

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO
OFERTADA EM ESCOLAS E COMUNIDADES
RURAIS DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE
DO SUL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Carlos Alberto Casali

Santa Maria, RS, Brasil.

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

2008

Mestre

CASALI, Carlos Alberto

PPGCS/UFSM, RS.

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO
OFERTADA EM ESCOLAS E COMUNIDADES RURAIS DA
REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

por

Carlos Alberto Casali

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Processos Químicos e Ciclagem de Elementos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência do Solo.**

Orientador: Prof. Danilo Rheinheimer dos Santos

Santa Maria, RS, Brasil.

2008

© 2008

Todos os direitos autorais reservados a Carlos Alberto Casali. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Cândido Portinari, nº. 395, apto 201, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, CEP 97105-040.

Fone (0xx)55 8114-3466; e-mail: betocasali@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO OFERTADA
EM ESCOLAS E COMUNIDADES RURAIS DA REGIÃO CENTRAL
DO RIO GRANDE DO SUL**

elaborada por
Carlos Alberto Casali

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Danilo Rheinheimer dos Santos, Dr.
(Presidente/Orientador)

João Kaminski, Dr. (UFSM)

Celso Silva Gonçalves, Dr. (CEFET-SVS)

Santa Maria, 15 de fevereiro de 2008.

DEDICO a todos os alunos, professores, agricultores e moradores do meio rural brasileiro que, na sua maioria, estão distantes das benfeitorias públicas.

RECONHEÇO que não estaria aqui hoje sem o carinho e os ensinamentos de meus pais, Mario e Roselaine Casali, a paciência e amizade de meus irmãos, Caroline e André Casali, e o amor, a paixão e o apoio de minha namorada, minha coisa, Ísis Portolan dos Santos. Amo todos vocês!

PEÇO aos profissionais das Ciências Rurais para não esquecer que nossas profissões devem servir a todos do meio rural e não a alguns.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo e ao Departamento de Solos que possibilitaram a realização deste estudo; e à Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Danilo Rheinheimer dos Santos pela orientação plena, pelo estímulo à pesquisa, pelo exemplo de dedicação, persistência e consciência social e, acima de tudo, por ter confiado no meu trabalho.

Aos professores João Kaminski e Renato Zanella pela co-orientação deste trabalho e pelas conversas, contribuições e conselhos despendidos durante todo o meu Mestrado. Também agradeço aos professores Leandro Souza da Silva e Celso Silva Gonçalves pelo empenho na correção da dissertação.

Agradeço a Caroline Casali pelas sugestões e auxílio na correção gramatical da dissertação.

Agradeço a Diovane Freire Moterle pela amizade e paciência nos momentos fáceis e difíceis do mestrado, bem como pelo empenho em desenvolver comigo um trabalho de disciplina que renderá a base da minha tese de doutorado.

Aos colegas de PPGCS pelas discussões no decorrer das disciplinas, pelas valiosas horas de convívio e boas recordações dos momentos de lazer e alegria.

Agradeço, de maneira especial, aos bolsistas de iniciação científica Jaderson dos Anjos Toledo e Rodrigo Pivoto Mulazzani, pelos sacrifícios realizados para o adequado desenvolvimento deste trabalho, e também a Tales Tiecher, Marcelo Klein, André Copetti, Vagner Moro, Henrique Fries, Diego Pitirini, Viviane Capoane e colaboradores, pelo convívio diário e pelo empenho grandioso nas atividades laboratoriais.

Aos funcionários do Departamento de Solos e do PPGCS, principalmente a Tarcísio Uberti, e, em especial, a Luiz Finamor, pela dedicação inigualável ao desenvolvimento de trabalhos alheios, sempre os tratando como se fossem seus.

Ao Doutorando Gustavo Brunetto pelo auxílio na realização dos mais diversos trabalhos e pelos conselhos e sugestões sempre pertinentes.

Às Prefeituras Municipais de Tupanciretã, Jaguari, São Francisco de Assis, Santa Maria e São Sepé, representadas nas pessoas de Glauber Garbin, Eva Sobroza, Izabel Minussi, Ildo Calegari e Paulo Renato Vargas, respectivamente, por confiar e auxiliar no desenvolvimento do meu trabalho de pesquisa.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, auxiliaram-me no desenvolvimento de um estudo com cunho social, que pretendeu contribuir para o bem estar da população rural.

Água suja não pode ser lavada!

Provérbio africano

“Todo o bem que eu puder fazer, toda a ternura que eu puder demonstrar a qualquer ser humano, que eu os faça agora, que não os adie ou esqueça, pois não passarei duas vezes pelo mesmo caminho”.

James Greene

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO OFERTADA EM ESCOLAS E COMUNIDADES RURAIS DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

Autor: Carlos Alberto Casali

Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos

Data e local da defesa: Santa Maria, 15 de fevereiro de 2008.

No meio rural, incluindo as escolas rurais, a água destinada ao consumo humano pode não ter boa qualidade, em decorrência de problemas na sua captação e no seu armazenamento, deixando a população rural a mercê de contaminações e de doenças de veiculação hídrica. O presente trabalho tem por objetivos: a) realizar um diagnóstico da qualidade da água destinada ao consumo humano das escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul; b) verificar a sua relação com o sistema de abastecimento utilizado, seu nível de manutenção, a situação higiênica dos estabelecimentos e a existência de fontes pontuais e difusas de poluição. Para tanto, selecionou-se os municípios de Jaguari, São Francisco de Assis, Santa Maria, São Sepé e Tupanciretã, pois contemplam realidades agrícolas e sociais distintas. Nesses municípios, foram amostradas 34 escolas e comunidades rurais que não participassem de programas oficiais de monitoramento da qualidade da água. Realizaram-se, no prazo de um ano, três coletas de água, que foi caracterizada química, física, organoléptica e microbiologicamente. Além disso, os pontos de coleta foram caracterizados ambientalmente através de fotografias e de uma planilha descritiva. Dos 34 pontos monitorados, 64,7% são abastecidos por poço tubular, 35,3% tem captação de água superficial e nenhum deles conta com tratamento de água e de esgoto. São Francisco de Assis é o município que apresenta águas com maior comprometimento de qualidade, pois quatro das suas oito escolas e comunidades rurais é abastecida por água superficial, oriunda de fontes e poços mal construídos. Em contrapartida, o município de Tupanciretã apresentou o maior número de pontos com água de boa qualidade, em virtude de seis dos sete pontos serem abastecidos por poços tubulares e por executarem limpeza anual dos reservatórios de água. De todos os pontos monitorados, 73,5% é abastecido por águas em discordância dos limites estabelecidos pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde para os parâmetros avaliados. Assim, conclui-se que grande parte dos usuários das escolas e comunidades rurais da Região Central do RS está consumindo água fora dos padrões de potabilidade estipulados pela legislação brasileira e, que a melhoria da qualidade da água ofertada passa pela difusão de tecnologias de saneamento e pelo uso de metodologias eficientes para a educação ambiental dos moradores dos espaços rurais.

Palavras-chave: água potável, escolas rurais, sistema de abastecimento de água.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

**QUALITY OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION IN SCHOOLS AND
AGRICULTURAL COMMUNITIES OF THE CENTRAL REGION OF THE RIO
GRANDE DO SUL**

Autor: Carlos Alberto Casali

Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos

Data e local da defesa: Santa Maria, 15 de fevereiro de 2008.

In rural areas, including rural schools, the water intended for human consumption may not have quality, due to problems in their capture and storage, leaving the rural population in the mercy of contamination and diseases of hydric veiculation. This work has the follows objectives: a) achieve a diagnosis of the quality of water for human consumption in schools and rural communities of the Central Region of Rio Grande do Sul, b) verify its relationship with the system of water supply used, their level of maintenance, the hygienic situation of the establishments and the existence of point and diffuse sources of pollution. To do so, it was selected up the municipalities of Jaguari, São Francisco de Assis, Santa Maria, São Sepé and Tupanciretã, therefore include different agricultural and social realities. In these municipalities, were sampled 34 schools in rural communities which do not participate in programmes official tracking of water quality. There were, within one year, three collections of water, which was characterized in chemistry, physics, organoleptic and biologically. Moreover, the points of collection were characterized environmentally through photographs and a spreadsheet. Of the 34 points monitored, 64.7% are supplied by well tubular, has 35.3% of surface water catchment and none has treatment of water and sewage. São Francisco de Assis is the council that sets water quality with greater commitment, because of four of the eight schools and rural communities is supplied by surface water, come from sources and wells poorly constructed. However, the municipality Tupanciretã presented the highest number of points with drinking water of good quality, because of six of the seven points are supplied by wells and by tubular perform and had annual cleaning of the water reservoirs. In all monitored points 73.5% are supplied through water in disagreement of the limits established by Order N° 518/2004 of the Ministry of Health for the parameters evaluated. Thus, it appears that most of the users of schools and rural communities of the Central Region of RS are consuming water out of the patterns of drinking stipulated by Brazilian legislation and the improvement of water quality offered depends on dissemination of technologies for sanitation and the efficient use of methodologies for the environmental education of the residents of rural areas.

Keywords: Drinking water, rural schools, system of water supply.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos municípios participantes e dos pontos monitorados do presente estudo.....	49
Figura 2 – Geologia dos municípios participantes e dos pontos monitorados no presente estudo.....	51
Figura 3 – Solos predominantes nos municípios participantes e nos pontos monitorados no presente estudo.....	52
Figura 4 – Uso do solo, vegetação e relevo predominante no entorno de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS monitoradas.....	55
Figura 5 – Sistemas de captação de água de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS. (a) Poços tubulares; (b) Sistemas periféricos...	61
Figura 6 – Sistemas de armazenamento de água de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.	64
Figura 7 – Sistemas de coleta de esgoto e descarte de lixo de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.	67
Figura 8 – Primeira visita aos municípios para apresentação dos resultados aos órgãos competentes e aos representantes de cada ponto monitorado. (a) Jaguari; (b) São Sepé; (c) Tupanciretã; (d) Santa Maria; e (e) São Francisco de Assis....	93
Figura 9 – Visita às escolas e comunidades rurais para discussão da problemática da água no meio rural – Apresentação: (a) Jaguari; (b) Tupanciretã; (c) Santa Maria; e (d) São Francisco de Assis.....	95
Figura 10 – Experiência 1: Maquete de descrição de uma microbacia hidrográfica essencialmente rural.	96
Figura 11 – Experiência 2: Manejo do solo e sua implicação da qualidade das águas superficiais.....	97
Figura 12 – Experiência 3: Comunicação da água superficial com a água subterrânea.....	98
Figura 13 – Experiência 4: Qualidade da água para consumo humano e sua contaminação.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relações de doenças transmitidas pela água, segundo Saunders & Warford (1983).	36
Tabela 2 – Municípios, comunidades e escolas rurais e número de usuários envolvidos no projeto de monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano em escolas e comunidades rurais da Região Central do RS..	54
Tabela 3 – Sistemas de captação, armazenamento, tratamento de água e destino do esgoto de 34 escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.....	62
Tabela 4 – pH, Sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez e cor das águas destinadas ao consumo humano em escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.....	70
Tabela 5 – Níveis de alguns elementos aniônicos (N-NO_3^- , F^- , Cl^-) das águas destinadas ao consumo humano em escolas e comunidades rurais da região Central do RS.....	74
Tabela 6 – Níveis de alguns elementos catiônicos (Na^+ , Cu^{2+} e Zn^{2+}) e dureza das águas ofertadas para consumo humano em escolas e comunidades rurais da região Central do RS.....	77
Tabela 7 – Presença de coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> em águas para consumo humano das escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.	81
Tabela 8 – Problemas encontrados, nível de gravidade e alternativa de melhoria nos pontos monitorados dos municípios de Jaguari, São Francisco de Assis, Santa Maria, São Sepé e Tupanciretã.	87

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Planilha de caracterização das escolas e comunidades rurais.	110
ANEXO B – Caracterização dos 34 pontos de coleta de água monitorados no presente estudo.....	114
ANEXO C – Lista de controle da presença dos participantes das reuniões realizadas com os representantes do município e dos pontos monitorados.	148
ANEXO D – Lista de controle da presença dos participantes das reuniões realizadas com os usuários das escolas rurais.	149
ANEXO E – Folder educativo sobre qualidade da água no meio rural, destinado ao público escolar.	150
ANEXO F – Folder educativo sobre qualidade da água no meio rural, destinado ao público adulto.	152
ANEXO G – Portaria nº 518 de 2004, emitida pelo Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.	156

SUMÁRIO

	Pg
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE ANEXOS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 Água no Brasil.....	20
2.2 Água no meio rural.....	26
2.3 Água nas escolas e comunidades rurais.....	30
2.4 Qualidade da água para consumo humano.....	34
2.4.1 Padrão de potabilidade.....	37
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3.1 Seleção das unidades de estudo.....	48
3.1.1 Caracterização dos pontos selecionados	52
3.1.2 Épocas e formas de amostragem	55
3.2 Análises da qualidade da água.....	56
3.2.1 Análises físicas.....	56
3.2.2 Análises químicas.....	57
3.2.3 Análises microbiológicas.....	58
3.2.4 Interpretação dos dados obtidos	58
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1 Situação higiênico-sanitária das escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.....	60
4.2 Qualidade da água para consumo humano fornecida às escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.....	68
4.2.1 Qualidade física das águas.....	68

4.2.2 Qualidade química das águas.....	71
4.2.3 Qualidade microbiológica das águas.....	78
4.3 Relação causa-problema e sugestões para sua amenização.....	82
5 AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS E COMUNIDADES RURAS DA REGIÃO CENTRAL DO RS.....	92
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
7 SUGESTÕES PARA AÇÕES FUTURAS.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
8 ANEXOS.....	110

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à sobrevivência de todos os seres vivos e o seu fornecimento em quantidade e qualidade é fundamental para a perfeita manutenção da vida humana. Em termos quantitativos, o volume total de água existente na Terra é constante e apenas 2,5% deste é água doce. Contudo, da parcela de água doce, somente 0,3% constitui a porção superficial de água presente em rios e lagos, as quais estão passíveis de exploração e uso pelo homem (Shiklomanov, 1997). Em termos qualitativos, a água é uma molécula composta de hidrogênio e oxigênio capaz de transportar substâncias e moléculas bióticas e abióticas da superfície terrestre até os rios, lagos, oceanos e aquíferos, tornando-os um ponto de concentração dos materiais carreados. Essa característica dá à água o título de solvente universal, pois ela pode alterar seus aspectos qualitativos, o que a torna um indicador das perdas de materiais e elementos que ocorrem em um determinado local. Assim, a análise qualitativa e quantitativa da água pode determinar a necessidade de uma remodelação de um determinado ambiente, a fim de diminuir as poluições, aumentar a oferta dos recursos hídricos e de melhorar a qualidade de vida dos seus usuários.

