma estrutura cilíndrica de alvenaria ou manilha de concreto, com a adição de uma camada de brita um em seu interior, aumentando a clarificação preliminar da água. Para atender perfeitamente um sistema de

tratamento com capacidade para 4000 a 11000 litros por dia necessita-se das seguintes dimensões: diâmetro interno de 90cm, altura interna de 1m, camada de brita de 70cm e lâmina de água acima da brita de 30cm. Necessita neste caso também, uma tubulação de descarga no fundo do filtro para os casos de limpeza e outra na parte superior, de preferência em PVC rígido, para servir de expurgo da água excedente. Após um período de três a cinco meses deve ser efetuada a limpeza do pré-filtro, dependendo da quantidade de impurezas retidas, lavando-se toda a parte interna do pré-filtro, bem como a brita utilizada;

- Filtro lento: tem a finalidade de reter a matéria orgânica finamente dividida e reduzir ou até mesmo eliminar a passagem de microrganismos, possibilitando a clarificação da água, que neste caso com a adição de cloro em pequenas dosagens (0,2 – 0,4 mg/L), tornará a água potável. A construção do filtro lento é simples, visto que para um sistema com capacidade de 4000 litros a 11000 litros por dia, o filtro lento de areia deve possuir as seguintes dimensões: altura interna mínima de dois metros e diâmetro interno de 90cm. O revestimento interno deve ser feito com uma nata de cimento, devendo ser colocadas debaixo para cima as seguintes camadas de filtração:

- 1) Brita número 1 – camada de 10cm;
- 2) Brita zero ou cascalho rolado – camada de 30cm;
- 3) Areia limpa: camada de 60 a 100cm;
- 4) Coluna d'água: 100 a 150cm.

- Cloração: um dos métodos de fácil aplicação é a utilização de cloradores de pastilhas. Segundo Brasil (2006b) este método foi desenvolvido a partir de um convênio entre a COPASA e a Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, com o intuito de melhorar a qualidade da água fornecida a várias escolas da região metropolitana de Belo Horizonte. O projeto tinha o objetivo de construir dispositivos de desinfecção com custo baixo de implantação, simplicidade operacional e eficiência. O clorador é composto de orifícios para a entrada e saída de água, com diâmetros de 12,7mm e tubo externo com capa rosqueável. Para o tratamento utiliza-se hipoclorito de cálcio, visto que para a análise de cloro residual o método adotado é o fenômeno de progressiva abrasão das pastilhas. A duração média das pastilhas deve ser feita por intermédio de controle do cloro residual. O clorador pode ser instalado em um trecho paralelo a adutora, apresentando as seguintes vantagens:

- Permite a regularização da velocidade de entrada no dispositivo sem prejuízo água aduzida;
- Permite a utilização de dois registros, instalados a montante e a jusante do dispositivo, facilitando a reposição das pastilhas, pois neste caso a interrupção do fluxo de água deve ser realizada.

### **2.8.5.3 Tratamento de água proveniente de poços artesianos**

A água proveniente de poços artesianos na sua grande maioria é de boa qualidade, dispensando a clarificação. Para o tratamento neste caso, umas das formas atribuídas por Viana (2000), é a utilização do processo de desinfecção com cloro por gotejamento. Este método é uma excelente opção, pois a cloração é realizada somente quando existir bombeamento de água, dispensando operações manuais dos sistemas. Pode ser constituído de caixa armazenadora (barril d'água ou bombona) e caixa dosadora (caixa de descarga de PVC – 10 litros) que dispõe de boia plástica, permitindo manter o nível da solução de hipoclorito de sódio em seu interior. Entre a caixa dosadora e a caixa de aplicação de cloro coloca-se um registro, de preferência de PVC, para o ajuste do gotejamento. Na terceira caixa, que na qual recebe a ser tratada, instala-se outra boia de plástico, devidamente preparada. Vianna (2000) complementa da seguinte forma:

A boia neste último caso deve ter o seu orifício normal de saída de água vedado, com uma rolha de borracha devidamente ajustada a essa saída e do lado oposto a esse orifício, fazendo-se um furo pequena largura, para que a solução de hipoclorito de sódio possa ser aplicada na água em forma de gotas. O sistema deve ser calibrado para a obtenção do nível de cloro aceitável, sendo este feito por meio de tentativas. Ajustando-se a válvula borboleta, consegue-se maior ou menor número de gotas da solução de cloro, até alcançar o valor desejado.

Segundo Viana (2000) no caso de poços semiartesianos, onde a captação é feita abaixo da superfície do solo, o índice de impurezas é relativamente baixo, eliminando os processos de clarificação. Como nestes casos o volume de água a ser tratado é relativamente baixo, destinados a abastecer poucas economias, a cloração pode ser feita diretamente no reservatório, com a adição direta de cloro ou por meio de clorador por difusão.

### 2.8.6 Dimensionamento de redes de distribuição

Pelo fato da maioria das redes distribuídas no interior serem ramificadas, segue abaixo o roteiro de cálculo adotado pela Funasa (2007):

Determinação das vazões em cada trecho:

- Determina-se a vazão total da rede:  $Q_{max}$ ;
- Mede-se o comprimento total da rede:  $L$ ;

Determina-se a taxa de consumo linear:

$$q_m = \frac{Q_{max}}{L}$$

Partindo das extremidades secas das redes, onde as vazões na sessão são nulas, de jusante para montante, determina-se para cada trecho, conforme Tsutiya (2005):

-Vazão de jusante, que neste caso será 0;

-Vazão de demanda de cada trecho:  $q_m * l$  (comprimento do trecho)

-Vazão de montante: vazão de jusante + demanda do trecho (a vazão de montante de um trecho será conseqüentemente será a de jusante do trecho seguinte);

- Para a vazão de dimensionamento de cada trecho deve-se admitir uma “vazão fictícia”, constante no decorrer do trecho e igual a:

$$Q_1 = \frac{Q_m + Q_j}{2}$$

Onde:

$Q_1$ = vazão do trecho;

$Q_m$ = vazão de montante;

$Q_j$ = vazão de jusante.

Para o dimensionamento dos trechos, Tsutiya (2005) estabelece os seguintes procedimentos:

- Determinação dos limites de velocidade para cada diâmetro;
- Adotam-se limites de pressão para o funcionamento da rede de distribuição;

- Admitem-se os diâmetros em cada trecho, bem como a determinação das pressões disponíveis;

Tabela 03 - Dimensionamento da Tubulação

<b>D</b>	<b>V. máx.</b>	<b>Q. máx.</b>
<b>(mm)</b>	<b>(m/s)</b>	<b>(l/s)</b>
20	0,40	0,11
25	0,45	0,22
40	0,55	0,62
50	0,60	1,2
60	0,70	2
75	0,70	3,1
100	0,75	5,9
125	0,80	9,8
150	0,80	14,1
175	0,90	21,7
200	0,90	28,3

Fonte: FUNASA (2007), p. 117

Onde:

D= Diâmetro interno da tubulação;

V= Velocidade;

Q= Vazão.

Obtidos os valores para a vazão fictícia, o diâmetro e o material da tubulação, a perda de carga no trecho poderá ser determinada pelas tabelas de carga em canalizações através da fórmula Universal da perda de carga, ou ainda, Hazen Willians. FUNASA, (2007)

#### **2.8.6.1 Levantamento de pontos georreferenciados através do uso de um GPS portátil**

Para o monitoramento da água disponibilizada por meio de sistemas e soluções de abastecimento de água são realizadas análises periódicas para a determinação da potabilidade da água distribuídas para a população, sendo necessário o preenchimento do formulário de dados extraídos a campo. Dentre os *campus* a serem preenchidos, um deles refere-se às coordenadas geográficas dos pontos onde são efetuadas ambas as coletas. Além disso, para o cadastramento de novos sistemas no programa SISÁGUA é necessário informar o posicionamento do

ponto de captação, sendo que na existência de uma ou mais formas de captação, adota-se a referência onde exista maior volume de água.

Com a finalidade de sanar as dúvidas quanto às abordagens práticas deste meio de mapeamento e para auxiliar no lançamento dos dados de forma adequada no programa, serão disponibilizadas algumas informações referentes aos procedimentos a campo, visto que após as coletas realizadas e a análise laboratorial, ambos os formulários devem ser alimentados no programa SISAGUA.

Para Monico (2000), o GPS ou NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Time And Ranging) é um sistema de radionavegação criado e implantado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América – DoD (Department of Defense), com o objetivo principal meio de navegação das forças armadas americanas. Desenvolvido para ser um meio de abrangência global, este sistema facilitou o desenvolvimento de atividades que necessitam posicionamento, colocando em prática atividades que antes pareciam impraticáveis, tendo com exemplo as atividades agrícolas de precisão graças à integração de várias geotecnologias.

Um dos pontos importantes destacados por Monico (2000), que servirá de informação para o levantamento dos locais de coleta ou cadastramento de mananciais, é que para a disposição de dados mais precisos, necessita-se de no mínimo 4 satélites rastreados, sendo que o GPS pode ser usado sob qualquer condição climática. No GPS há dois tipos de serviços, os quais são conhecidos como SPS (Standard Positioning Service – Serviço de Posicionamento Padrão) e PPS (Precise Positioning Service – Serviço de Posicionamento Preciso), no primeiro caso o serviço de posicionamento é disponível a todos os usuários do mundo de forma gratuita, com nível de confiança de 95%. Já para o caso do PPS, os resultados são mais satisfatórios, mas é restrito ao uso militar e a usuários autorizados, sendo que na realidade o DoD nunca interessou-se pelo melhoramento dos níveis de acurácia no caso do SPS, pois o fato de ser um sistema global, poderia colocar em risco os aspectos de segurança.

Segundo Rocha (2002), o GPS pode ser sintetizado no seguinte modelo:

- Entrada: sinal do satélite emitido com informações básicas para o cálculo do posicionamento;
- Processamento: onde o cálculo da posição é realizado pelos receptores e cálculo processado pelo segmento de controle dos parâmetros orbitais dos satélites;



- Saídas: que determina a posição exata de uma entidade na superfície terrestre.

Em relação aos pontos extraídos pelo GPS, Araújo e Carvalho (2008) afirmam que “as coordenadas geográficas localizam, de forma direta, qualquer ponto sobre a superfície terrestre, sendo necessário apenas indicar o hemisfério: N (norte) ou S (sul); E (leste) ou W (oeste)”.

Exemplo: longitude = 95°25'13"W e latitude = 39°33'13"N.

Quanto à apresentação dessas coordenadas geográficas, Araújo e Carvalho (2008) determinam duas formas, sendo em graus, minutos e segundos ou em graus decimais. Para a conversão dos pontos extraídos a campo em decimais, necessária para a alimentação de dados no SISAGUA, a transformação das coordenadas é realizada da seguinte forma:

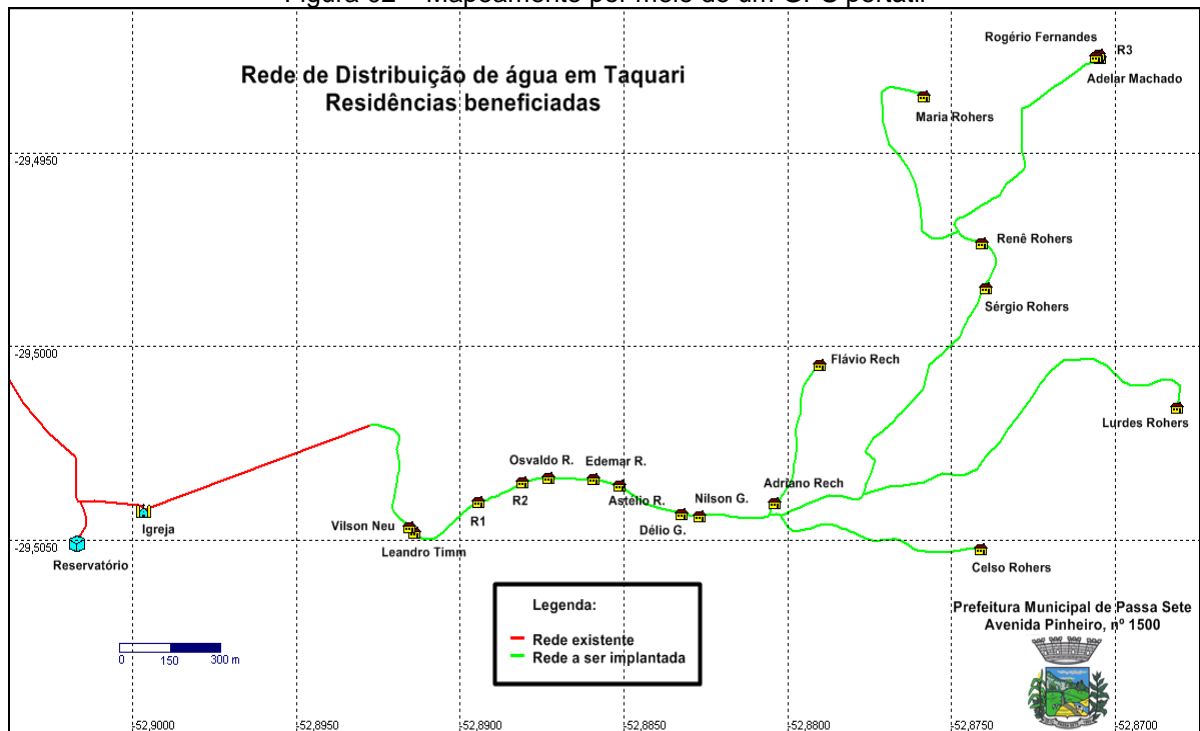
$$\text{graus} + \frac{\text{minutos}}{60} + \frac{\text{segundos}}{3600}$$

Exemplo:

Long. = 35°45'38" e Lat. 10°18'33"

Em decimais: -35,7605555W e -10,30916666667S

Figura 02 – Mapeamento por meio de um GPS portátil



Fonte: Vigilância Sanitária do município de Passa Sete/RS, 2012

Figura 03 – Cadastramento de informações sobre as coletas de água

**SVS** Secretaria de Vigilância em Saúde

**SISAGUA** Sistema de Informação de Vigilância da Água para Consumo Humano

**+ DATASUS**

**Vigilância - Monitoramento do Sistema de Abastecimento de Água - SAA** Data de Cadastro no SISAGUA: 26/06/2012

Data do Preenchimento: \_\_\_\_\_

**PARTE I - Identificação do Sistema de Abastecimento de Água - SAA**

UF: RS Município Abastecido: PASSA SETE Cód. Município: 431406

Nome da SAA: CORSAN - PASSA SETE/PAS-04/PRINCIPAL Mês/Ano: /2012

**[--] PARTE II - Informações de Campo sobre Amostra de Água (Secretaria Municipal de Saúde)**

Data da Coleta de Água: \_\_\_\_\_

Ponto de Coleta: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Coordenadas geográficas do ponto de coleta de água:

Longitude (em decimais) \_\_\_\_\_ Latitude (em decimais) \_\_\_\_\_

Número da Amostra de Água: \_\_\_\_\_

Cloro Residual Livre(mg/L CI): \_\_\_\_\_ (ex:999,999) ☐ Não realizada ☐ Sem informação

Outras formas de Desinfecção: ☐ Ozônio ☐ Ultravioleta ☐ Outros, Especificar: \_\_\_\_\_

Responsável pela Coleta: \_\_\_\_\_

Fonte: Portal do SISAGUA, 2012

### 3 METODOLOGIA

Os métodos abordados no trabalho de curso foram elaborados a partir de uma revisão bibliográfica sobre os conceitos em estudo e um levantamento de dados em um sistema de abastecimento de água no município de Passa Sete/RS, para analisar as características predominantes do sistema, sendo realizadas para isso, inspeções sanitárias com a participação de moradores da localidade, profissionais da 8ª Coordenadoria Regional de Saúde, responsáveis pelo tratamento e membros da Prefeitura Municipal de Passa Sete. Foi elaborado com base nas visitas a campo: registro fotográfico de todo o sistema (manancial, reservatórios, etc); elaboração de um relatório de inspeção com o apontamento dos problemas encontrados e as características do sistema, bem como, as sugestões a serem implantadas; determinação da qualidade da água em pontos de consumo através de um clorímetro digital; visita ao laboratório da empresa responsável pelo tratamento para verificar se atendem os procedimentos determinados pela portaria vigente no que diz respeito aos equipamentos para verificação da potabilidade da água e a emissão de relatórios de controle da qualidade da água fornecida.

A determinação do consumo de água da população em estudo foi realizada através de leituras mensais a todos os hidrômetros do sistema no período de um ano, através de visitas a todas as economias com o auxílio de um membro da diretoria do Sistema de Granja do Silêncio, o Sr. Celso Gervasoni. Esta diretoria existe para exercer atividades como cobranças pelo consumo de água, reposição de materiais, entre outros serviços.

Para o levantamento e demarcação de todos os pontos e estradas da rede, foi utilizado um GPS portátil (GarminEtrexLegendCx), sendo que para a elaboração dos mapas foi necessário à utilização dos Softwares TrackMaker Mapas, GPS Garmin e o Google Earth PRO.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 Inspeção Sanitária no SAA de Granja do Silêncio**

Foi realizada uma inspeção de avaliação em um sistema de abastecimento de água, visando à identificação de eventuais problemas relacionados à sua qualidade, prevenindo assim, agravos sanitários de veiculação hídrica, conforme estabelece a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Esta Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, servindo também, de base para o levantamento preliminar das características do sistema para o presente trabalho de curso.