A diminuição da quantidade e da qualidade da água potável a níveis que comprometam até mesmo a sobrevivência humana é um problema cada vez mais próximo. No meio urbano, esta depreciação está relacionada com o rápido e desordenado crescimento da população mundial e sua concentração em megalópoles mal estruturadas. No meio rural, a contaminação da água tem relação, principalmente, com as atividades agrícolas desenvolvidas, as quais possuem diferentes níveis de impacto ao ambiente de acordo com a tecnologia adotada. Dados do OMM/UNESCO (1997) mostram que aproximadamente metade da população mundial (2,6 bilhões de pessoas) não conta com serviço de saneamento básico e que uma em cada seis pessoas (cerca de 1,1 bilhões de pessoas) ainda não possui adequado sistema de abastecimento de água. As projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) indicam que, se a tendência continuar, em 2050 mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa. Adicionalmente a quantidade, a qualidade da água ofertada também constitui

problema atual. Além de ser um veículo direto e indireto de propagação de uma série de doenças (Saunders & Warford, 1983), o consumo de água contaminada pode acarretar diversos prejuízos à saúde.

Por isso, faz-se necessário o monitoramento constante da sua qualidade, principalmente no meio rural, onde a população, na sua maioria, não é abastecida por empresas de saneamento e a água advém de sistemas alternativos de abastecimento, normalmente, sem receber tratamento físico e/ou químico. No meio rural a dispersão da população é um limitante à implantação de tecnologias coletivas de captação e tratamento de água, o que obriga o uso de tecnologias individuais para esse fim. Em contrapartida, a maior concentração de pessoas em vilas e comunidades rurais possibilita a implementação de estruturas para captar e tratar a água adequadamente, o que atingiria uma maior parcela da população rural. Adicionalmente, nestes locais geralmente existem escolas rurais, que são ambientes de concentração de crianças que passam pelo menos metade do dia no estabelecimento. Nestes ambientes, o consumo de água de qualidade é conveniente a fim de promover a manutenção da saúde das pessoas e, conseqüentemente, maior qualidade de vida. Além disso, as crianças são mais propensas à aquisição de doenças devido a menor imunidade, o que obriga a existir um fornecimento periódico de água livre de contaminantes. Todos os anos, cerca de 1,8 milhões de crianças (4.900 mortes por dia) morrem em decorrência de diarreia e de outras doenças provocadas por água inadequada ao consumo humano e por más condições de saneamento. O total de crianças mortas equivale à soma da população de Nova Iorque e Londres (PNUD, 2006).

A água imprópria para consumo e o mau saneamento constituem a segunda maior causa mundial de morte infantil. As doenças provocadas pela água obrigam, todo ano, a 443 milhões de crianças ficarem um dia sem ir para a aula, o que equivale a um ano letivo inteiro para todas as crianças de sete anos na Etiópia. Além disso, as infecções parasitárias transmitidas pela água e pelo mau saneamento atrasam o potencial de aprendizagem de mais de 150 milhões de crianças (PNUD, 2006). Portanto, o fornecimento de água de má qualidade e a falta de saneamento nas escolas constitui uma ameaça para a saúde das crianças, principalmente no meio rural que não é atingido por empresas de saneamento.

A legislação brasileira sobre qualidade da água destinada ao consumo humano possui a portaria nº 518 de 2004 (Brasil, 2004), emitida pelo Ministério da Saúde, que aborda especificamente o tema. Nela são definidos os parâmetros e os seus respectivos valores de aceitação que uma água ofertada ao consumo humano deverá apresentar. A aplicação desta legislação é obrigatória para as empresas de saneamento, que devem realizar análises periódicas da qualidade da água ofertada nos mais diversos pontos dos sistemas de captação, tratamento, armazenamento e distribuição de água. Contudo, como o ambiente rural não é atendido por estas empresas, a responsabilidade do monitoramento dos sistemas alternativos de abastecimento fica para os próprios usuários ou para os funcionários das prefeituras municipais que, na sua maioria, são leigos e nunca receberam orientação sobre a importância da análise da água destinada ao consumo humano. O monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano da população rural torna-se, portanto, imprescindível, principalmente das águas que abastecem vilas e comunidades rurais, as quais possuem maior concentração de pessoas. Isso previne o aparecimento de várias doenças no homem, auxilia o diagnóstico das principais formas de contaminação e indica um conjunto de práticas de manejo dos recursos naturais que possibilitem o controle da poluição e um aumento da qualidade de vida dos usuários dessa água (Gonçalves, 2003).

A Região Central do Rio Grande do Sul tem um caráter essencialmente agrícola, com o desenvolvimento de uma agricultura diversificada em função da grande variedade de ambientes que ela possui. Nesta região, existem aproximadamente 320 escolas rurais distribuídas nos 35 municípios que compõem os Coredes Central e o Jacuí-Centro (INEP, 2007). Tendo em vista que as escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul estão inseridas em locais onde são desenvolvidas atividades que podem poluir os recursos hídricos e sabendo que estes locais não são atendidos por empresas de saneamento e, na sua maioria, não realizam análise da água consumida, espera-se que (a) grande parte dos usuários destas escolas e comunidades rurais esteja consumindo água fora dos padrões nacionais de potabilidade; (b) a qualidade da água destinada ao consumo humano nestes ambientes tenha relação com o nível de poluição do meio rural, com o sistema de abastecimento e de armazenamento

de água utilizado e com a sua manutenção; e (c) nestes ambientes, a possibilidade de melhoria da qualidade da água para consumo humano passará pela sensibilização do público sobre os riscos do consumo de água contaminada bem como das condições da água que consomem.

Portanto, o objetivo geral do presente trabalho é realizar um diagnóstico da qualidade da água destinada ao consumo humano das escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul e verificar a sua relação com o sistema de abastecimento utilizado, a manutenção adotada, a situação higiênica dos estabelecimentos e a existência de fontes pontuais e difusas de poluição na bacia de contribuição. Como objetivos específicos, têm-se (a) descrever detalhadamente as condições higiênicas das escolas e comunidades rurais estudadas; (b) caracterizar o sistema de abastecimento de água das escolas e comunidades rurais, desde o ponto de captação até o sistema de armazenamento, distribuição e consumo de água; (c) identificar as fontes pontuais e difusas de poluição da água ofertada nos ambientes estudados e propor alternativas para minimizá-los e corrigi-los; e (d) realizar ações de educação ambiental nos estabelecimentos estudados, utilizando os dados obtidos no presente trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Água no Brasil

Em função de suas dimensões continentais, o Brasil apresenta grandes variações relacionadas ao clima, geologia, relevo, vegetação e também de recursos hídricos, desenvolvimento econômico e social e de distribuição da população. Em relação às águas superficiais, o Brasil abriga 13,7% da água doce do mundo, mas mais de 73% desta água doce disponível encontra-se na bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população. Por outro lado, apenas 27% dos recursos hídricos superficiais brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país (Lima, 1999). Portanto, o Brasil, mesmo que disponha de recursos hídricos abundantes, devido à sua má distribuição, não está livre da ameaça de uma crise de abastecimento nos próximos tempos.

Os problemas são maiores em bacias hidrográficas onde as retiradas de água superam a disponibilidade hídrica, o que obriga a busca de fontes alternativas de água pela população. Neste contexto, as bacias próximas a grandes centros urbanos são as mais prejudicadas, além de ter a agravante do comprometimento da qualidade das águas devido à urbanização descontrolada, que ocasiona o aumento nos custos de tratamento e restringe os usos da água (ANA, 2005a). Já no meio rural, as principais interferências aos recursos hídricos se dá pela destruição das áreas de vegetação permanentes, pela utilização indiscriminada de agrotóxicos e de fertilizantes e pela má destinação dos dejetos animais e humanos. Todos esses contaminantes são carregados pela água com as partículas de solo ou são depositados diretamente nos mananciais hídricos superficiais (Gonçalves, 2003). Devido à diminuição da qualidade das águas superficiais em virtude da contaminação pelas atividades antrópicas, ou então pelo elevado consumo em locais urbanizados, o uso das águas subterrâneas tem ganhado força como um ponto estratégico para a segurança no abastecimento de água.

O Brasil é um país com grande quantidade de águas subterrâneas, onde se tem capacidade de exploração de $42.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de reservas renováveis de água (ANA, 2005a). No território brasileiro os 27 grandes sistemas aquíferos possuem uma reserva potencial de água de até $4.094,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, mas de onde são retirados apenas $949 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (23%) (ANA, 2005a). O principal Sistema Aquífero é o Guarani (SAG), considerado o maior manancial de água doce subterrânea trans-fronteiriço do mundo e que fica localizado no centro-sul brasileiro. O SAG tem um volume de reserva de aproximadamente 48.000 km^3 de água (ANA, 2005a), o que daria hoje para fornecer água, de maneira sustentável, à população do Brasil por 3.500 anos. Mas o SAG ainda não figura entre os aquíferos mais utilizados, sendo uma reserva de água estratégica para as próximas gerações.

O uso de águas subterrâneas está aumentando cada vez mais, devido ao comprometimento da qualidade das águas superficiais, ao desenvolvimento de novas tecnologias para a exploração das águas subterrâneas e ao barateamento dos custos de abertura de poços tubulares. Entretanto, não existe um controle efetivo da utilização desta água. Estima-se que há no Brasil pelo menos 400.000 poços (Zoby & Matos, 2002) e cerca de 15% da população brasileira é abastecida exclusivamente com água subterrânea (IBGE, 2002). Em várias regiões, a água subterrânea representa o principal manancial hídrico, sendo utilizado para abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. Contudo, apesar da importância destas águas, ainda existe no país uma grande carência de estudos hidrogeológicos. Os principais fatores de risco que podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas são as ocupações desordenadas das áreas de recarga, por meio da utilização indiscriminada de defensivos agrícolas e efluentes industriais, além do grande número de poços rasos e profundos que são construídos, operados e abandonados sem tecnologia adequada (Zanatta & Coitinho, 2002). Importantes sistemas aquíferos no país são atualmente explorados sem qualquer controle sobre a proliferação indiscriminada de poços, que são muitas vezes mal construídos e não seguem normas técnicas (ANA, 2005b). Assim, estudos que definam as reservas exploráveis e a implementação de legislações e ferramentas como a outorga são fundamentais para o gerenciamento do recurso hídrico subterrâneo.

Em termos de uso, a vazão de retirada de água superficial e subterrânea no país é de $1.592 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, sendo que cerca de $840 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (53%) são consumidos, não retornando às bacias hidrográficas. A distribuição da água entre os usos aponta que próximo a 40% da vazão de retirada é destinada à irrigação, 27% é destinado ao abastecimento urbano, 17% à indústria, 13% para abastecimento animal e apenas 3% para o abastecimento da população rural. Mas, em relação às vazões efetivamente consumidas, que levam em consideração a taxa de retorno, 69% são destinadas à irrigação, 11% ao abastecimento urbano, 11% ao abastecimento animal, 7% ao industrial e apenas 2% ao abastecimento da população rural (ANA, 2005a). Assim, cada vez mais se torna importante o gerenciamento dos recursos hídricos em nível de bacia hidrográfica com uma visão que integre as águas superficiais e as subterrâneas, uma vez que são recursos interligados e de grande importância.

Além da disponibilidade, o fornecimento de água para o consumo humano também reflete os contrastes no desenvolvimento das regiões brasileiras. No Brasil, em 2000, dos 9848 distritos, 87,9% são abastecidos por rede geral¹. Dos 1.192 (12,1%) distritos sem rede geral de abastecimento de água, 343 são servidos por chafariz, bica ou mina; 561 por poço particular; 84 por caminhões pipa e 92 dependem de cursos de água (IBGE, 2002). No ano de 2000, a quantidade média de água distribuída para a população atendida por rede de distribuição foi de 260 litros hab dia⁻¹. Mas, essa média variou bastante entre as regiões brasileiras, onde no Sudeste se atingiu 360 litros hab dia⁻¹ enquanto no Nordeste ele chegou a 170 litros hab dia⁻¹, ou seja, menos que a metade da Região Sudeste. Um grande problema observado nas redes de distribuição de água são as perdas, que podem chegar a 40% do volume total de água.

Em relação aos sistemas de captação de água utilizado no país, dos 8.646 distritos brasileiros que possuem rede de distribuição de água, 4.236 captam água superficial; 774 usam poço raso e 4.609 têm poço profundo (IBGE, 2002). Já dos 4.236 distritos que captam água superficial, 67,6% consideram que não existe poluição ou contaminação na captação de água, 13,8% afirmam que apresentam

¹ **Rede geral de distribuição de água:** Conjunto de tubulações interligadas e instaladas ao longo das vias públicas ou nos passeios, junto às unidades ou prédios, e que conduz a água aos pontos de consumo, como moradias, escolas, hospitais etc.

problema com contaminação por resíduos de agrotóxicos e 14,4% relatam possuir problema de recebimento de esgotamento sanitário. Além disso, dos 8.656 distritos atendidos por rede de distribuição de água, 69,8% tinham suas águas tratadas e, destes, 5.463 (78,5%) possuem empresas de saneamento que efetuam análises da qualidade da água. Entretanto, apenas 3.721 realizam análises diárias de cloro residual e 727 realizam análise bacteriológica diária. Além disso, quase a totalidade destas análises abrange apenas regiões urbanas, deixando a população rural a mercê das conseqüências do consumo de água de má qualidade.