A referida inspeção foi realizada no mês de novembro de 2011, na localidade de Granja do Silêncio, acompanhada pelos representantes da Vigilância Sanitária/Ambiental da 8ª Coordenadoria Regional da Saúde, sediada no município de Cachoeira do Sul, pelo responsável municipal do Programa VIGIAGUA de Passa Sete/RS e ainda por um representante da empresa que efetua o tratamento e monitoramento do sistema. Foram inspecionados o poço artesiano principal e um de seus reservatórios.

#### **4.1.1 Identificação**

Município: Passa Sete/RS;

Regional de Saúde: 8ª CRS – Cachoeira do Sul;

Unidade da Federação: RS;

Nome do Sistema no SISAGUA: Poço Artesiano de Granja do Silêncio – Laerson Ferraz;

Instituição Responsável: SHO Ambiental LTDA – Consultoria Ambiental e projetos;

Endereço: Rua Paulino Bridi, nº 130, Sala 02, Centro, Fone (51) 37421106;

E-mail: shoambiental@gmail.com;

Data da inspeção: 01 de novembro de 2011;

Localidades abastecidas: Granja do Silêncio, Linha Quinca, Linha dos Vinhedos, ERS 400 e Rincão do Segredo;

Responsável Técnico: Químico Vanderlei Luiz Pasa;

Vazão: 8m³/h;

População abastecida: Aprox. 375 habitantes;

Consumo per capita: Varia de acordo com a época do ano.

#### **4.1.2 Condições gerais do SAA**

De maneira geral, a estrutura encontra-se em situação regular, melhorias estão sendo providenciadas, havendo a necessidade de reparos tais como: Eliminação da vegetação próxima ao ponto de captação; portão de acesso, que neste caso, evitaria o acesso de animais e pessoas não autorizadas; cercamento inadequado devido à proximidade do poço profundo, dificultando a manutenção dos equipamentos de recalque; e ainda, delimitação e proteção à caixa de medição de energia, visto que todos tem acesso às instalações elétricas do sistema. Em relação aos mecanismos hidráulicos, ambos estão em condições de uso e com boa funcionalidade, inclusive com proteção aos fios elétricos da bomba de recalque, através de tubos em PVC.

Outros aspectos positivos são que próximo ao ponto de captação existe um córrego de água com proteção de vegetação nativa e a inexistência de culturas agrícolas e demais fontes poluidoras, o que elimina teoricamente a possibilidade de contaminação do ponto de captação.

Figura 04 - Poço Artesiano de Granja do Silêncio



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 05 - Estado de conservação das instalações elétricas



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 06 - Córrego próximo ao ponto de captação



Fonte: Registro fotográfico do autor

#### **4.1.3 Manancial e Rede de distribuição**

A captação é através de poço profundo com bomba submersa, situado na localidade de Granja do Silêncio e caracterizado como um sistema onde praticamente não há intermitência no fornecimento, pois além de ter uma adequada rede de distribuição, está em uma região de grandes afluentes, tais como a nascente do Arroio Botucaraí e do Arroio Carijinho. Visto que o consumo por família chega a 92,88 m<sup>3</sup>/mês (valor calculado no item 4.2) e o fato de haver grande capacidade de



percolação de água, o ponto de captação abastece os municípios de Passa Sete/RS e Sobradinho/RS.

Conforme informações coletadas, o poço possui uma vazão de aproximadamente 8m<sup>3</sup>/h, um valor bastante considerável se comparado ao sistema Principal do município monitorado pela Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN) que para uma população de 789 habitantes, possui uma vazão de 15m<sup>3</sup>/h.

O sistema de distribuição de água para a comunidade foi implantado no ano de 1999, portanto há 13 anos. A tubulação tronco possui 50mm, variando em alguns trechos para 40mm, sendo que as ramificações que ligam essa rede aos pontos de consumo são de 25mm. O sistema conta ainda com redutores de pressão durante o seu percurso, pois sofre com grandes declives, o que consequentemente fez com que uma parte do sistema adotasse reservatório secundário para diminuição desse problema.

Por ser uma rede com um grande número de tomadores e consequentemente várias ligações hidráulicas, o sistema de Granja do Silêncio vem sofrendo alterações durante os últimos anos, havendo a necessidade de um mapeamento detalhado de toda a rede para possíveis reparos com o passar do tempo. Para isso, um dos membros da diretoria da comunidade elaborou um mapa provisório onde constam algumas residências abastecidas, sendo destacado nele o percurso por onde passam parte da tubulação e a quantidade de residências, demonstrando assim, comprometimento, dedicação e preocupação com a população que utiliza o sistema. Vale ressaltar que o mapa não está atualizado, pois novas famílias estão utilizando este sistema.

O interesse pelo mapeamento e determinação de todos os pontos importantes do sistema por parte da comunidade, foi uma das premissas para a elaboração de parte do presente trabalho de curso.

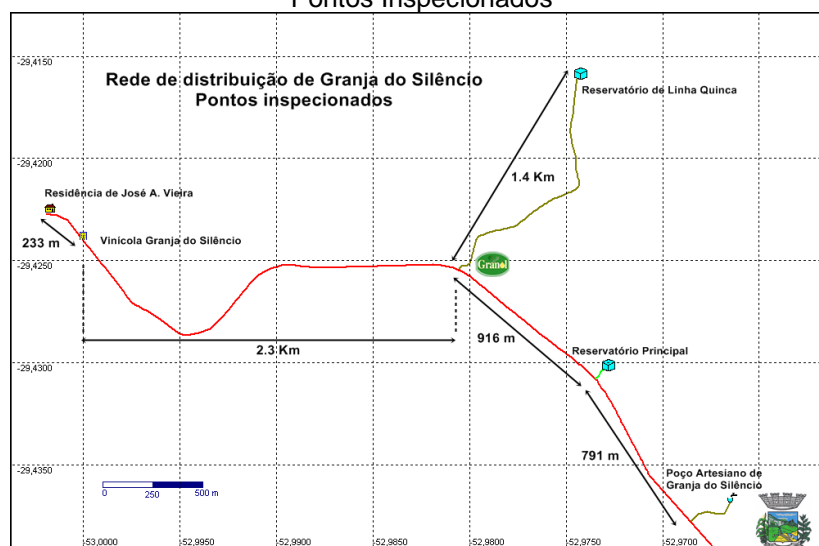
Figura 07 – Mapa esquemático do SAA elaborado pelo Sr. José A. Vieira



Fonte: Registro fotográfico do autor

Com o auxílio de um GPS de navegação, foi elaborado um mapeamento abordando os locais visitados durante duas inspeções, sendo uma no dia 01 de novembro de 2011 e outra no dia 14 de fevereiro de 2012, sendo que a segunda inspeção foi realizada com o intuito de verificar se a comunidade readaptou suas estruturas através das recomendações solicitadas pelos profissionais da saúde no primeiro encontro. Durante as inspeções o aparelho sofreu alterações de sinal, oscilando a precisão, que ficou entre 5m e 7m.

Figura 08 - Mapa georreferenciado  
Software TrackMaker/ GPS Garmin  
Pontos Inspeccionados



Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 09 - Mapa georreferenciado  
Software TrackMaker/ GPS Garmin  
Localização e altitude dos pontos inspecionados

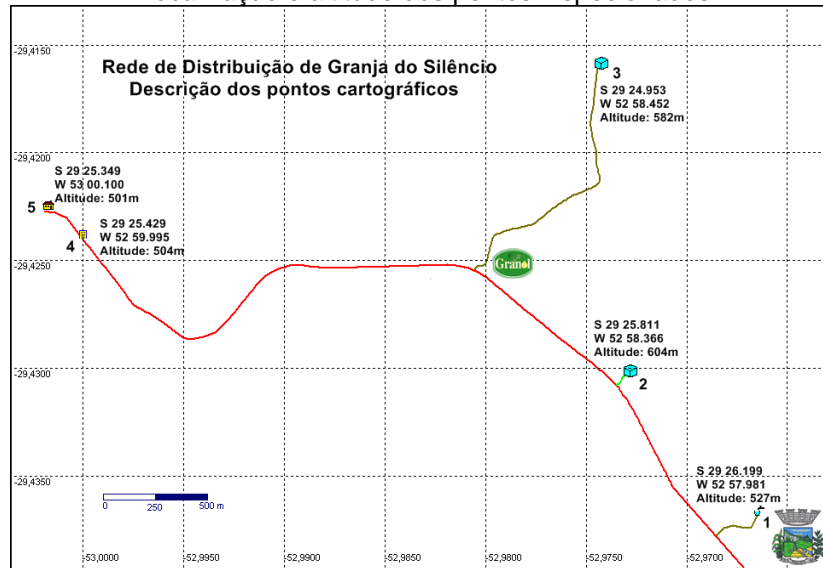
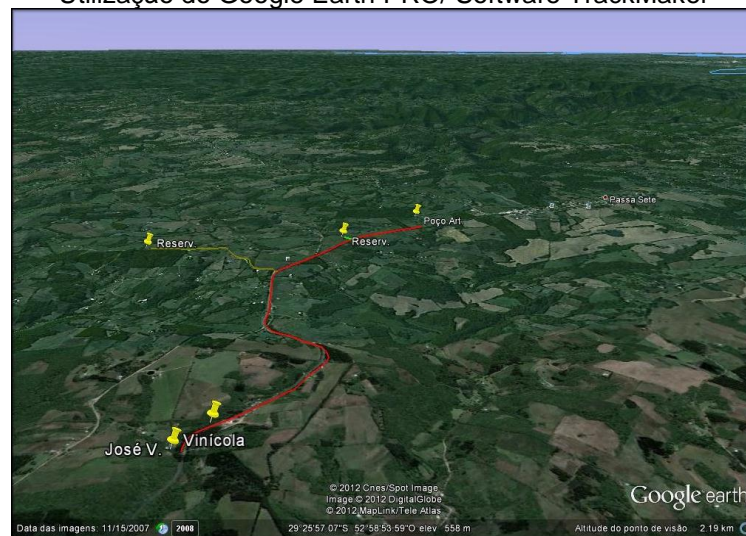


Figura 10 - Ilustração dos pontos destacados na figura 09



Figura 11 - Mapeamento dos locais inspecionados  
Utilização do Google Earth PRO/ Software TrackMaker



#### 4.1.4 Tratamento

Quanto ao tratamento, a Empresa SHO Ambiental efetua o monitoramento no reservatório principal, regularizando de 15 em 15 dias a dosagem de cloro, para o ideal controle de desinfecção. Quanto aos produtos químicos encontrados na área de tratamento na Inspeção do dia 01 de novembro, ambos estavam fora do prazo de validade, sendo assim, foram removidos do local, porque além de uso inadequado eram dosados por pessoas desabilitadas para tal procedimento.

Foram realizadas duas análises neste mesmo dia para a verificação dos teores de cloro, sendo encontrado 1.32 mg/l em uma vinícola distante aproximadamente 3.2Km do reservatório, e outra feita em uma residência distante 3.4Km, sendo para este um teor de 0.17mg/l, enquadrando-se apenas no primeiro caso, nos padrões da Portaria 2914/2011, que atribui um valor mínimo de 0.20 mg/l e máximo de 2,0mg/l.

Conforme figura abaixo, com a aplicação do reagente *Chlorine Free* misturado com a água coletada, o tubito obteve coloração rosa escura, o que indica ser uma amostra com grande concentração de cloro residual. Para os procedimentos de análise, o tubito contendo apenas água, serve para calibração do clorímetro digital, com posterior análise do tubito contendo o reagente. Para obter resultados mais precisos é importante repetir várias vezes esse processo, com a adoção da média dos dados obtidos.

Figura 12- Resultado da amostragem da Vinícola Granja do Silêncio



Fonte: Registro fotográfico do autor

Vale ressaltar que sempre que possível, deve-se efetuar análises periódicas logo após a saída de tratamento para constatar se a dosagem é suficiente para atender toda a comunidade, e ainda, realizá-las em pontos de consumo localizados nas extremidades da rede, verificando se o tratamento contempla todas as economias.

Com relação às instalações físicas do dosador, seu estado é precário devido à ação dos produtos químicos utilizados no tratamento, que acabaram corroendo parte da estrutura. Um dos aspectos positivos é o fato de possuir proteção ao dosador, podendo ser usado apenas pelos responsáveis pelo sistema e a empresa responsável pelo tratamento, evitando assim qualquer ação de vandalismo.

Figura 13 - Instalações da estação de dosagem



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 14 - Produtos inadequados encontrados no local



Fonte: Registro fotográfico do autor

#### 4.1.5 Laboratório

Para a realização de ensaios de potabilidade e demais procedimentos necessários para um ideal controle da água, a empresa responsável possui um laboratório com equipamentos adequados para tais procedimentos. São realizadas as análises de cor, cloro, turbidez, PH e bacteriológica. Além disso, a Empresa SHO Ambiental possui banco de dados sobre a operação do serviço, tais como: controle laboratorial e controle de consumo de produtos químicos, sendo também, cumpridas as exigências de informação ao público, através de parâmetros e padrões de qualidade.

Figura 15 - Laboratório da SHO Ambiental



Fonte: Rodrigo Batista da Silva/SHO Ambiental

Figura 16 - Escritório da Empresa



Fonte: Rodrigo Batista da Silva/SHO Ambiental




Figura 17 - Laudo de acompanhamento dos padrões de qualidade da água

<b>SHO ambiental Ltda.</b> MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS SAC Município de Passa Sete - Dados referente a março/2012										
								COLIFORMES		
Comunidade	TURBIDEZ		CLORO		PH		COR		Número de amostras realizadas / Número de amostras com presença de coliformes totais em 100 ml	Número de amostras realizadas / Número de amostras com presença de Escherichia coli ou coliformes termotolerante em 100 ml
	Máxima	Média	Mínimo	Média	Máxima	Média	Máxima	Média		
<b>CABECEIRA DO PASSA SETE</b>	1,33	1,26	0,2	0,29	6,9	6,8	10	10		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>SERRA VELHA</b>	0	0	0,2	0,31	7	6,92	0	0		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>ESCOLA CARMEN L. TRINDADE</b>	2,78	2,66	0,2	0,25	6,61	6,52	10	10		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>MURTA</b>	0	0	0,25	0,34	7,05	6,91	0	0		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>CAMPO DE SOBRADINHO</b>	0	0	0,2	0,22	7,62	7,44	5	5		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>SANTO ANTONIO</b>	0,9	0,71	0,23	0,3	6,85	6,7	0	0		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>PITINGAL</b>	0	0	0,2	0,25	6,99	6,93	0	0		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>BOTUCARAÍ</b>	4,6	4,44	0,22	0,24	6,59	6,47	10	10		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>TAQUARI</b>	0,19	0,11	0,21	0,28	7,66	7,59	0	0		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>GRANJA DO SILÊNCIO</b>	0	0	0,2	0,27	7,77	7,61	0	0		
Número de amostras realizadas	4		4		4		4		1/0	1/0
Número de amostras fora do padrão	0		0		0		0			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo	X		X		X		X		X	X
<b>LINHA HEIMERDINGER</b>	X	X	X	X	X	X	X	X		
Número de amostras realizadas	X		X		X		X			
Número de amostras fora do padrão	X		X		X		X			
Local da Coleta: 1) Saída de Tratamento										
2) Ponto de consumo										

Número de Reclamações:	0
Número de Reparos:	0
Intermitência no serviço de água:	Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>
Sistema, localidade e nº de residências afetadas:	

  
 Vanderlei Luiz Pass  
 Químico  
 CRQ-V 05200562

Com base nos padrões de potabilidade, a localidade de Granja do Silêncio está dentro dos limites aceitáveis, bem como os demais sistemas tratados pela empresa, visto que os padrões estabelecidos pela Portaria 2914/2011 são:

- Cloro Residual: 0,2 – 2,0mg/l;
- PH: 6,0 – 9,5 (Valor para coletas na rede de distribuição);
- Turbidez – máximo de 5uT (Unidade de Turbidez);
- Cor: Valor Máximo permitido de 15uH (Unidade de Harzen mg PtCo/l);
- Coliformes Totais: Ausentes em 100mL (Saída de Tratamento);
- Coliformes Totais: Apenas uma amostra poderá apresentar resultado positivo em amostras examinadas no mês (Sistema de distribuição – Reservatórios e rede);
- Escherichia Coli: Ausentes em 100ml.

#### **4.1.6 Reservação**

Conforme ilustrado nas figuras 08 e 09, o sistema de Granja do Silêncio conta com dois reservatórios, ambos com capacidade satisfatória até o presente momento, limpeza periódica e manutenção regular, sendo que o reservatório principal possui uma capacidade de 20000lt, com extravasor e ponto de coleta de água junto ao reservatório, havendo a possibilidade de verificação de amostras diretamente da saída de tratamento. Já o reservatório secundário possui 3000lt e necessita de implantação dos acessórios mencionados acima. Maiores informações sobre a reservação serão destacadas a seguir, bem como o apontamento das medidas corretas a serem adotadas em cada reservatório e suas respectivas deficiências.

Figura 18 - Reservatório Principal na localidade de Granja do Silêncio



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 19 – Reservatório Secundário de Granja do Silêncio



Fonte: Registro fotográfico do autor

#### 4.1.7 Reavaliação do Sistema

O sistema inspecionado necessita mudanças tanto em relação à área de captação como em relação ao reservatório, sendo que para isso, conforme relatado anteriormente, foi realizada dia 14 de fevereiro de 2012 uma nova inspeção em todo o sistema para a verificação de readaptações solicitadas. Com basenisso, será destacado abaixo, o comparativo entre as duas visitas, que de uma maneira geral obteve resultados bastante satisfatórios, demonstrando que a comunidade está preocupada com a solução dos problemas apontados..