Com base nos referidos dados, observa-se o quão vulnerável se encontra grande parte da população brasileira às contaminações da água, principalmente a população rural. Desta forma, percebe-se que no Brasil o problema da escassez de água com qualidade se dá principalmente pela má distribuição da água e da população, pela falta de um tratamento adequado das águas servidas e pela pouca sensibilização dos consumidores das águas sobre a importância de racionalizar o uso e preservar este recurso. Em conjunto, as reservas brasileiras de água potável estão diminuindo. Entre as principais causas desta diminuição estão o crescente aumento do consumo, o desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura.

Em relação ao esgotamento sanitário, a situação brasileira é ainda mais preocupante. Em 2000, apenas 35,5% dos domicílios existentes eram atendidos por algum sistema de coleta de esgoto. O atendimento também varia absurdamente entre as regiões brasileiras, sendo que na Região Norte apenas 2,4% dos domicílios são atendidos, seguidos das Regiões Nordeste (14,7%), Centro-Oeste (28,1%), e Sul (22,5%) e Sudeste (53,0%) (IBGE, 2002). Em relação aos 9.848 distritos, 58,4% não possuem rede coletora de esgoto e o destino dado ao material é fossa séptica unicamente (2.776) ou então associada à fossa seca (2.431). Além disso, dos 4.097 distritos que coletam os esgotos, apenas 33,7% realizam o tratamento do material. O não tratamento do esgoto doméstico e o seu descarte na superfície dos terrenos ou em fossas construídas inadequadamente aumentam as chances de contaminação dos recursos hídricos e o comprometimento da água destinada ao consumo humano. Portanto, a

difusão de tecnologias de tratamento de esgoto em locais não atingidos por empresas de saneamento pode promover, indiretamente, a preservação dos recursos hídricos, principalmente os destinados ao consumo humano.

O Estado do Rio Grande do Sul possui 1.147 distritos e, destes, 206 (17,9%) não possuem rede geral de abastecimento de água, sendo que cinco são servidos por chafariz, bica ou mina; 182 por poço tubular; dois por caminhão pipa e um por captação de água superficial (IBGE, 2002). Logo, 18,5% da população gaúcha, distribuídos principalmente no meio rural, não têm rede de abastecimento de água. O RS possui um maior número de distritos que não são abastecidos por rede geral de distribuição pelo fato de apresentar uma maior exploração das águas subterrâneas através da abertura de poços tubulares. Neste Estado, o Aquífero Fraturado Serra Geral é amplamente utilizado, detendo uma das maiores concentrações de poços do RS. Suas características permitem a captação de água subterrânea a um custo muitíssimo menor ao da captação no SAG e supre satisfatoriamente comunidades rurais, indústrias e sedes municipais (Freitas, 2002). Contudo, esse aquífero se limita à região do Planalto Meridional, não existindo significativamente na Depressão Central e Campanha. Assim, a captação de água nessas duas regiões ou são feitas através de fontes drenadas ou por captação de água superficial ou então exploram diretamente o SAG, muitas vezes de forma inadequada, possibilitando a contaminação deste grande reservatório.

Dos 941 distritos gaúchos com rede de distribuição, 214 captam água superficial; 59 usam poço raso e 798 têm poço profundo (IBGE, 2002). Dos 214 distritos que captam água superficial, 62,6% alegam não existir poluição ou contaminação na captação de água, 16,4% afirmam que apresentam contaminação por resíduos de agrotóxicos e 24,8% têm problema com o recebimento de esgotamento sanitário. Quando se fez o mesmo questionamento para os 59 distritos abastecidos por poços rasos e 798 por poços profundos, 84,7% e 95,7%, respectivamente, alegaram que não existiam problemas com fontes de contaminação da água (IBGE, 2002). Adicionalmente, dos 214 pontos com captação superficial de água, 10,3% não possuíam nenhum tipo de proteção do manancial no local de captação, 65,4% possuíam a área cercada, 54,2% com preservação da vegetação e 50,9% com proibição do despejo. Já dos 59 poços

rasos, 13,5% não faziam a proteção do ponto de captação, enquanto que para os 798 poços profundos, estes valores chegam a 23,9%. Para a população, a exploração das águas mais profundas traz uma maior garantia de proteção contra contaminação, o que leva a uma diminuição dos cuidados com a preservação dos pontos de captação de água. Isto facilita a poluição dos recursos hídricos subterrâneos e compromete a sua qualidade.

Chama a atenção que dos 941 distritos gaúchos que possuem rede de distribuição, apenas 32,5% têm suas águas tratadas por algum tipo de sistema, valor este abaixo da média nacional, que é de 69,8% (IBGE, 2002). Como os distritos do RS exploram muito a água subterrânea, os usuários acreditam que não precisam tratá-la, pois as chances de contaminar este tipo de água são menores. Contudo, isso é um risco para os consumidores, pois estas águas também podem ser contaminadas. Em relação ao controle da qualidade da água distribuída por redes, 298 distritos têm empresas de saneamento que fazem análise das águas ofertadas.

Em relação ao esgotamento sanitário, dos 1.147 distritos, 78,3% não realizam coleta do esgoto, e quase a totalidade faz da fossa séptica o sistema alternativo (IBGE, 2002). Isso equivale a apenas 27,7% da população do Estado do RS que é atendido por rede coletora, o que fica abaixo da média nacional (40,0%) (IBGE, 2000). O dado é mais alarmante ainda, pois dos 249 distritos que captam o esgoto, apenas 25,3% realizam o seu tratamento.

Percebe-se, portanto, que no Estado do RS o saneamento básico não está recebendo investimentos suficientes, pois atinge uma pequena parcela da população. Isso se reflete na qualidade de vida das pessoas, que ficam a mercê de todas as conseqüências negativas que a falta de água de qualidade e de coleta e tratamento de esgoto podem acarretar.

2.2 Água no meio rural

O meio rural sempre foi visto pela população, principalmente urbana, como um refúgio do estresse e da poluição, enquanto estas tomavam conta da vida cotidiana nos grandes centros urbanos. A busca pelo ar puro, pela água cristalina, pela mata intocada e pelas paisagens bucólicas movimentava muitas pessoas do aconchego do lar urbano para se aventurar em estradas vicinais do meio rural. Mas a dita modernidade acabou por atingir também o campo e, atualmente, o rural já não pode mais ser visto como um local isolado da civilização. A evolução tecnológica implementada na agricultura trouxe como ponto positivo a produção de alimentos em larga escala, com um custo baixo por unidade produzida se ocorrer um rendimento por área elevado. Mas para manter essa agricultura competitiva, o preço pago pelos produtos ao agricultor caiu bruscamente e as atividades agrícolas tiveram que se adaptar a uma margem de lucro baixa e investimentos iniciais altos.

Em contrapartida, esta revolução tecnológica trouxe muitos problemas para meio rural. Com o desenvolvimento do setor agropecuário, principalmente através de *commodities* como a carne bovina, a soja, o milho e a cana-de-açúcar, os métodos empresariais de gerenciamento acabaram invadindo o campo, levando consigo uma mentalidade produtivista onde o lucro se sobressai sobre todos os outros aspectos inerentes a produção agropecuária, principalmente o social e o ambiental. Associado a isso, ao longo dos anos, com o aumento das pequenas propriedades em regiões ambientais frágeis como encostas, formadas com a partilha de heranças, aumentou-se a produção intensiva e a contaminação antrópica do meio (Odum, 1971). Assim, a devastação da natureza se tornou iminente e a derrubada das matas, a falta de proteção aos recursos hídricos e o manejo inadequado dos solos foram transformando a paisagem do meio rural. A conversão de ambientes naturais equilibrados em áreas agriculturáveis provoca a aceleração do escoamento superficial e a erosão hídrica, levando a uma rápida e intensa degradação do solo. A erosão traz como conseqüências a perda da capacidade produtiva, a diminuição da quantidade de água disponível na

superfície, a contaminação da água de escoamento, bem como o assoreamento de rios e reservatórios (Maier, 2007).

Um dos grandes limitadores de produtividade das culturas é a oferta de água. Assim, o uso de tecnologias voltadas à irrigação das culturas aumenta cada vez mais e com ela vem um maior consumo de água, um aumento no número de barragens, de reservatórios, de exploração de rios e até mesmo de água subterrânea. Além disso, na agricultura o desperdício de água é muito grande, principalmente na irrigação de culturas, quando se utiliza sistemas por sulcos ou por inundação. Desta forma, em termos quantitativos, a agricultura se torna a grande usuária dos recursos hídricos. Em média, o setor agrícola utiliza 70% do total da água doce consumida, seguido pelo industrial (20%) e pela água destinada ao abastecimento (10%) (Shiklomanov, 1997).

Concomitantemente, a aquisição de insumos como fertilizantes e agrotóxicos tem aumentado significativamente, os quais são considerados produtos imprescindíveis para se obter tetos de produtividade elevados. Contudo, a utilização massiva destes insumos pode trazer sérias conseqüências para o meio ambiente e ao próprio homem, podendo causar a contaminação tanto dos recursos terrestres quanto aquáticos.

Desta forma, a agricultura vem se tornando grande fonte de poluição difusa² das águas superficiais (Sperling, 2000), devido à utilização do solo sem respeitar sua capacidade de suporte e simplificação da produção, via adoção de pacotes tecnológicos. Segundo Pionke *et al.* (2000), 58% do fósforo que chega aos mananciais aquáticos são oriundos de áreas agrícolas. Além disso, a agricultura intensiva tem usado indiscriminadamente insumos como inseticidas, herbicidas e fertilizantes, substâncias fundamentais na manutenção da produtividade e, por outro lado, determinantes de condições inadequadas de saneamento ambiental, pela alta carga de contaminação por fontes difusas (De Luca *et al.*, 2001).

Do mesmo modo, no meio rural o esgoto doméstico e os dejetos animal não são tratados - ou são parcialmente tratados - antes de ser jogados aos

² **Poluição difusa:** a ação de contaminação que ocorre na natureza por todo tipo de resíduo orgânico ou inorgânico, inserido pelo homem, que pode ser carregado pelo deflúvio superficial para os mananciais de água, diferente do que ocorre na indústria, por exemplo, quando lança algum tipo de contaminante de forma pontual em um manancial de água (Braille, 1971).

mananciais de água. Sabe-se que a poluição pontual³ contribui enormemente para a poluição da água superficial. Entre as fontes de poluição pontual, destaca-se a água usada para a limpeza das instalações, especialmente na suinocultura, e a água usada na casa dos agricultores. A falta de saneamento básico no meio rural, independente da forma de ocupação, é um fator preocupante por se tratar de constante lançamento de poluentes no meio ambiente (Rheinheimer *et al.*, 2003). Portanto, dentro de um planejamento da propriedade torna-se necessário a difusão de tecnologias baratas e adaptadas de tratamento das águas usadas. Além disso, o uso de dejetos de animais como fertilizantes orgânicos, também, é problemático quando mal manejado, pois além de aumentar a concentração de nitrogênio e fósforo das águas também contribui para a elevação da contaminação microbiológica da água. Conboy & Goss (2000) citam que a deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, aumenta o risco da contaminação das águas subterrâneas. Isto é maximizado nos períodos chuvosos, quando ocorre o transporte deste material para os rios e fontes. A água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (Geldreich, 1998).

Nesse contexto, as atividades agrícolas e a falta de saneamento estão tornando o meio rural um ambiente com grande degradação ambiental. Gonçalves (2005) verificou que os usos do solo fora da capacidade de aptidão, o seu manejo inadequado, o uso indiscriminado de fertilizantes e de agrotóxicos e a falta de saneamento nas moradias estão comprometendo a qualidade da água de um arroio da região central do RS. Da mesma forma, as diferentes regiões do estado do RS, devido a características naturais e culturais, fazem com que os sistemas de produção de grãos de sequeiro, o arroz inundado, a criação intensiva de aves e suínos e da lavoura de fumo contribuam maciçamente para a contaminação da água no sul do Brasil (Rheinheimer *et al.*, 2003).

Em relação à água destinada ao consumo humano, a demanda pela população rural varia de 70 a 120 litros hab dia⁻¹ de acordo com o Estado (ANA, 2005a), valor este que é menor do que a metade da quantidade média consumida

³ **Poluição pontual:** a ação de contaminação que ocorre na natureza por todo tipo de resíduo orgânico ou inorgânico, inserido pelo homem, sendo possível identificar o local de onde advém um determinado poluente.

pela população urbana atendida por rede de distribuição ($260 \text{ L hab dia}^{-1}$) (IBGE, 2002). Além da quantidade, a qualidade desta água também é menor que aquela ofertada nas cidades, tendo em vista que, normalmente, as águas consumidas no meio rural não recebem tratamento algum. De acordo com Gonçalves (2003), geralmente as pessoas mais pobres e as do meio rural consomem água sem tratamento e com presença de poluentes que podem ser prejudiciais à saúde humana. No meio rural o comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de poluição causada por distintas fontes, tais como efluentes domésticos, e deflúvio superficial agrícola. Os efluentes domésticos, por exemplo, são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microrganismos que podem ser patogênicos. Os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos de animais (Merten & Minella, 2002).