Vale ressaltar que devido ao pouco tempo disponível no dia da primeira Inspeção, foi vistoriado neste segundo momento também, o Reservatório Secundário, sendo este trabalho realizado por um representante da SHO Ambiental e um dos responsáveis pelo VIGIÁGUA de Passa Sete.

#### 4.1.7.1 Captação e Reservatórios

Quanto ao ponto de captação verificou-se que a sua área teve a vegetação parcialmente removida e os postes de sustentação do cercamento provisório trocados, persistindo ainda, a necessidade de proteção adequada a toda essa área, com materiais apropriados e espaçamentos horizontais maiores, problemas que serão informados novamente aos responsáveis pelo sistema.

Figura 20 - Ponto de captação



Fonte: Registro fotográfico do autor



Já o reservatório secundário, que fica distante aproximadamente 2.4Km do reservatório principal, necessita de proteção contra a entrada de pessoas não autorizadas, pois apenas parte de um cercado delimita a área do reservatório, situação que na qual deve ser evitada pelo fato de estar próximo a uma área destinada à criação de gado. O local de implantação é satisfatório, atendendo por gravidade as residências próximas ao local.

A grande mudança no sistema refere-se ao Reservatório Principal, pois durante o período entre as duas inspeções foram realizadas adequações no local para atender as recomendações solicitadas.

Conforme a figura 21, o perímetro da área de reservação foi todo cercado, sendo utilizado para isso, pilares pré-moldados de concreto e telas de arame galvanizado. Houve também, a eliminação da vegetação que anteriormente era um grande problema, pois além de cobrir toda a tubulação do local, obstruía a estação de dosagem. Outro fato que é ilustrado nesta figura é a localização da escada para limpezas periódicas, que no primeiro momento encontrava-se junto ao reservatório e pelo fato de não haver proteção no local, facilitava qualquer ação de vandalismo, sendo que na segunda inspeção, ela encontra-se ao lado do reservatório, protegida e cadeada, evitando o uso por pessoas não autorizadas. Outros pontos onde houve mudanças serão ilustrados nas figuras a seguir.

Figura 21 - Reservatório Principal



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 22 - Implantação de portão de acesso



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 23 - Utilização de arames farpados



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 24 - Placa indicativa



Fonte: Registro fotográfico do autor

Figura 25 - Proteção inferior



Fonte: Registro fotográfico do autor

#### **4.1.7.2 Equipe de Inspeção**

No decorrer da inspeção foi verificado que o sistema de tratamento e de fornecimento da água captada é satisfatório, existindo controle laboratorial e melhorias nas estruturas físicas foram providenciadas para atender a demanda e os padrões legais exigidos pela legislação vigente, sem falar no grande empenho de toda a comunidade para o sucesso do mesmo.

##### **Cláudio Danilo Scherer**

Eng.<sup>o</sup> Civil

8ª Coordenadoria Regional de Saúde de Cachoeira do Sul/RS

##### **Cacilda Aquino Soares**

Núcleo Regional de Vigilância em Saúde - Vigilância Sanitária/Ambiental da CRS

##### **Rodrigo Batista da Silva**

Representante da SHO Ambiental

##### **Johnatan Felipe da Cas**

Agente de Campo/Vigilância Sanitária de Passa Sete/RS

##### **José Alvorino Vieira e Celso Gervasoni**

Representantes da comunidade

#### **4.2 Determinação do consumo mensal de água**

Com o intuito de levantar dados referentes à capacidade do poço em estudo, foram realizadas durante o período de um ano, leituras de todos os hidrômetros da comunidade (125 economias), podendo com isso, determinar pontos importantes como: consumo médio individual de água; mês com o maior consumo e o número máximo de residências que o poço comporta. Vale ressaltar que para esse levantamento foi determinado um valor estimado de moradores por economia, arbitrando o valor de 3 habitantes.

Outro aspecto importante refere-se à capacidade do poço, pois o valor adotado para fins de cálculo é de 5760 m<sup>3</sup>/mês, sendo este o valor de outorga. Para sabermos a vazão atual seria necessário um estudo por profissionais da área para a sua determinação.

Nos mais diversos tipos de sistemas e soluções de abastecimento de água em localidades do meio rural, como fontes drenadas e poços profundos, o controle adequado de água é inexistente, sendo esbanjada e aplicada de diversas formas, como em: Preenchimento de pulverizadores e canteiros de plantas, irrigação, alimentação de rebanhos, etc. Por isso a conscientização de sua importância deve ser realizada, e uma das alternativas é a criação de diretorias para a realização de cobranças conforme o consumo por economia, e ainda a adoção de hidrômetros para esta finalidade, método que foi inserido na comunidade de Granja do Silêncio e obteve resultados satisfatórios.

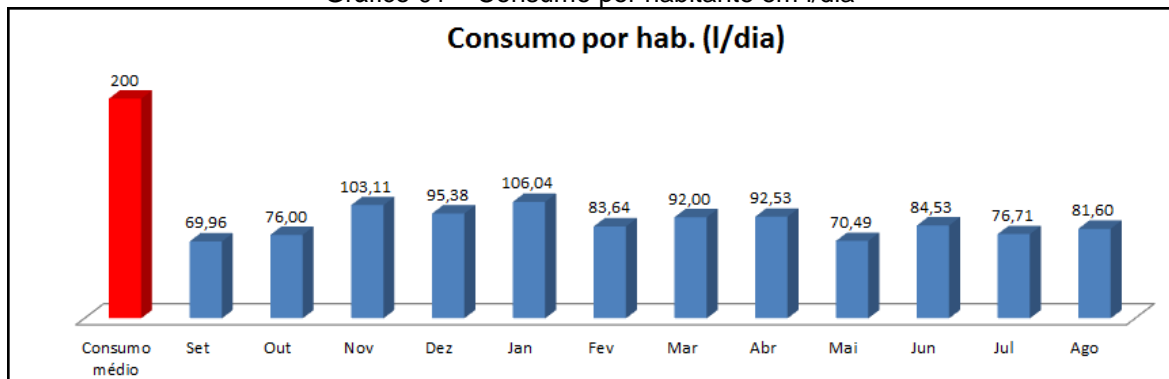
Por esses motivos, um estudo sobre o consumo mensal de toda a comunidade deve ser efetuado logo após o início do sistema, avaliando desta forma, a capacidade do ponto de captação. Em muitos casos são implantadas redes quem em pouco tempo devem ser desativadas por vazão insuficiente ou consumo exagerado por parte de alguns tomadores.

Conforme Berenhauser e Pulici (1983), citado por Matos (2007), através de dados obtidos por meio de pesquisas por profissionais da área, o consumo médio de água é de 200 L/pessoa/dia. Com o passar dos anos, com o intuito de diminuir os erros de medição e aumentar a confiabilidade de valores adotados em projeto, estão sendo desenvolvidos métodos para avaliação e determinação de parâmetros de consumo de água por categoria de consumidor.

“Considerando aspectos físicos dos projetos, estima-se que a quantidade de água necessária para o funcionamento eficiente das instalações hidráulicas domiciliares varie entre 120 e 200 L/pessoa/dia.” Segundo Bacellar (1976), citado por Matos (2007), p. 11.

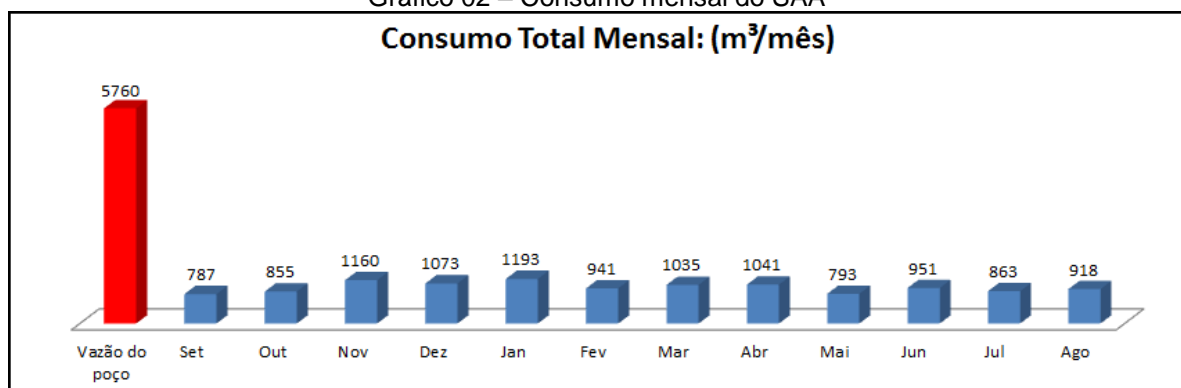
Portanto, a comunidade de Granja do Silêncio atendeu a essa recomendação, pois o mês de maior consumo foi o de janeiro, com **106,04 l/dia por hab.**, totalizando **1193 m³/mês.**