Mas como falar em desinfecção para locais onde sequer existe a proteção do manancial? (Santos, 2005). Este mesmo autor encontrou diversas comunidades rurais do interior do RS que possuíam poços com maus odores e péssimas condições de conservação, sem proteção da cavidade perfurada ou com proteções engendradas com restos de madeira e, devido a isso, os usuários demonstravam problemas permanentes de saúde. Nesta situação, o tratamento da água é um problema secundário, pois se torna necessário a própria substituição do sistema de captação de água. O manancial é o componente de maior relevância em um sistema de abastecimento de água, com influência direta na quantidade e qualidade da água a ser captada, processada e distribuída. Constitui a fonte de onde é retirada a água que vai alimentar o sistema (IBGE, 2002). As captações projetadas e construídas para a tomada de água de superfície destinada ao sistema de abastecimento, mesmo que cercadas dos cuidados com a qualidade do manancial, estão sujeitas à existência de fatores que levam ao comprometimento da qualidade das águas captadas como lançamento de esgoto sanitário, despejos de resíduos industriais, vazadouro de lixo, atividade mineradora e presença de resíduos agrotóxicos.

Desta forma, a melhoria da qualidade da água no meio rural passa por uma reformulação das atividades agrícolas desenvolvidas, sempre procurando aperfeiçoar o uso dos insumos como água, fertilizantes e agrotóxicos a fim de

diminuir a quantidade utilizada. Em conjunto, o atendimento da população rural por sistemas de saneamento como tratamento de água e de esgoto, além de uma conscientização sobre a proteção dos mananciais, auxiliaria na preservação do ambiente e na manutenção da qualidade de vida dos moradores rurais.

2.3 Água nas escolas e comunidades rurais

As principais necessidades sociais como a educação, saúde e bem estar estão estreitamente relacionadas com a água potável e a higiene. A educação é essencial na obtenção de igualdade de oportunidades. Contudo, as crianças impossibilitadas de freqüentar a escola, quando afetadas por acessos constantes de doenças causadas pelo consumo de água imprópria, não usufruem plenamente do direito à educação (PNUD, 2006). Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, em virtude das precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, as doenças diarréicas de veiculação hídrica (febre tifóide, cólera, salmonelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase) têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e por elevadas taxas de mortalidades infantis, relacionadas à água de consumo humano (Pelczar *et al.*, 1996; Jawetz *et al.*, 1998; Macêdo, 2001). As diarréias comuns afetam principalmente as crianças; cerca de 1,8 milhões de mortes anuais de crianças são causadas por diarréia (4.900 mortes por dia), principalmente em crianças menores de cinco anos, além de deixarem muitas outras à beira da sobrevivência (PNUD, 2006). Além disso, a água imprópria para consumo e o mau saneamento constituem a segunda maior causa mundial de morte infantil. As mortes por diarréia em 2004 foram seis vezes mais numerosas do que a média anual de mortes em conflitos armados nos anos 90.

As crianças que sofrem constantemente de doenças provocadas pela falta de água potável acabam por transportar problemas para o contexto escolar. Uma saúde débil reduz o potencial cognitivo e acaba por, indiretamente, prejudicar a conjuntura educacional, acarretando absentismo, falta de atenção e abandono escolar prematuro (PNUD, 2006). As doenças relacionadas com a falta de acesso

a água potável custam, por ano, 443 milhões de dias de escola, o equivalente a um ano escolar de todas as crianças de sete anos de idade na Etiópia. Quase metade destes dias é perdida devido a infecções intestinais provocadas por parasitoses transmitidas através da água e de matérias fecais. Além disso, mais de 150 milhões de crianças em idade escolar são gravemente afetadas por helmintos como as lombrigas, os tricocéfalos e os ancilostomas. Comparativamente, as crianças infectadas têm o dobro da probabilidade de evasão escolar em relação as que nada sofrem; e, mesmo que estas crianças infectadas freqüentem a escola, o seu desempenho será inferior e irregular. Os principais problemas observados são efeitos adversos em termos de memória, capacidade de resolução de problemas e falta de atenção (Kremer e Miguel 1999).

As conseqüências da falta de saneamento sobre a saúde e a educação prolongam-se ainda pela idade adulta, em que muitos países revelaram uma estreita correlação entre a estatura do indivíduo em idade adulta e o seu rendimento econômico. As crianças que sofrem de repetidas crises de doenças infecciosas e de diarréia apresentam grandes probabilidades de serem adolescentes e adultos de baixa estatura, encontrando-se esta, por sua vez, relacionada com a diminuição cognitiva e com o fraco rendimento escolar. Assim sendo, as crises de diarréia na infância abrem caminho para reduzir o poder econômico e conduzir a um estado de pobreza do indivíduo em idade adulta (Strauss e Thomas, 1998). Os custos imediatos de uma conseqüência crônica traduzem-se, naturalmente, em riscos para a saúde e em rendimentos econômicos mais reduzidos, não descurando uma maior vulnerabilidade. Nesse sentido, o país como um todo acaba perdendo com a diminuição da produtividade e o enfraquecido capital humano (PNUD, 2006). Como conseqüência, um inadequado abastecimento de água e de saneamento poderá retardar o desenvolvimento de países que lutam por condições educacionais universais.

Em contrapartida ao exposto anteriormente, a melhoria das condições sanitárias na escola pode aumentar a freqüência escolar entre os jovens. Levando em consideração que o ambiente escolar ocupa cerca de um terço do dia dos alunos e que pode interferir diretamente na saúde e bem estar dos seus freqüentadores, faz-se necessário um acompanhamento e monitoramento da

qualidade de água nas escolas, visando identificar os possíveis poluentes desse recurso natural e evitar o consumo de água imprópria por parte da comunidade estudantil.

No Brasil, em 2006, existiam 203.931 estabelecimentos de ensino básico, destes, 92.172 (45%) estavam localizados no meio rural, o que englobava 7.469.924 alunos (13%) e 380.965 professores (14%). Quase a totalidade destas escolas é municipal (92,2%) e abrangem 86,7% dos estudantes do meio rural (INEP, 2006). Logo, há dependência dos estabelecimentos de ensino à administração municipal, que muitas vezes não apresenta verbas suficientes para atender o meio rural de uma forma adequada. Disso decorre o fato desses locais estarem à beira da marginalidade, esquecidos nos mais longínquos rincões, distantes de benfeitorias que se tornam exclusivas ao meio urbano, como tratamento de água e esgoto.

Em 2005, das 4.224 escolas de ensino fundamental sem nenhum tipo de fornecimento de água, 3.912 estavam localizadas em áreas rurais. No que se refere ao lançamento de esgoto sanitário, a diferença percentual de atendimento entre escolas rurais, de um lado, e escolas urbanas e metropolitanas, de outro, também é expressiva (Sátyro & Soares, 2007). Naquele ano, 99,7% das urbanas e 99,9% das metropolitanas contavam com esgotamento sanitário, enquanto apenas 84,2% das escolas rurais possuíam o benefício. Isso implica que há cerca 14.226 escolas sem saneamento, seja pela rede pública, seja por fossa, sendo a sua maioria, 14.039, localizadas em áreas rurais (Sátyro & Soares, 2007).

Agrega-se também ao conceito de infra-estrutura básica a existência de sanitário dentro ou fora do prédio escolar. Em 2005, pode-se observar que 99,6% de escolas urbanas e metropolitanas contra 86,8% (93,6% quando ponderado pela matrícula) das áreas rurais tinham tal cobertura. A cobertura das escolas rurais em 1997 era de apenas 77,1% (29.663 sem o benefício). Essa diferença de 13 pontos percentuais demonstra que existiam ainda 11.712 escolas rurais contra 342 escolas não-rurais sem nenhum tipo de sanitário para alunos ou professores.

O Estado do Rio Grande do Sul possui 3.683.794 alunos e 155.254 professores distribuídos em 10.278 escolas de ensino básico. Destas, 3.614 (35%) escolas estão situadas no meio rural, onde trabalham 21.217 professores (14%) que atendem 245.439 alunos (9%). Das escolas rurais, 73,9% é municipal,

o que representa 64,2% dos alunos que estudam no meio rural. A região central do RS (Coredes Central e Jacuí-Centro) apresenta em torno de 165.267 alunos distribuídos nos 35 municípios que compõem a região (INEP, 2006). Nesta região, existem 320 escolas rurais, sendo 75% delas municipais e 24,4% estaduais. Sabe-se que 3.587 alunos estão estudando em 44 escolas estaduais rurais na região (8^oCRE, 2006), contudo, o número de alunos no meio rural é bem maior, considerando que a maioria das escolas rurais é municipal.

No meio rural, o saneamento básico não recebe o mesmo cuidado que no meio urbano. Logo, se percebe que na Região Central do RS aproximadamente quatro mil alunos podem estar consumindo água fora dos padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde, isso somente em escolas estaduais de ensino. Nesse contexto, é de fundamental importância um acompanhamento da qualidade da água consumida pela população do meio rural a fim de prevenir todas as consequências que o consumo de água contaminada pode provocar. Além disso, a utilização dos espaços escolares para a implantação de tecnologias baratas de tratamento de água e esgoto, conjuntamente as ações de educação ambiental feita pelos professores, poderia auxiliar na discussão e na busca de soluções aos problemas de qualidade da água.

As comunidades rurais, assim como as escolas rurais, estão distantes de um adequado saneamento básico. O UNICEF (2006) cita que, em nível mundial, umas das maiores disparidades em termos do abastecimento de água e de saneamento é entre as áreas urbanas e as zonas rurais. Para os países em desenvolvimento, a cobertura de água potável é, em média, de 92% nas áreas urbanas e de apenas 72% em zonas rurais. A cobertura em termos de saneamento básico é ainda mais assimétrica, sendo que a cobertura urbana responde pelo dobro da cobertura rural. Parte disso é função do distanciamento entre o rural-urbano em relação a disparidades de rendimentos e de pobreza, pois na zona rural a privação de rendimento é geralmente mais marcante que nas zonas urbanas. Outro fator importante é a maior dificuldade na implementação do abastecimento de água e de saneamento devido a maior distância entre as residências, o que acarreta custos mais elevados em áreas rurais do que em urbanas. Os fatores políticos também não devem ser desconsiderados, pois, normalmente, as populações rurais situam-se em áreas marginais, o que diminui

a sua significância para as políticas públicas frente à população urbana (UNICEF, 2006). O mais alarmante é que as previsões do PNUD (2006) indicam que as zonas rurais não cessarão de representar grande parte do déficit do saneamento, pelo menos até 2015.

O acesso à água potável e ao saneamento básico tem um papel preponderante na incidência de doenças. Nos lares em que existe água canalizada, a taxa de incidência de diarreia diminuiu cerca de 70% em Gana, e mais de 40% no Vietnã (PNUD, 2006). Da mesma forma, os sanitários com descarga reduziram o risco de contaminação em mais de 20%, em países como o Mali, a Nicarágua e o Egito (Fuentes *et al.*, 2006). O acesso a uma fonte de água tratada fora do lar também reduz o risco de contaminação, mas em menor proporção do que quando existe acesso, a água canalizada e de qualidade dentro da casa. No Norte de Gana, Buor (2004) encontrou que a percentagem de infecções por parasitas em lares que obtinham a água que consumiam em riachos e rios era oito vezes superior à registrada nos lares que utilizavam água canalizada. Também se descobriu que a incidência de doenças descritas pelas famílias subiu de 5% para 24% durante períodos de escassez de água.

Portanto, manter a água potável e constantemente disponível ao homem é uma das obrigações tanto dos órgãos governamentais fiscalizadores quanto da sociedade como um todo. Todas as soluções a serem adotadas para os problemas da água devem assegurar as condições necessárias para que as crianças e seus familiares do meio rural sobrevivam, se desenvolvam, aprendam e vivam com dignidade.

2.4 Qualidade da água para consumo humano

A água de qualidade, isto é, aquela que atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos pelos órgãos responsáveis, é uma necessidade básica de qualquer ser humano. Toda a água a ser usada num suprimento público, ou num privado, deve ser potável e não deve ser quimicamente pura, pois a água carente de matéria dissolvida e em suspensão não tem paladar e é desfavorável á

saúde humana. Desta forma, manter a água potável e constantemente disponível ao homem é uma das obrigações dos órgãos governamentais fiscalizadores. Mas, não é apenas responsabilidade pública e, sim, de toda a sociedade por se tratar de bem essencial (Silva, 2004).

A água é dita contaminada quando é constatada a presença de microorganismos patogênicos capazes de causar doenças e até mesmo epidemias ou substâncias químicas que fazem mal a saúde dos seres humanos (Batalha, 1985). Acredita-se que entre 80% e 90% das enfermidades sofrem influência da existência ou não de água e ou saneamento no meio onde vive o homem (Moretto, 2003). Algumas das importantes doenças infecciosas relacionadas com a água são agrupadas em cinco categorias gerais, que ajudam a prever os prováveis efeitos das mudanças verificadas no abastecimento de água para a saúde do homem (Tabela 1). As doenças ligadas à qualidade da água são classificadas em (a) doenças transmitidas pela água: quando a água atua somente como um veículo passivo para o agente infeccioso; todas essas doenças dependem também das precárias condições da disposição de dejetos animais e humanos; (b) doenças associadas à água: uma parte necessária do ciclo da vida ao agente infeccioso se passa num animal aquático; algumas são também afetadas pela disposição de dejetos; não se inclui aqui as infecções que não tenham sido propagadas pelo contato da água por sua ingestão; (c) doenças cujos vetores se relacionam com a água: são propagadas por insetos que nascem na água ou ficam perto dela. O encanamento nas casas faria com que as pessoas se afastassem das áreas onde podem ser picadas por esses insetos. Esse tipo de doença independe da disposição de dejetos visto que também se proliferam em água limpa; (d) doenças associadas ao destino de dejetos e por muito afetadas pela água mais diretamente: estas constituem o extremo de um espectro de doenças e, na sua maioria, são controladas pela manutenção da água limpa, juntamente com um grupo de infecções do tipo associadas à água, que podem ser adquiridas somente por meio da ingestão de peixes ou de outros organismos aquáticos crus e contaminados.

Tabela 1 – Relações de doenças transmitidas pela água, segundo Saunders & Warford (1983).

Grupo de Doenças	Doença	Via de saída do corpo humano	Via de entrada do corpo humano
Transmitidas pela água	Cólera	F	O
	Febre tifóide	F	O
	Leptospirose	F	P.O.
	Giardíase	F	O
	Amebíase	F	O
	Hepatite infecciosa B	F	O
Controladas pela limpeza da água	Escabiose	C	C
	Bouba	C	C
	Lepra	N(?)	?
	Piolhos e tifo	B	B
	Tracoma	C	C
	Conjuntivite	C	C
	Sepsia dérmica	F	C
	Disenteria bacilar	F	O
	Salmonelose	F	O
	Diarréias por antivírus	F	O
	Febre para-tifóide	F	O
	Ascaridíase	F	O
	Tricurose	F	O
	Enterobiose	F	O
Ancilostomose	F	O.P.	
Associadas a água	Esquistossomose urinária	U	P
	Esquistossomose retal	F	P
	Drancunculose	C	O
Vetores de doenças relacionados com água	Febre amarela	B	B mosquito
	Dengue	B	B mosquito
	Encefalite por arbovírus	B	B mosquito
	Filiarose Bancroft	B	B mosquito
	Malária	B	B mosquito
Doenças associadas ao destino de dejetos	Necatoriose	F	P
	Clonorquíase	F	Peixe
	Difilobotríase	F	Peixe

F = fezes; O = oral; P = percutâneo; C = cutâneo; B = picada; N = nariz; S = saliva.

O lançamento de resíduos diretamente em corpos de água, sem um tratamento prévio, é hoje uma prática condenada. Os hábitos de uso da água, aliados a tradição, cultura e à simples falta de conhecimento sobre conseqüências, determinam em grande parte a magnitude dos benefícios relativos à saúde que uma população pode obter de um investimento em abastecimento de água (Setti, 1996). Cabe salientar que é possível combater, controlar, reduzir e prevenir a poluição das águas com êxito, fazendo-se necessário dotar a administração de um organismo executivo capaz de coordenar uma efetiva política pública referente ao assunto, convenientemente aparelhado com laboratórios para realização de análises e com equipe técnica habilitada, além de contar com recursos orçamentários específicos (Moretto, 2003). Contudo, torna-se necessário a participação de cada cidadão para a conscientização, a educação e a pressão a favor da preservação das condições de vida e bem estar do presente e das futuras gerações.

2.4.1 Padrão de potabilidade

Para ser considerada potável, a água destinada ao abastecimento da população humana deve atender as características de qualidade que estejam de acordo com os valores permissíveis dos parâmetros químicos, físicos, organolépticas e microbiológicos. No Brasil, estes parâmetros estão regulamentados pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004 (Brasil, 2004) (ANEXO G).

A cor aparente é um parâmetro físico exigido pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde para águas destinadas ao consumo humano, devido à aparência e estética adequada que esta obrigatoriamente deve apresentar. Águas com elevados valores de cor aparente serão perceptíveis pelo homem, o que não é recomendável, pois possuirá baixa aceitação. A cor também é um bom indicativo da presença de material suspenso e/ou dissolvido na água, o que não é recomendável para águas com fins de consumo humano, devido à maior probabilidade de desenvolvimento de microorganismos e de presença de

elementos tóxicos. A cor da água é função de parâmetros intrínsecos à água como conteúdo orgânico, pH, teor de ferro e outros metais, que podem ter origem natural ou antrópica (Pádua & Ferreira, 2006). O limite aceitável pelo MS é de 15 uH (unidade Hazen), sendo considerada potável a água que possuir valores abaixo do estipulado.

A turbidez pode ser considerada como a transparência da água, sendo função do teor de material particulado suspenso existente. Água com elevado teor de turbidez é indicativo de um alto conteúdo orgânico e inorgânico suspenso, que pode servir de abrigo para microorganismos e diminuir a eficiência do tratamento químico ou físico da água (Sperling, 2005). A origem da turbidez pode ser natural ou antropogênica, sendo importante a sua quantificação e também a identificação da sua origem. Valores de turbidez abaixo de 5,0 uT são os aceitáveis em água para consumo humano (Portaria nº 518/04 do MS), mas é recomendável que a turbidez seja a mais baixa possível. Contudo, muitos autores têm criticado estes valores, propondo que o limite seja abaixo de 1,0 uT para que o tratamento da água tenha maior efeito. Por ser um método de fácil determinação e de medição em tempo real, a turbidez pode ser utilizada como indicador potencial para doenças de veiculação hídrica (Pádua & Ferreira, 2006).

A condutividade elétrica (CE) da água é a capacidade que ela tem de transmitir corrente elétrica, sendo dependente do seu teor de sais dissolvidos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , HCO_3^-), crescendo proporcionalmente à medida que a concentração de sais aumenta (Holanda & Amorim, 1997; Ferreira, 1997). A CE fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. Este parâmetro não representa um problema para a saúde humana, contudo, a partir do seu valor pode ser calculada a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), que é um problema potencial, pois água com excesso de SDT se torna impalatável devido à alteração no gosto, acarreta problemas de corrosão de tubulações e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e possibilitar a formação de cálculos renais. Devido a isso, o Ministério da Saúde estipula o valor de 1000 mg L^{-1} como o limite em água destinada ao consumo humano.

O pH (potencial hidrogeniônico) da água é a medida da atividade de íons H^+ e expressa a condição do meio, ácido ($pH < 7,0$) ou alcalino ($pH > 7,0$), sendo influenciado por uma série de fatores, de origem antropogênica ou natural. A sua quantificação é importante para águas destinadas ao consumo humano por ser um fator preponderante de reações e solubilização de várias substâncias. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a despoluição das águas. Água com pH baixo compromete o gosto, a palatabilidade e aumenta a corrosão, enquanto que águas com pH elevado comprometem a palatabilidade, aumentam a formação de crustrações (Sperling, 2005) e diminuem a eficiência da desinfecção por cloração. O ministério da Saúde prevê valores de pH aceitáveis para consumo humano situados entre 6,0 e 9,5.

A dureza da água é função dos teores de cátions existentes (Ca^{2+} e Mg^{2+} principalmente), expresso em termos de uma quantidade equivalente de $CaCO_3$ (Pádua & Ferreira, 2006). A sua importância para a saúde humana se dá pela diminuição da formação de espuma no uso de sabão e detergente, o que diminui a eficiência da lavagem de materiais como roupa e utensílios, e a própria higiene pessoal, aumentando as chances de problemas higiênico-sanitários. Além disso, a água com alta dureza aumenta as incrustações nas tubulações, o que diminui a vida útil do material. O ministério da Saúde estipula o limite de 500 mg l^{-1} de dureza para águas destinadas ao consumo humano.

O nitrato (NO_3^-) é a principal configuração do nitrogênio encontrada nas águas e sua concentração é moderada na maior parte dos ambientes não antropizados. Em locais que apresentem elevadas concentrações de $N-NO_3^-$, geralmente superiores a $5,0 \text{ mg L}^{-1}$, pressupõe-se que foram enriquecidos por atividades antropogênicas que envolvem compostos nitrogenados como fertilizantes solúveis, sistemas sépticos humanos ou esterco de animais domésticos (Williams, 1998) e demonstram condições sanitárias inadequadas. O nitrato é um dos elementos mais problemáticos para a saúde humana, pois quando entra no trato digestivo humano pode se transformar em nitrito e, este em excesso, pode causar doenças como a metahemoglobinemia, ou síndrome do Bebê Azul. Esse problema ocorre porque bactérias do sistema digestivo

convertem nitrato em nitrito que, após absorção, tornam a hemoglobina incapaz de liberar oxigênio produzindo sintomas de asfixia (Giacometti, 2001). Cita-se que crianças até seis meses de idade que consomem água com concentração excedendo $10 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_3^-$ desenvolvem o quadro de metemoglobinemia (Tyson *et al.*, 1992). As crianças pequenas são mais susceptíveis que os adultos à formação de metemoglobina, devido a fatores como (Fernícola & Azevedo, 1981): (a) sua ingestão total de líquidos por kg de peso corporal é cerca de três vezes maior que a do adulto; (b) a secreção gástrica ácida é incompleta e faz com que o pH estomacal fique entre 5 e 7, o que permite a adaptação de bactérias redutoras de NO_3^- à parte alta do trato gastrointestinal (Winton, 1971) e, assim, o nitrito resultante é absorvido; (c) a hemoglobina fetal (hemoglobina F) é mais facilmente convertida à metemoglobina do que a adulta (hemoglobina A) e as crianças pequenas têm consideráveis quantidades da hemoglobina F; (d) as crianças menores, por deficiência de algumas enzimas, têm maior dificuldade para reduzir a metemoglobina. Vários casos fatais de metemoglobinemia já foram verificados com crianças de menos de seis meses, que beberam água de poço com alto conteúdo de nitrato (Lee, 1970).

Do ponto de vista prático, as medidas preventivas dirigem-se ao controle das doses de N-NO_3^- , principalmente na água de beber. A elevação dos teores de nitrato nas águas subterrâneas indica, fundamentalmente, a influência de fatores externos como: esgotos domésticos (fossas, etc.), lixo, fertilizantes agrícolas ou despejos industriais (Shuval & Gruener, 1972). Daí a importância em monitorar a qualidade da água consumida em ambientes estudantis como forma de prevenir eventuais problemas de saúde.

Outros problemas relacionados com o nitrato são as doenças como câncer e nascimento de bebês com deficiências motoras e/ou mentais. O estudo de Arbuckle *et al.* (1988) sobre a influência de nitratos na ocorrência de bebês com defeitos no sistema nervoso central em New Brunswick, Canadá, revelou que o efeito da exposição a nitrato em águas era diferente se a fonte era privada ou de abastecimento público. Exposições em níveis de nitrato de 26 mg L^{-1} de poços particulares foram associadas a um moderado aumento, mas não estatisticamente significativo, no risco de ocorrência de nascimentos com problemas no sistema nervoso central. Diante da ausência de explicação com

fatores de risco conhecidos para o aumento em 70% da incidência de linfoma de não-Hodgkins no meio rural dos Estados Unidos durante os últimos 25 anos, Ward *et al.* (1996) procurou correlação com a concentração de nitrato em águas de poços utilizados para consumo primário em Nebraska. Seus resultados mostraram que o consumo de águas contendo nitrogênio na forma de nitrato com teores acima de 4 mg L aumentam o risco de câncer de linfoma de não-Hodgkins. Assim, o limite estabelecido na portaria nº 518/2004 do MS é de 10 mg L⁻¹ de N-NO₃⁻, concordando com as legislações internacionais.

A concentração de nitrito das águas consumida também é considerado problema de saúde pública, pois não precisa passar por transformações para ser tóxico ao homem, sendo mais problemático que o nitrato devido ao seu teor limite de ingestão ser ainda menor. A portaria nº 518/2004 do MS prevê um limite de 1,5 mg L⁻¹ de N-NO₂ em águas destinadas ao consumo humano.

O cloro é largamente utilizado para purificar a água destinada ao consumo, também sendo utilizado cada vez mais como desinfetante de efluentes de esgoto (Bierman, 1978), e tem sido significativo na redução de doenças entéricas (Orihuela *et al.*, 1979). Em ambos os casos, o cloro é adicionado em quantidades controladas na fase final de processamento. A preocupação com a saúde pública é que este tipo de desinfecção pode produzir subprodutos clorados e efeitos potenciais destes compostos na saúde foram considerados (WHO, 1977; Jolley *et al.*, 1978). Assim, o uso destes produtos pode diminuir nos próximos anos se a aplicação de outros agentes oxidantes tais como o ozônio, o peróxido de hidrogênio, ou luz ultravioleta se torne viável (WHO, 1977).

O cloro, ou o hipoclorito que é mais fácil de manusear, e cloretos de hidrogênio, como o ácido clorídrico, também podem ser adicionados à água para consumo ou para piscinas, a fim de ajustar o pH e para evitar a formação de carbonatos. Desde que o uso do ácido seja bem controlado e neutralizado, tal utilização não apresenta uma exposição de perigo ao público em geral. Embora ambos os produtos químicos sejam frequentemente adicionados às águas potáveis dos municípios brasileiros para controlar os organismos patogênicos, ou para ajustar o pH, estes não representam qualquer risco potencial para aqueles que consomem a água (WHO, 1982). Nenhum efeito adverso foi relatado em ratos mantidos com água potável contendo cloro livre em concentrações de 200 e

100 mg L⁻¹ por 33 e 50 dias, respectivamente. No entanto, apenas limitadas variáveis foram monitoradas neste estudo (Blabaum & Nichols, 1958).

A atividade biológica do cloreto de hidrogênio é associada à sua alta solubilidade em água (Elkins, 1959), onde neste meio ocorre a formação do íon hidrônio. Este possui propriedades catalíticas e, assim, é capaz de reagir com moléculas orgânicas. Isso pode explicar a capacidade de cloreto de hidrogênio para induzir lesão celular e necrose (Bell, 1941). Hicks (1977) discutiu os efeitos sobre a secagem da pele e cabelos devido à água clorada. Em uma série de experiências *in vitro* em sistemas de cultura de linfócitos humanos, Mickey & Holden (1971) relataram que o cloro em concentrações de 2-20 vezes que as normalmente encontradas na água potável induzia à pausa em cromátide e em cromossomos, à translocações e a cromossomos dicêntricos. Estes autores não acreditam que o cloro é absorvido de água potável, mas sugerem que estudos em seres vivos são necessários. Houve também relatos ocasionais de asma provocada pela exposição à água clorada (WHO, 1992).

Em conjunto, na água bruta normalmente existe grande número de compostos orgânicos. Estes podem reagir com o cloro livre levando à formação de diversos subprodutos, entre eles os denominados trialometanos (TAM) que são tóxicos e carcinogênicos para o homem (Tominaga & Mídio, 1999). Portanto, a cloração da água não é recomendada quando estas apresentam um conteúdo orgânico elevado. Este tipo de constatação somente pode ser feito através de análise química da água, ato este, realizado esporadicamente no meio rural. O MS prevê um limite de 250 mg L⁻¹ de cloreto para águas destinadas ao consumo humano.