Gráfico 01 – Consumo por habitante em l/dia



Fonte: Elaborado pelo autor

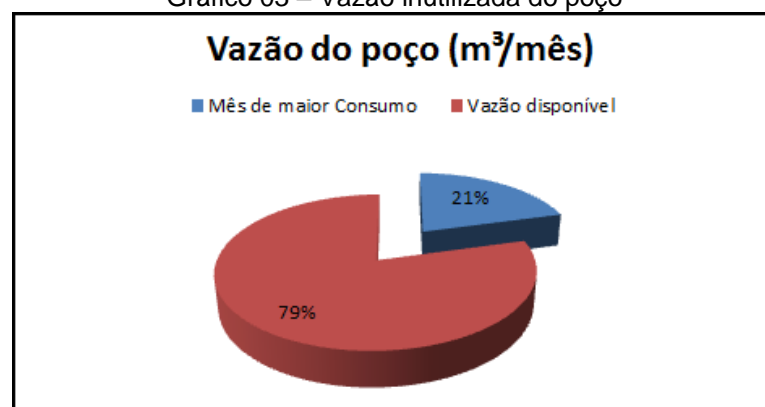
Gráfico 02 – Consumo mensal do SAA



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação à capacidade do poço, pode-se perceber que há a disponibilidade de **4567 m³/mês** de água, sendo que a soma do consumo médio mensal de cada residência dividido pelo número total de economias, resultaria numa média de consumo de **7,74m³/mês**, ou seja, o poço artesiano de Granja do Silêncio atenderia mais **590 residências**, totalizando 715. Esse valor relativamente baixo é devido à conscientização da população e a utilização de outras formas de captação para outros fins que não seja consumo humano.

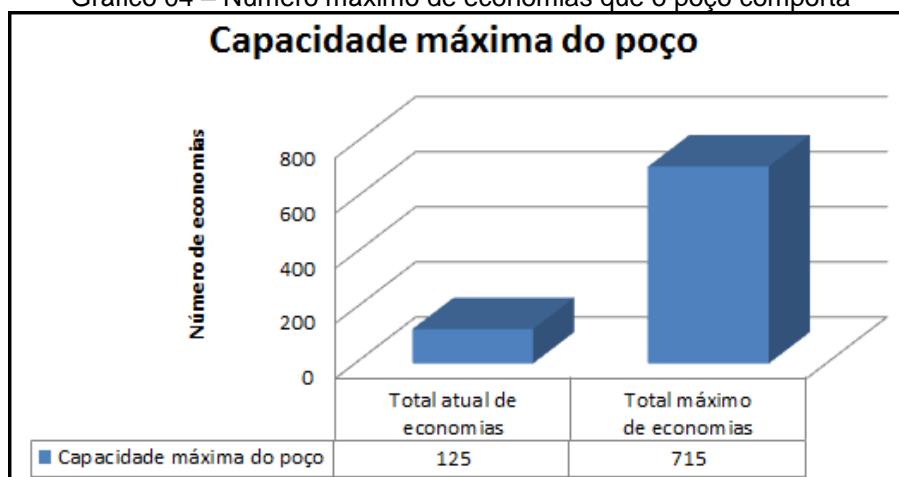
Gráfico 03 – Vazão inutilizada do poço



Fonte: Elaborado pelo autor

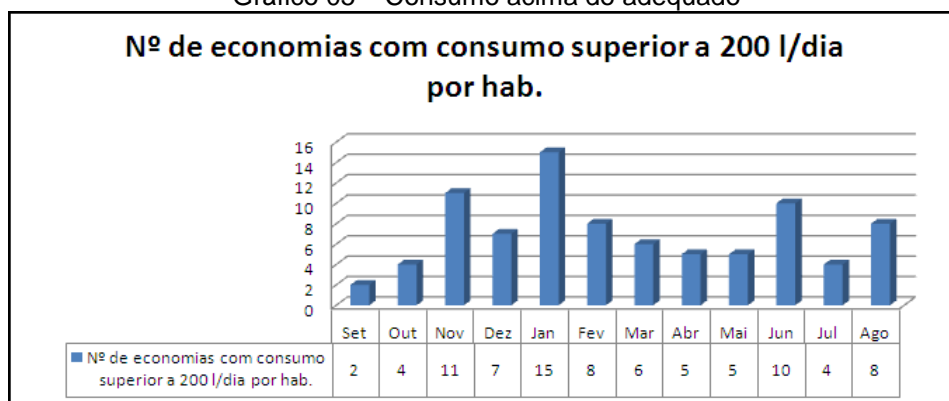


Gráfico 04 – Número máximo de economias que o poço comporta



Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 05 – Consumo acima do adequado



Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.3 Levantamento de pontos georreferenciados

Para o levantamento de todos os pontos do sistema, foi necessária a realização de visitas a campo em condições climáticas adequadas, pois a utilização do mesmo em dias de chuva e em locais cobertos, dificulta a obtenção de dados por satélites, oscilando em vários momentos a sua precisão, que na qual, ficou entre 6 e 12m.

Com isso foram vistoriados e mapeados todos os pontos de consumo e os percursos de todas as comunidades inseridas no sistema, visando auxiliar nos aspectos relacionados a:

- Determinar o posicionamento de cada ponto de coleta de água, para com isso, anexar aos relatórios de campo. Com o mapeamento completo, não será necessário à utilização de GPS toda vez que forem realizadas coletas de amostras para controle;

- Conhecer o posicionamento do ponto de captação para cadastramento de qualquer SAA, SAC ou SAI;
- Disponibilizar mapas atualizados de todo o sistema;
- Elaborar o perfil de altitudes por onde passa todas as vias de acesso aos pontos de consumo, vias de uso comum, bem como o trajeto de todas as tubulações;
- Conhecer a altitude de cada ponto do sistema, para determinar, por exemplo, o local ideal para a instalação do reservatório de água, atendendo por gravidade outros pontos.
- Determinar a distância entre pontos do sistema, bem como delimitar áreas;
- Facilidade de leitura de dados em diversos programas, com possibilidade de interação entre ambos, obtendo imagens reais com auxílio de programas como o Google Earth PRO.

Durante a visita a campo para mapeamento do sistema, houve a dificuldade de demarcar alguns pontos de consumo, por ser em locais de difícil acesso e pelo tempo limitado para o uso do GPS e programas disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Passa Sete/RS. Com isso, alguns pontos foram demarcados a alguns metros da sua real localização, implicando na alteração de algumas posições nos mapas elaborados.

O Sistema em estudo abrange alguns vilarejos como Linha Quinca, Granja do Silêncio, ERS 400, Linha dos Vinhedos e Rincão do Segredo, havendo grandes distâncias entre o reservatório principal até alguns destes locais. Com o auxílio do GPS pode-se realizar um levantamento sobre o perfil de altitudes das vias existentes neste sistema, sendo que com isso fica fácil a visualização de pontos onde futuramente possam ser implantados reservatórios secundários, diminuindo a pressão de toda a rede de distribuição.

Para demonstração desse método através do GPS portátil, será destacado logo abaixo, apenas o perfil de altitudes no percurso da ERS 400, rodovia que na qual fica inserido a poucos metros de distância, o reservatório principal. Com isso, é possível visualizar que local adotado para implantação do Reservatório foi devidamente inserido, pois é o ponto de maior altitude. Este perfil elaborado serve de base para aplicação nos demais vilarejos deste sistema, para a determinação da possível localização de novos reservatórios.



Figura 26 - Mapa georreferenciado  
Software TrackMaker/ GPS Garmin  
Pontos de consumo da ERS 400

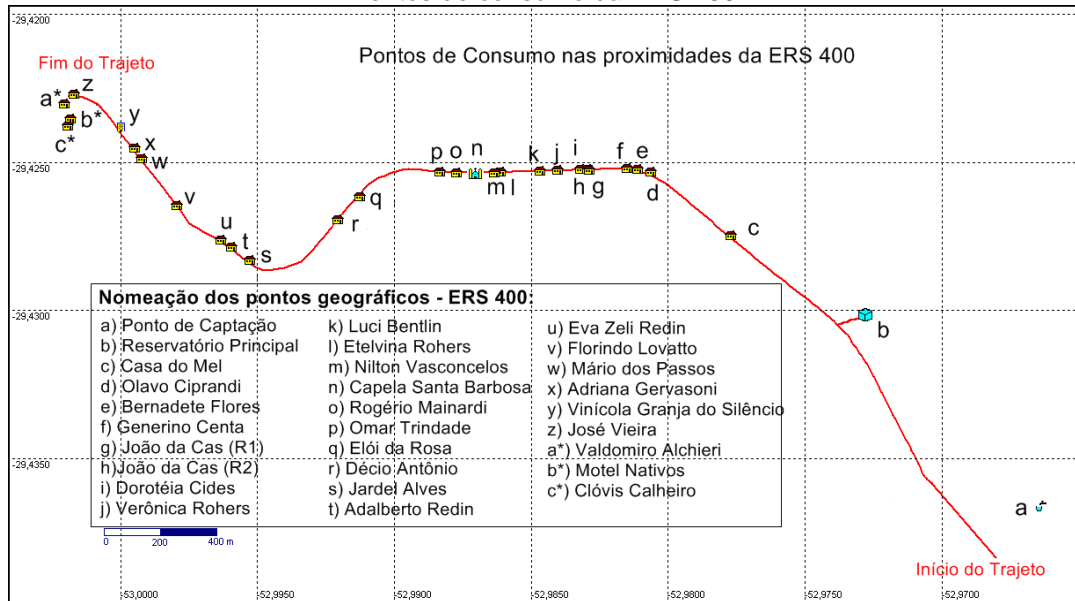
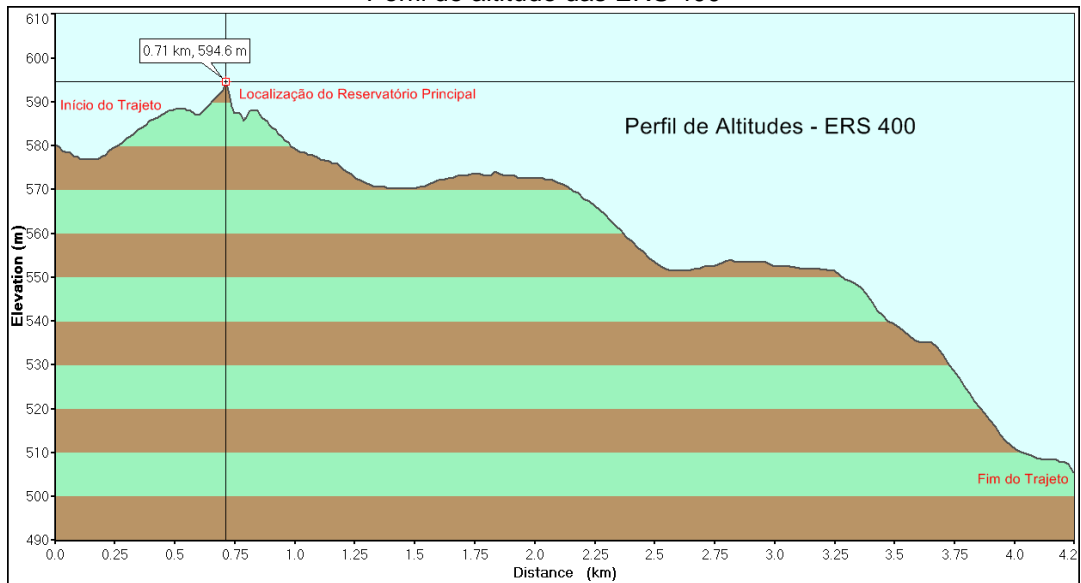


Gráfico 06 - Mapa georreferenciado  
Software GPS Garmin  
Perfil de altitude das ERS 400



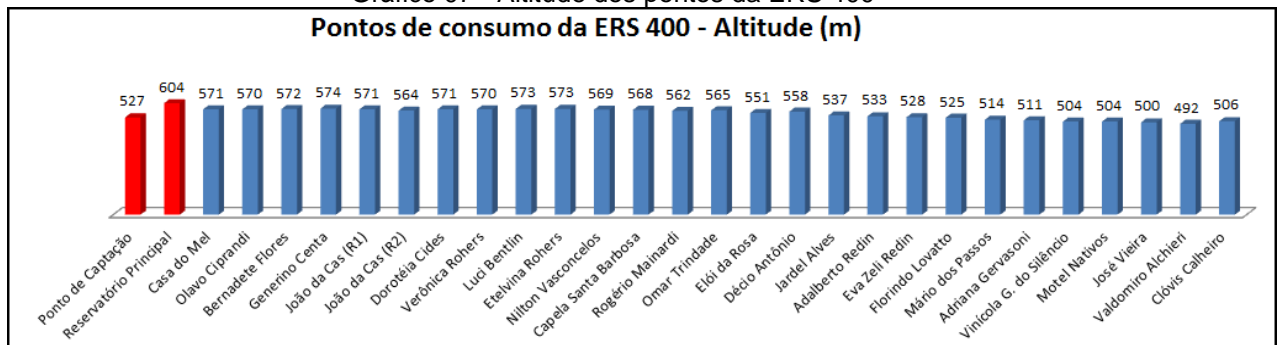
Quanto à localização das economias da ERS 400, pode-se verificar que todas estão abaixo do reservatório principal, ou seja, tanto a rodovia, como os pontos de consumo nela inseridos, ambos estão numa cota inferior à reservação. Através deste mapeamento é possível verificar também, o posicionamento de cada ponto.

Tabela 04 - Localização dos pontos do sistema (ERS 400)

	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
Ponto de Captação	-29,43664287	-52,96634593
Reservatório Principal	-29,4301816	-52,97277024
Casa do Mel	-29,42749947	-52,97768514
Olavo Ciprandi	-29,42533527	-52,98059667
Bernadete Flores	-29,42526368	-52,98109783
GenerinoCenta	-29,42522706	-52,98146982
João da Cas (R1)	-29,42527458	-52,98284101
João da Cas (R2)	-29,42526771	-52,98290857
Dorotéia Cides	-29,42525337	-52,9831861
Verônica Rohers	-29,42528917	-52,98400073
Luci Bentlin	-29,42530534	-52,98466207
Etelvina Rohers	-29,42535354	-52,98608389
Nilton Vasconcelos	-29,42537332	-52,98631414
Capela Santa Barbosa	-29,42537106	-52,98691789
Rogério Mainardi	-29,42537793	-52,98770528
Omar Trindade	-29,42534239	-52,98830962
Elói da Rosa	-29,42650102	-52,99123473
Décio Antônio	-29,42712614	-52,99180378
Jardel Alves	-29,42832132	-52,99526098
Adalberto Redin	-29,42787431	-52,99592835
Eva ZeliRedin	-29,42766258	-52,99632213
Florindo Lovatto	-29,42648317	-52,99791335
Mário dos Passos	-29,42489304	-52,99919193
Adriana Gervasoni	-29,42454016	-52,99946442
Vinícola G. do Silêncio	-29,4238147	-52,999923
Motel Nativos	-29,42354154	-53,00180356
José Vieira	-29,42247603	-53,00166199
Valdomiro Alchieri	-29,42304382	-53,00202727
Clóvis Calheiro	-29,42378973	-53,00189895

Fonte: Elaborado pelo autor

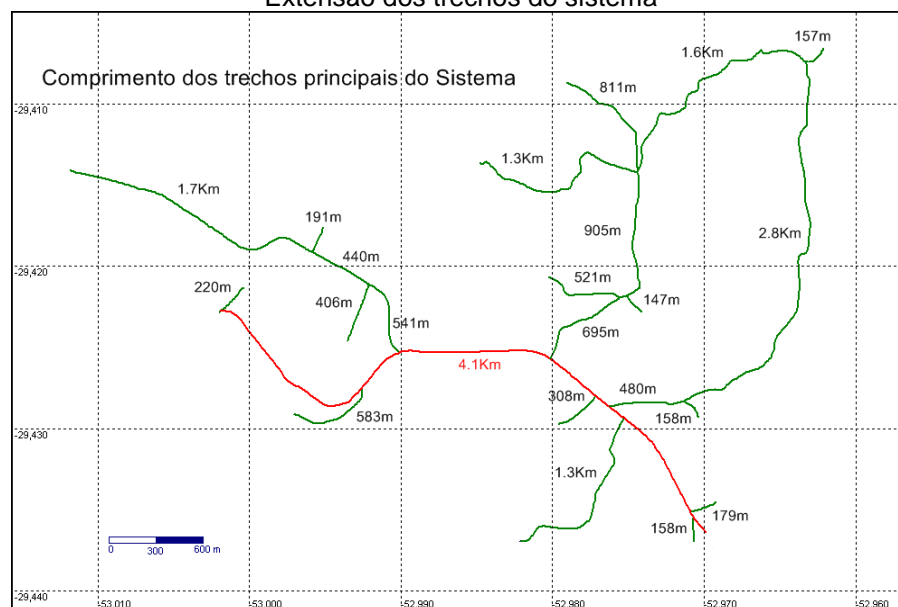
Gráfico 07 - Altitude dos pontos da ERS 400  
Pontos de consumo da ERS 400 - Altitude (m)



Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação ao mapeamento de todo o Sistema, foi possível identificar a extensão trecho a trecho de cada via, obtendo resultados que servem de base para identificar os maiores percursos que a rede deve suprir, sem o comprometimento dos conjuntos elevatórios. Vale ressaltar que não foram mapeados todas as vias de uso comum, nem os acessos aos pontos de consumo, pela dificuldade de acesso a alguns locais, sendo encontrado para esse levantamento provisório, um total de **18.7Km.**

Figura 27 - Mapa georreferenciado  
Software TrackMaker/ GPS Garmin  
Extensão dos trechos do sistema