O fluoreto é um elemento essencial à saúde humana devido ao seu caráter preventivo de cárie dentária, principalmente nas crianças. Água consumida com teor de fluoreto abaixo de 0,5 mg L⁻¹ pode proporcionar elevada incidência de cárie (Pádua & Ferreira, 2006) o que torna imprescindível a sua presença em águas para consumo humano. Entretanto, o seu excesso também é um problema de saúde pública, devido à agressividade que este elemento tem sobre estruturas ósseas, podendo causar fluorose dentária e lesões esqueléticas. Os fluoretos podem ter origem natural, relacionado principalmente ao tipo do material de origem predominante na região, ou então ter relação com contaminações

industriais e agrícolas. O ministério da saúde prevê em águas para consumo humano concentrações aceitáveis de fluoretos até $1,5 \text{ mg L}^{-1}$.

O sódio (Na^+) é um elemento relacionado à variação no caráter estético da água que pode ocasionar aversão ao seu consumo. Além disso, existe uma recomendação para controlar o consumo de sódio devido à existência de uma relação entre a sua ingestão e a hipertensão arterial em animais e no homem. Dahl *et al.* (1968) demonstraram, em modelo animal, que a ingestão de sódio, associada ao fator genético, leva a um aumento rápido na pressão arterial. Assim, a ingestão diária recomendada para o sódio é de apenas 6 g dia^{-1} , e o consumo de águas com elevada concentração de sódio contribuem para que este valor seja superado. Mas, contrariamente ao que é relatado, a grande ingestão de sódio não é suficiente para a instalação de um quadro de hipertensão arterial, pois nem todas as pessoas com alta concentração de sódio na dieta a desenvolvem. Esse fenômeno é chamado de sensibilidade ao sódio. A sensibilidade ao sódio é mais evidente em pacientes com hipertensão arterial grave, em obesos, em negros, em pessoas com história familiar positiva de hipertensão arterial, em idosos e no hiperaldosteronismo (Midgley *et al.*, 1996). Contudo, o controle do consumo de Na deve ser realizado, a fim de prevenir futuros problemas renais e de hipertensão arterial. O Ministério da Saúde, através da Portaria nº 518/2004, prevê que a concentração de sódio em águas destinadas ao consumo humano não pode ultrapassar 250 mg L^{-1} .

O cobre é um elemento essencial para a maioria dos organismos (Gusmão, 2004); porém, tanto a deficiência quanto o excesso deste nutriente podem causar problemas de saúde ao homem. Para a saúde de seres humanos, a principal via de exposição ao cobre é oral. A média diária de ingestão de cobre em adultos varia entre 0,9 e 2,2 mg, sendo que a maioria dos estudos de ingestão se encontra no extremo inferior do referido intervalo (WHO, 1998). A ingestão de cobre se dá, principalmente, através de alimentos preparados em recipientes de cobre e água armazenada e transportada em sistemas feitos de liga metálica de cobre.

Em alguns casos, a água potável pode fazer uma substancial contribuição adicional para a ingestão diária total de cobre, particularmente em famílias onde águas corrosivas se situam em tubos de cobre. Nas casas sem cobre na

canalização ou com água de baixa corrosividade, a ingestão de cobre em água potável raramente excede $0,1 \text{ mg dia}^{-1}$. Em geral, a ingestão oral total diária de cobre (alimentação mais água potável) está entre 1 e 2 mg dia^{-1} , embora possam ocasionalmente exceder 5 mg dia^{-1} . Todas as outras doses de cobre (inalação e dérmica) são insignificantes em comparação com a via oral (WHO, 1998). A deficiência de cobre é associada com anemia, neutropenia e alterações ósseas, mas deficiência clinicamente evidente é relativamente rara em humanos. Já os efeitos de exposição única, por suicídio ou por exposição oral acidental, foram relatados com a ocorrência dor de cabeça, náuseas, tonturas, vômitos e diarreia, taquicardia, dificuldade respiratória, anemia hemolítica, hematúria maciça, hemorragia gastrointestinal, insuficiência renal e de fígado e até mesmo morte (WHO, 1998).

Também já foram reportados casos em que existem efeitos gastrintestinais e de insuficiência hepática resultantes da ingestão rotineira de cobre, como o caso de água potável contendo concentrações elevadas deste elemento. Além disso, algumas patologias têm uma base genética bem definida, relacionadas com sensibilidade ao cobre, sendo afetadas pelo excesso deste e que são fatais na primeira infância, onde o cobre acumula-se no fígado. Pelo menos em alguns casos a incidência destas doenças foi relacionada com elevada ingestão de cobre.

O zinco é outro elemento essencial para o homem, mas também é requerido em pequena quantidade, podendo se tornar tóxico quando em excesso. Este elemento é fortemente adsorvido às partículas do solo e, na água, forma precipitados solúveis com os íons CO_3^- , NO_3^- , PO_4^{-2} e Si^{-4} . Estima-se que a média diária de ingestão de zinco em água potável seja menor que $0,2 \text{ mg dia}^{-1}$ (WHO, 2001). Os efeitos para a saúde humana associada à deficiência de zinco são numerosos, e incluem mudanças neurosensoriais, oligospermia, disfunção das funções neuropsicológica, retardo de crescimento, cicatrização retardada e dermatites. Em contrapartida, quando presente em quantidades superiores às recomendadas, o zinco pode produzir irritação e corrosão do trato intestinal, podendo ainda levar à necrose renal ou nefrite, nos casos mais severos. Ainda assim, os compostos de zinco não são considerados carcinogênicos (Barceloux, 1999b). Incidentes de envenenamento com sintomas de aflição gastrintestinal,

náuseas e diarreia foram relatados após uma única exposição, ou exposição de curto prazo, para concentrações de zinco na água ou bebidas com 1000 - 2500 mg L⁻¹ (WHO, 2001). Pacientes que fazem diálise renal podem ser expostos a zinco por meio da utilização da água armazenada em unidades de material galvanizado, possibilitando o desenvolvimento de sintomas de toxicidade de zinco.

A ingestão de farmacológicos de zinco também tem sido associada a efeitos que vão desde leucopenia e/ou anemia hipocrômica à redução dos níveis de concentração de lipoproteína de alta densidade (WHO, 2001). Não existe um único estatuto sobre índice bioquímico de zinco específico e sensível. A legislação nacional estipula o limite de 5,0 mg L⁻¹ em águas destinadas ao consumo humano (Portaria nº 518/2004 do MS).

Os coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35,0 ± 0,5 °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β-galactosidase (Brasil, 2004). A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo. Os coliformes termotolerantes é um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2°C em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli* (*E. coli*), de origem exclusivamente fecal (Brasil, 2004). A *E. coli* é uma bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a 44,5 ± 0,2 °C em 24 horas; produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (Brasil, 2004).

A determinação da concentração dos coliformes totais e termotolerante assumem importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera (Roitman *et al.*, 1988). Mas o uso das bactérias coliformes termotolerantes

para indicar poluição sanitária é mais promissor que o uso da bactéria coliforme "total", pois as bactérias termotolerantes estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. Já os coliformes totais podem ser encontrados na maioria dos ambientes que apresentem compostos orgânicos passíveis de decomposição, e sua presença pode ser um indicativo de falta de higiene.

Esses atributos devem ser considerados nos trabalhos em áreas rurais, uma vez que as propriedades situadas em locais extremamente declivosos e estrutura fundiária baseada na pequena propriedade familiar revelam problemas sanitários oriundos da erosão hídrica, da falta de planejamento e estrutura adequada das instalações para criação de suínos e bovinos, das precárias ou inexistentes instalações sanitárias nas propriedades e da falta de proteção e tratamento da água das fontes. Os dejetos humanos e animais são lançados quase que na totalidade a céu aberto, sendo que em muitas instalações as excreções são despejadas diretamente na água dos riachos. Esses acontecimentos tornam o ambiente propício para a disseminação de patógenos que causam problemas na saúde humana devido ao fato de que os coliformes apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas, pois cada indivíduo elimina em média 10^{10} a 10^{11} células por dia e 1/3 a 1/5 do peso seco das fezes é constituído por bactérias (Sperling, 2005).

Percebe-se, portanto, que no meio rural são desenvolvidas atividades agrícolas com uso indiscriminado de insumos e com desrespeito as matas ciliares e aos recursos hídricos. Também se verifica que, nestes locais se têm uma falta de saneamento básico, como coleta e tratamento de esgoto e uso de adequados sistemas de abastecimentos de água. Então, no meio rural as águas superficiais e subterrâneas podem estar sendo contaminadas, comprometendo o fornecimento de água com qualidade para o consumo humano.

Na Região Central do RS, as escolas e comunidades rurais estão inseridas em locais onde são desenvolvidas atividades que podem poluir os recursos hídricos, não são atendidas por empresas de saneamento e, na sua maioria, não realizam análise da água consumida. Desta forma, espera-se que grande parte dos usuários destas escolas e comunidades rurais esteja consumindo água fora dos padrões nacionais de potabilidade; que a qualidade da água destinada ao consumo humano nestes ambientes tenha relação com o nível de poluição do

meio rural, com o sistema de abastecimento e de armazenamento de água utilizado e com a sua manutenção; e que nestes ambientes, a possibilidade de melhoria da qualidade da água para consumo humano passará pela sensibilização do público sobre os riscos do consumo de água contaminada bem como das condições da água que consomem. Portanto, é necessário realizar um diagnóstico da qualidade da água destinada ao consumo humano das escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul e verificar a sua relação com o sistema de abastecimento utilizado, a manutenção adotada, a situação higiênica dos estabelecimentos e a existência de fontes pontuais e difusas de poluição na bacia de contribuição.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Seleção das unidades de estudo

O estudo foi desenvolvido na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul, delimitada pelos Coredes Central e Jacuí-Centro, que englobam um total de 35 municípios. A região Central do RS está situada numa altitude que varia de 100 a 300 m acima do nível do mar, possuindo um relevo diversificado que vai desde extensas planícies de várzeas até planaltos ondulados a fortemente ondulados com declividade muitas vezes próxima a 45°. Essa variação no relevo acaba por moldar a atividade agrícola que é desenvolvida, interferindo, conseqüentemente, no potencial poluidor da atividade e no desenvolvimento local. Esta região é compreendida por duas regiões fisiográficas bem definidas: a Depressão Central e o Planalto Meridional. Na transição entre estas duas regiões situa-se o Rebordo do Planalto, caracterizado por suas encostas basálticas (Figura 1).

Por intermédio da Associação dos Municípios da Região Central (AM-CENTRO) selecionaram-se cinco municípios que estivessem situados em diferentes locais da Região Central do RS, com distintas realidades rurais e características peculiares como diferentes solos, diferentes atividades agrícolas e diferentes níveis de desenvolvimento social.

Nestes municípios foram selecionadas escolas e comunidades rurais não contempladas por programa de monitoramento de qualidade da água, evitando assim, sobreposição dos resultados deste estudo com os dados de pesquisas já realizadas. Na caracterização preliminar dos municípios participantes verificou-se que, dentre todas as escolas da região estudada, apenas 10% possuíam algum tipo de avaliação periódica da qualidade da água, com prazos que chegavam a até dois anos de intervalos de coleta e análise. Isso quando era feita uma segunda análise.

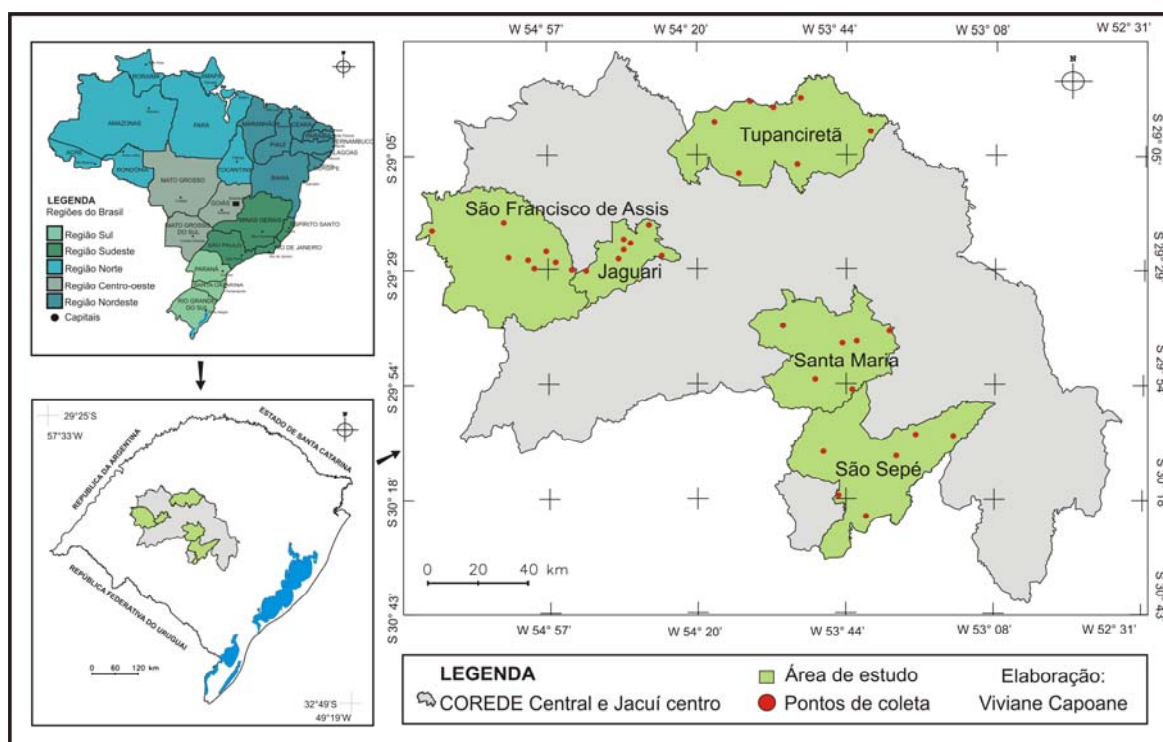


Figura 1 – Localização dos municípios participantes e dos pontos monitorados do presente estudo.