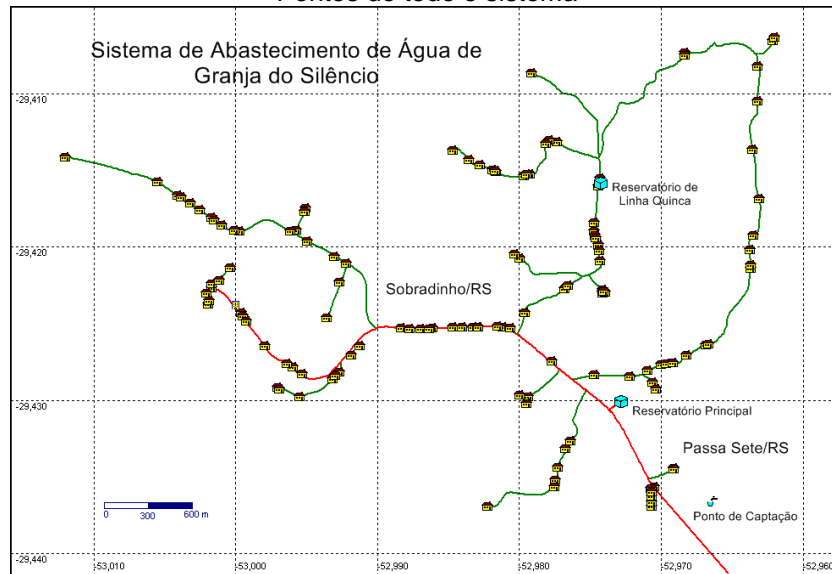


Fonte: Elaborado pelo autor

Como forma de visualizar toda a rede em estudo, elaborou-se um mapa contendo todas as economias, onde é possível identificar todo o abastecimento por localidade, sendo efetuados os procedimentos de mapeamento por GPS da mesma forma que adotou-se para as residências próximas a ERS 400. Mas com o intuito de

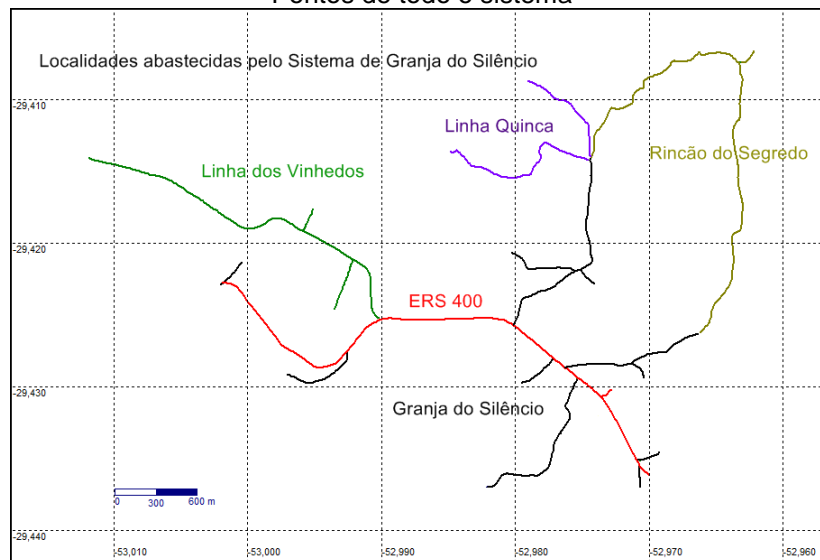
não estender muito o trabalho de curso, esses dados foram disponibilizados apenas para a diretoria da comunidade. Além disso, como forma de delimitar as áreas abastecidas pelo sistema de Granja do Silêncio, foram demarcadas todas as vias por localidade, podendo ser identificado o número de economias por região.

Figura 28 - Mapa georreferenciado  
Software TrackMaker/ GPS Garmin  
Pontos de todo o sistema



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 29 - Localidades atendidas pelo poço de Granja do Silêncio  
Software TrackMaker/ GPS Garmin  
Pontos de todo o sistema



Fonte: Elaborado pelo autor

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho de curso visou apresentar os principais procedimentos a serem adotados por profissionais da Vigilância Sanitária, desde princípios básicos como limpeza de reservatórios até pontos mais técnicos como os dimensionamentos de redes de água. Com base nisso, foi abordado alguns temas necessários para uma boa identificação de um sistema, sendo que ambos os trabalhos foram realizados na localidade de Granja do Silêncio, interior do município de Passa Sete/RS, com algumas abordagens de grande importância na implantação e monitoramento de sistemas.

Quanto ao consumo mensal, foi verificado que o poço profundo atende com facilidade a demanda da comunidade, não havendo necessidade no momento, da utilização de outro ponto de captação para suprir o consumo. Uma medida que pode ser realizada é a aquisição de equipamentos reservas que possam garantir o funcionamento permanente do sistema, sem intermitência no fornecimento, quando houver a necessidade de reparos, manutenção, reposição de peças ou demais problemas.

Outro ponto importante refere-se à continuidade da conscientização de todos os moradores em relação ao consumo de água, pois de maneira geral, todos demonstraram preocupação com uma possível escassez da mesma, isto porque, em muitos locais no meio rural a utilização deste bem precioso é passado despercebido.

As sugestões de melhorias para o sistema em estudo são: realização de um mapeamento detalhado apenas da rede de distribuição, com demarcações de todas as ligações existentes e dos locais por onde passam as tubulações; levantamento para verificação da necessidade de implantação de novos reservatórios; estudos para a determinação da vazão do poço atualmente; estudo sobre perda de carga nas tubulações; verificação se os condutos utilizados são suficientes para a demanda de consumo; determinação da capacidade dos reservatórios existentes; estudo sobre o consumo ideal de produtos químicos utilizados no tratamento; e ainda, métodos de tratamento mais avançados que não se restrinjam apenas a desinfecção, para que gerações futuras desta comunidade possam desfrutar de uma água com qualidade, havendo sempre a garantia de uma vida mais saudável por meio desta forma de vida.

## 6 REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional das Águas. Apresenta informações sobre o uso sustentável da água. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 20 jun. 2012.

ARAÚJO, Paulo Cesar e CARVALHO, Edilson Alves. Localização: Coordenadas Geográficas. EDUFRN, 248p, Natal/RN, 2008.

BACELLAR, R. H. (1976). Instalações Hidráulicas e Sanitárias: Domiciliares e Industriais. São Paulo, McGraw do Brasil, 258p.

BASTOS, Cristiane Rodrigues. Sistema de Abastecimento Urbano de Água: estudo do sistema de abastecimento de água no município de Senador de Sá-CE. 2011. 63 f. Monografia (Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Curso de Engenharia Civil). Universidade Estadual do Acaraú, Sobral/CE, 2011.

BERENHAUSER, C. J. B. B. e PULICI, C. (1983). Previsão de consumo de água por tipo de ocupação do imóvel. *Revista DAE*, 135, 118-129, dez.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância em Saúde. *Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006b.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 3. Ed. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2006.

BRASIL. Portaria MS n. 2914, de 12 de dezembro de 2011. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*, Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância em Saúde. *Inspeção Sanitária em Abastecimento de água*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006c.

BRASIL. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. Departamento de Ações em Saúde: Vigilância Sanitária. *Normas Técnicas e Operacionais*. Porto Alegre, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. Lei nº 9.433/1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

BRASIL. NBR 12217/2004(NB 593), Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público, 2004.

HELLER, H. *Saneamento e Saúde*. OPAS, Brasília, 1997.

HERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Porto Alegre, v.3, n. 4, p. 33-38, out/dez 2002.

LANNA, A.E. *Gestão dos Recursos Hídricos*. In: Tucci, C.E.M (Org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 3. ed. Porto Alegre: Ed. Da UFRGS/ABRH/EDUSP, 2004.

MATOS, J. C. C. T. Proposição de método para definição de cotas *per capita* mínimas de água para consumo humano. 2007. 122f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2007.

MERTEN, Gustavo H. e MINELLA, Jean P.. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.* Porto Alegre, v.3, p. 33-38, ou/dez 2002.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS-Descrição, Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

NETTO, Azevedo. *Manual de Hidráulica*. 8. ed. São Paulo, 1998.

ROCHA, J.A.M.R. GPS: Uma abordagem prática. Recife: Ed. Bagaço Ltda, 184p., 2002.

SISÁGUA. Desenvolvido pelo Ministério da Saúde. Apresenta informações de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. Disponível em <<http://portalweb04.saude.gov.br/sisagua/>>. Acesso em: 08 mai. 2012.

TEIXEIRA. *Manual sobre Vigilância Ambiental*. Washington: OPAS, 1996.

TSUTYIA, Milton Tomoyuki. *Abastecimento de Água*. 2. Ed. São Paulo, 2005.

VIANA, F. C.; LOPES, J.D.S. *Tratamento de Água no Meio Rural*. Viçosa/MG, 2000.