No Planalto Meridional o relevo varia de suavemente ondulado a ondulado, com uma altitude próxima a 250 m. Seus solos têm origem no Basalto e no Arenito (Figura 2) e, na sua maioria, são caracterizados por Latossolos e Argissolos (Figura 3), solos estes bem drenados, profundos e que permitem assim uma intensa mecanização. A soja, nesta região, é a cultura que tem maior importância, apresentando um uso elevado de adubos e agrotóxicos. Com o advento da soja transgênica a dependência de agroquímicos dessa cultura aumentou, sendo necessário de duas a três aplicações de glifosato para o controle de plantas invasoras. Essa região pode ser considerada a mais desenvolvida das três analisadas, tendo o predomínio de uma agricultura empresarial de monocultura. Contudo, no entorno dessas áreas mecanizáveis se encontram muitas famílias, que possuem pequenas áreas em solos muitas vezes de baixo valor comercial, com numerosas limitações como elevada declividade, solos rasos e ambientes mal drenados. O município que representou essa realidade foi Tupanciretã.

A Depressão Central situa-se num relevo que varia de plano a suavemente ondulado, com altitudes que se aproximam a 90 m, e predomínio de rochas sedimentares constituídas de sedimentos aluviais oriundos de depósito de tálus e arenitos pertencentes à Formação Botucatu (Figura 2). Devido ao formato do relevo, a região apresenta predominantemente solos mal drenados, como Planossolos e Gleissolos nas várzeas, e com média a boa drenagem, os Argissolos e Nitossolos nas coxilhas (Figura 3). A atividade agrícola da região baseia-se na cultura do arroz irrigado, seguida da soja e da pecuária de corte. O arroz necessita de ambiente com elevada saturação de água, o que exige que o seu cultivo seja realizado em ambientes mal drenados, como várzeas, e em coxilhas planas com o uso da irrigação. Nas coxilhas com melhor drenagem, predomina a cultura da soja seguida pela pecuária. Os moldes da agricultura desenvolvida na depressão central assemelham-se ao cultivo da soja no Planalto Meridional, sendo essencialmente empresarial com grandes áreas de monocultura, e com agricultura familiar desenvolvida em áreas marginais a essas lavouras. Os municípios selecionados no presente estudo, e que apresentaram tais características, foram São Sepé e Santa Maria.

O Rebordo do Planalto Meridional apresenta um relevo que varia de ondulado a fortemente ondulado, composto, em geral, por rochas residuais derivadas da desagregação das rochas vulcânicas basálticas (Figura 2), originando uma diversidade de solos, com predomínio de Neossolos e associação Chernossolo - Neossolo (EMBRAPA, 1999) (Figura 3). Estes solos são caracterizados por apresentar pouca profundidade e por serem altamente suscetíveis à erosão. Cita-se, por exemplo, o estudo de uma microbacia hidrográfica característica dessa região, onde Pedron *et al.* (2002) encontrou 71 ambientes distintos, sendo os mais expressivos compostos por mata secundária, lavouras e poteiros. Aproximadamente 80% das lavouras são cultivadas em solos susceptíveis a erosão com limitação forte a extremamente forte ao cultivo, porque estão localizadas em áreas de alta declividade (13 a 50%). As Unidades de produção agropecuária (UPA) possuem áreas médias de 10 hectares, caracterizando tipicamente um minifúndio, sendo que a cultura do fumo perfaz uma média de 1,7 ha por família. O fumo é cultivado, predominantemente, em sistema de preparo convencional (arado e grade) em solos de elevada declividade

e susceptíveis à erosão. Nessa cultura são utilizadas grandes quantidades de fertilizantes e agrotóxicos, e para a secagem do produto final é usada madeira proveniente de matas secundárias. Esse problema agrava-se quando as áreas estão em pontos de maior declividade do relevo ou em áreas com mata ciliar, pois são áreas estratégicas de preservação de mananciais e cursos de água. Os municípios de Jaguari e São Francisco de Assis contemplaram essa região e suas especificidades.

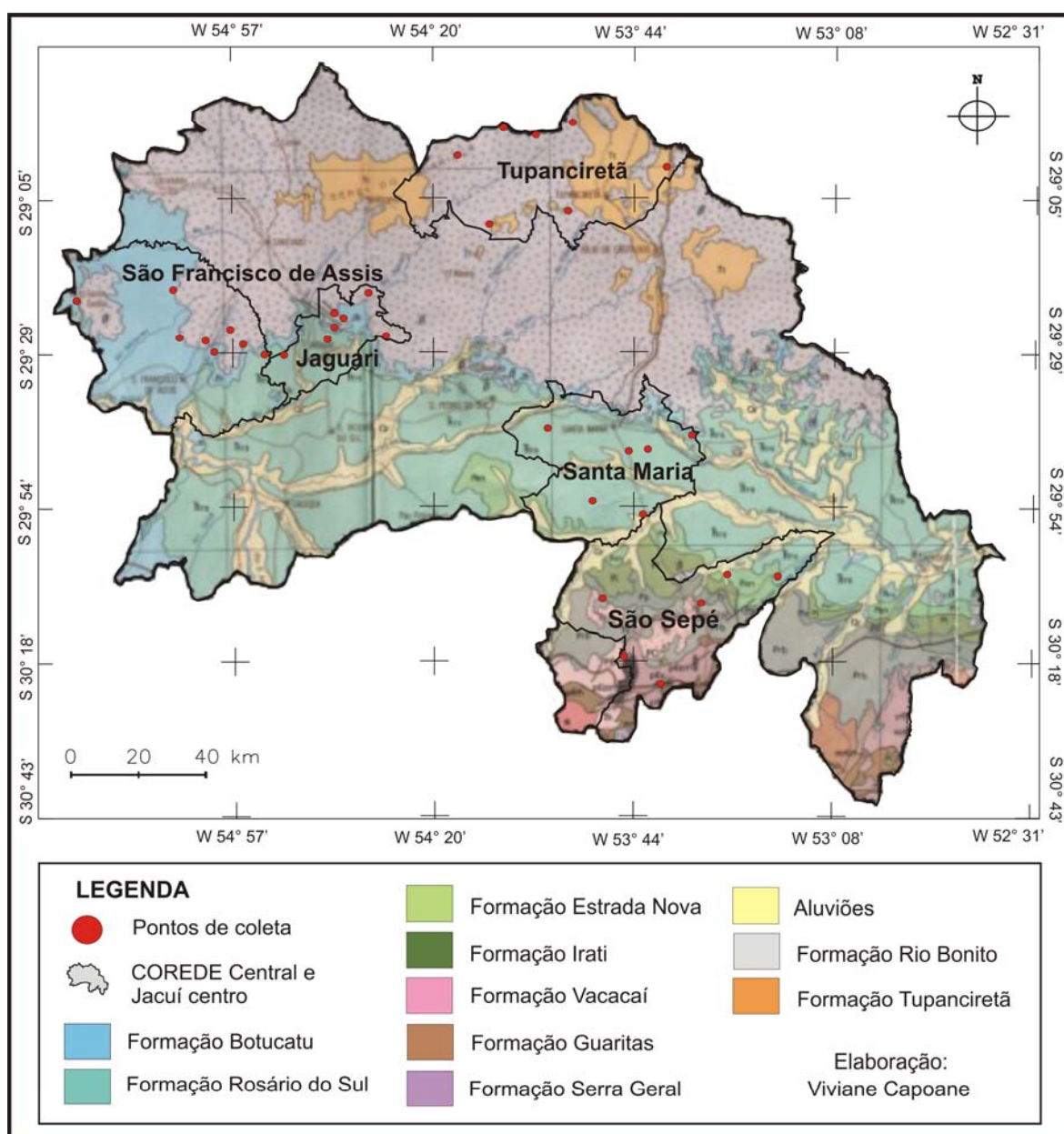


Figura 2 – Geologia dos municípios participantes e dos pontos monitorados no presente estudo.

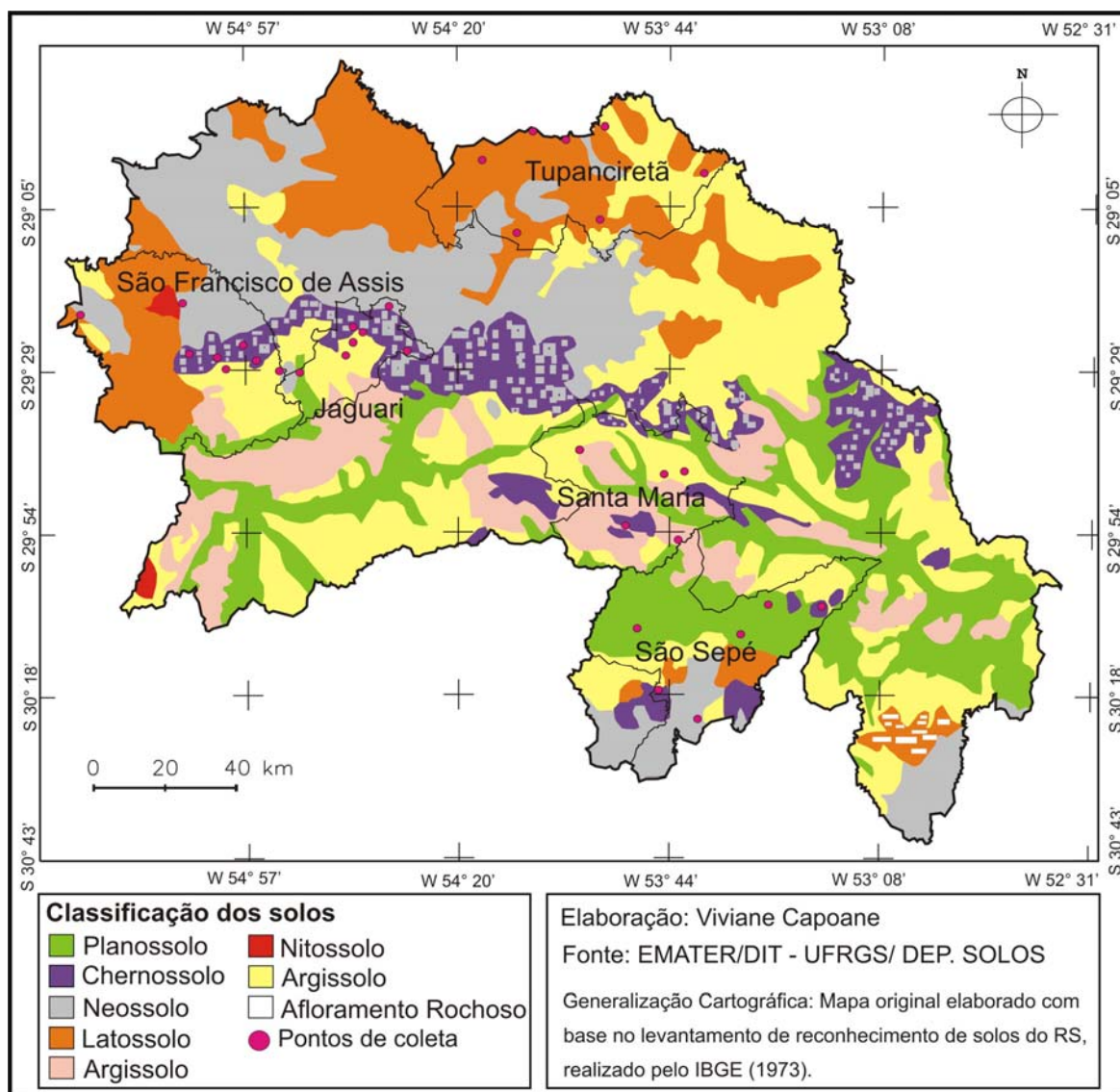


Figura 3 – Solos predominantes nos municípios participantes e nos pontos monitorados no presente estudo.

3.1.1 Caracterização dos pontos selecionados

Os municípios de Jaguarí, São Francisco de Assis, Santa Maria, São Sepé e Tupanciretã possuem 2.975; 4.642; 65.805; 5.943 e 5.433 alunos de escolas rurais e urbanas, respectivamente. No meio rural os alunos destes municípios estão distribuídos em 67 escolas rurais, mas boa parte destas está desativada devido ao grande fluxo de alunos do meio rural para estudar nas cidades. Assim,

muitas escolas de pequeno porte acabaram fechando suas portas e redirecionando os alunos para outras escolas rurais pólos.

As escolas e comunidades rurais selecionadas no presente estudo (Tabela 2) estão distribuídas nas áreas dos municípios de uma forma que contemple todas as características sócio-ambientais existentes (Figura 1). Ao todo, foram selecionadas 29 escolas rurais e 5 comunidades rurais, o que representa 3199 e 340 pessoas, respectivamente, que usufruem diretamente das águas analisadas. Registra-se que as escolas rurais apresentaram uma ampla variação de tamanho, que variaram de escolas com 8 a escolas com 314 alunos. Isto implicou em diferentes níveis orçamentários e também diferentes intervenções públicas por parte das prefeituras dos municípios.

Cada uma das escolas e comunidades rurais foi analisada quanto à declividade do terreno, à presença de estradas, à predominância da vegetação e de culturas comerciais, a pontos de poluição, ao tipo de solo predominante, ao tipo de captação de água, à existência de tratamento de esgoto, e outros, conforme a planilha de caracterização do ANEXO A. Os pontos monitorados foram fotografados, objetivando a caracterização do ambiente externo de cada local, registrando os sistemas de captação, armazenamento e distribuição de água e a higiene adotada (ANEXO B). Esta caracterização foi efetuada com o auxílio de bolsistas de iniciação científica no momento da realização da primeira coleta de água.

Tabela 2 – Municípios, comunidades e escolas rurais e número de usuários envolvidos no projeto de monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano em escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.

Município	Ponto de coleta	Local	nº aluno ou família
Jaguari	J1	E. E. de Ens. Médio Ijucapirama	312
	J2	E. M. de Ens. Fund. Felix Turchetti	10
	J3	E. M. de Ens. Fund. Catarina Patias Catellan	12
	J4	E. M. de Ens. Fund. Vanda Maria da Silva	226
	J5	E. E. de Ens. Fund. Ironita Witt Marques	72
	J6	E. E. de Ens. Fund. Maximiliano Cortiana	8
	J7	E. E. de Ens. Fund. Constante Patias	8
São Francisco de Assis	SF1	E. E. de Ens. Fund. Roque Gonzales	90
	SF2	Comunidade do Beluno	12 famílias ¹
	SF3	E. E. de Ens. Médio João Octávio Nogueira Leiria	314
	SF4	E. E. de Ens. Fund. São Conrado	98
	SF5	E. E. de Ens. Fund. Osvaldo Aranha	11
	SF6	E. M. de Ens. Fund. Gabriel Machado	25
	SF7	E. E. de Ens. Fund. João Aguiar	250
	SF8	E. M. de Ens. Fund. Ramão Guareschi	30
Santa Maria	SM1	E. M. de Ens. Fund. Major T. Penna de Moraes	157
	SM2	E. M. de Ens. Fund. Bernardino Fernandes	147
	SM3	Comunidade Passo das Tropas	13 famílias
	SM4	E. M. de Ens. Fund. Santa Flora	163
	SM5	E. M. de Ens. Fund. Irineu Antolini	33
	SM6	E. E. de Ens. Fund. Almiro Beltrame	169
São Sepé	SS1	E. E. de Ens. Fund. João Pessoa	210
	SS2	Comunidade Mata Grande	10 famílias
	SS3	E. E. de Ens. Fund. Coronel Chananéco	231
	SS4	E. E. de Ens. Fund. Eno Brum Pires	230
	SS5	Quilombola Passo dos Brumm	15 famílias
	SS6	Comunidade da Vila Schirmer	35 famílias
Tupanciretã	T1	E. M. de Ens. Fund. São Pedro	69
	T2	E. M. de Ens. Fund. Maria Aleydah de M. Marques	58
	T3	E. M. de Ens. Fund. Maria Olila Terra Bonumá	80
	T4	E. M. de Ens. Fund. Felix da Cunha	86
	T5	E. M. de Ens. Fund. Décio Sebastião Burtet	45
	T6	E. M. de Ens. Fund. Reassentamento Cachoeira	40
	T7	E. M. de Ens. Fund. Deodoro da Fonseca	15
Total	34		3539

¹Uma família equivale a quatro pessoas.

Observou-se que a agricultura e a pecuária são os principais poluidores dos recursos hídricos no meio rural. Por isso, foi importante a caracterização do entorno dos locais monitorados, a fim de identificar possíveis atividades que pudessem contaminar a água destinada ao consumo humano dos usuários e moradores. Dentre as atividades desenvolvidas, a cultura do fumo foi a predominante nos pontos monitorados nos municípios de São Francisco de Assis e Jaguari. Já no município de Santa Maria e São Sepé, a pecuária e a cultura do arroz foram as mais importantes. Em Tupanciretã a cultura da soja ocupava a maior parte do solo (Figura 4).



Figura 4 – Uso do solo, vegetação e relevo predominante no entorno de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS monitoradas.

3.1.2 Épocas e formas de amostragem

As amostragens da água consumida pelos usuários das escolas e comunidades rurais selecionadas foram efetuadas em três épocas específicas no prazo de um ano. Estas épocas estavam relacionadas com as principais atividades agrícolas potencialmente poluidoras dos recursos hídricos desenvolvidas nas áreas de coleta de água: 1º) instalação das culturas de verão, período entre setembro e novembro; 2º) colheita da cultura de verão, período entre fevereiro, março e abril; e 3º) implantação das culturas de inverno, que corresponde a maio, junho e julho. No período de instalação das culturas

agrícolas o uso de fertilizantes é grande, o que aumenta as chances transferência destes produtos para as águas, principalmente as águas superficiais. Já no período reprodutivo das culturas, mais especificamente antes e durante o estágio de floração, a aplicação de agrotóxicos e a adubação de cobertura são práticas rotineiras, o que também pode contribuir para a contaminação das águas.

A primeira coleta de água foi efetuada com o auxílio de alunos de iniciação científica, com a aplicação do questionário (ANEXO A) e a caracterização dos ambientes através de fotos. Neste momento também foi definido com cada Prefeitura Municipal um funcionário capacitado para receber treinamento de coleta de água, ficando este o responsável por efetuar a segunda e terceira coletas.

Para a realização das análises microbiológicas, as amostras de água foram coletadas em sacos plásticos esterilizados da marca Nasco, com capacidade para 100 mL. Para as determinações físicas, químicas e organolépticas de cada amostra de água, estas foram coletadas em frascos de plástico de 300 mL, previamente lavados com solução de limpeza de ácido clorídrico a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e água destilada. Os frascos foram abertos somente no local de coleta e preenchidos por completo, tampados e acondicionados em caixa térmica com gelo para o efetivo controle da temperatura. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas, em um prazo máximo de 12 horas, para o Laboratório de Análise de Águas Rurais (LAAR) a fim de realizar a caracterização química, física e microbiológica das amostras.

3.2 Análises da qualidade da água

3.2.1 Análises físicas

No LAAR, logo após a chegada, as amostras de água foram caracterizadas quanto a parâmetros físicos como cor aparente, turbidez, condutividade elétrica (CE) e Sólidos Dissolvidos Totais (SDT). A sua determinação foi efetuada através de um colorímetro de bancada, turbidímetro e condutivímetro de bancada Digimed

31, respectivamente, enquanto que os SDT foram estimados a partir da CE, pela equação 1 (Holanda & Amorim, 1997):

$$\text{SDT (mgL}^{-1}\text{)}=0,64 \text{ CE (}\mu\text{Scm}^{-1}\text{)} \quad (\text{Equação 1})$$

Entretanto, a multiplicação da CE por 0,64 só é recomendada para águas com CE inferior a 5.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

3.2.2 Análises químicas

As análises químicas das águas também foram realizadas no LAAR, onde se determinou o pH, a dureza e a concentração de nitrato, nitrito, cloreto, sulfato, fluoreto, sódio, cobre e zinco, sendo todos estes parâmetros previstos na Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

O pH das águas foi determinado com um pHmetro de bancada, no momento em que as amostras chegaram ao LAAR. A quantificação da dureza da água foi feita através da equação (Sperling, 2005), cujas concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} é em mg L^{-1} :

$$\text{Dureza (mgL}^{-1}\text{)}=50 \left[\left(\frac{\text{Ca}^{2+}}{20,0} \right) + \left(\frac{\text{Mg}^{2+}}{12,2} \right) \right] \quad (\text{Equação 2})$$

Para determinação do nitrato da água foi retirada uma alíquota de 20 mL da amostra e determinado por destilação em microkildjal, captado em ácido bórico e titulado com ácido sulfúrico.

A extração dos teores totais dos elementos catiônicos das amostras de água (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cu^{2+} e Zn^{2+}) foi realizada pela digestão de uma alíquota de 17,5 mL da amostra com 2 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4), acondicionado em tubo de digestão e aquecido à 150°C durante duas horas. Os teores de cálcio, magnésio, cobre e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o sódio por fotometria de emissão de chama.

Os elementos aniônicos (Cl^- , F^- , NO_3^- , NO_2^-) foram determinados por análise cromatográfica em um cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC) com coluna de troca iônica e detector de condutividade elétrica, da marca Sykam. Para tanto, logo que as amostras de água chegaram ao laboratório elas foram filtradas em filtro Millipore de $0,22 \mu\text{m}$ e armazenadas em frascos escuros, sob abrigo da luz, e sob refrigeração com temperatura controlada. As amostras foram injetadas manualmente no aparelho e cada ânion determinado produzia um pico com tamanho proporcional à sua concentração. A interpretação dos picos obtidos no cromatógrafo foi realizada com o auxílio do Software Peaksimple 356.

3.2.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas consistiram na determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais e de coliformes termotolerantes (*E. coli*). Para tal, 5,0 mL do meio de cultura de caldo Fluorocult LMX (MERCK, 17 g L^{-1} , pH 6,8 a $25 \text{ }^\circ\text{C}$) foi adicionado em um tubo de ensaio com tampa rosca e esterilizado em autoclave, sob pressão de 1,0 atm e temperatura de $121 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 20 min. Após resfriamento do material, na câmara de fluxo laminar efetuou-se as diluições de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} da amostra de água, com o auxílio de pipeta automática. As amostras foram incubadas em estufa por 24-36 h, sob temperatura controlada de $35\text{--}37 \text{ }^\circ\text{C}$. Após a incubação, os tubos foram expostos à luz ultravioleta e então, a presença de coliformes totais foi indicada pelo aparecimento da cor verde azulada e a presença de *E. coli* pela fluorescência azul. Em função do número de tubos com resultado positivo e da respectiva diluição utilizada estimou-se, por tabela estatística, o número mais provável de coliformes totais e de *E. coli*.

3.2.4 Interpretação dos dados obtidos

Os dados obtidos foram interpretados de acordo com as especificidades de cada parâmetro. Para turbidez e cor, que são parâmetros interpretados em relação à situação momentânea da água, e para coliformes totais e *E. coli*, onde

se baseia na ausência ou presença de microorganismos, o dado encontrado em cada coleta de água foi interpretado individualmente, sempre comparando os valores obtidos com os exigidos pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004). Em relação as variáveis químicas e algumas físicas (pH, condutividade, SDT, N-NO₃⁻, F⁻, Cl⁻, Dureza, Na⁺, Cu²⁺ e Zn²⁺) realizou-se uma média aritmética entre os valores obtidos nas três coletas efetuadas, e a interpretação foi baseada no valor médio encontrado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho foram separados em três sub-capítulos, a fim de melhorar a sua apresentação e discussão.

4.1 Situação higiênico-sanitária das escolas e comunidades rurais da Região Central do RS

Das 34 escolas e comunidades monitoradas, 22 delas (64,7%) apresentavam poços tubulares como sistema de captação de água e 12 (35,3%) possuíam algum sistema periférico de captação⁴, como fontes superficiais, vertentes, fontes drenadas ou até mesmo açudes (Figura 5) (Tabela 3). As águas advindas de sistemas periféricos de abastecimento são mais facilmente contaminadas, pois, geralmente, não apresentam critérios técnicos de construção. Conforme Gonçalves (2003), o acompanhamento técnico durante a construção da fonte é fundamental, pois caso o usuário não tome precauções necessárias como limpeza do local, lavagem das pedras e da lona plástica, higienização dos trabalhadores no momento da construção, etc., aumentará as chances de entrada de sujeira e a qualidade da água ficará comprometida. Além disso, a água captada superficialmente, ou oriunda de lençol freático pouco profundo, apresenta baixa proteção física do solo ou de rochas, o que as tornam mais propensas à contaminação. Assim, torna-se obrigatório o tratamento físico, através de filtros de areia ou de carvão ativado, e também o tratamento químico, via cloração, das águas originárias de sistemas periféricos de captação.

Constatou-se que dentre os 34 pontos monitorados, nenhum deles possuía sistema físico de tratamento de água e apenas cinco apresentavam sistema químico baseado na adição de cloro. Destes cinco sistemas, apenas um estava em perfeito funcionamento, o que atingia apenas 5,9% dos usuários (Tabela 3).

⁴ **Sistema periférico de captação de água:** todo o sistema que capta água superficial ou águas oriundas de lençol freático pouco profundo, não caracterizando poço tubular.

Pessoas leigas eram as responsáveis pelo uso dos equipamentos cloradores nas escolas e comunidades rurais estudadas, nem sempre utilizando corretamente as dosagens de cloro. Isto acarreta numa baixa eficiência no tratamento das águas, pois caso haja subdosagem aumentará a chance de contaminação da água com microorganismos, ou em caso de superdosagem poderá ocasionar a intoxicação dos usuários. A manutenção dos equipamentos também não era realizada de forma adequada, o que diminui a sua vida útil.



Figura 5 – Sistemas de captação de água de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS. (a) Poços tubulares; (b) Sistemas periféricos.

A cloração da água não é recomendada quando estas apresentam um conteúdo orgânico elevado, pois nesta situação o cloro pode reagir com o material orgânico em suspensão, o que formará substâncias conhecidas como trihalometanos, tóxicos e carcinogênicos para o homem (Tominaga & Mídio, 1999).

Este tipo de constatação somente pode ser feito através de análise química da água, ato este, realizado esporadicamente no meio rural.

Tabela 3 – Sistemas de captação, armazenamento, tratamento de água e destino do esgoto de 34 escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.

Parâmetro	Situação	Escolas/Comunidades		Número de usuários	
		Valor absoluto	%	Valor absoluto	%
Sistema de captação	Poço tubular	22	64,7	2124	60,0
	Sistemas periféricos ¹	12	35,3	1415	40,0
Sistemas de Armazenamento (caixa de água)	Concreto	1	2,9	312	8,8
	Amianto	11	32,4	1038	29,3
	Metálica	10	29,4	1471	41,6
	PVC	12	35,3	718	20,3
Limpeza do sistema de armazenamento	Até 6 meses	4	11,8	534	15,1
	Até 1 ano	17	50,0	1708	48,3
	Mais que 1 ano	3	8,8	373	10,5
	Mais que 2 anos	5	14,7	270	7,6
	Indefinido	5	14,7	654	18,5
Sistema de tratamento	Sem clorador	28	82,4	2662	75,2
	Com clorador inutilizado	5	14,7	667	18,8
	Com clorador funcionando	1	2,9	210	5,9
Destino do esgoto	Patente	2	5,9	324	9,2
	Superficial	5	14,7	921	26,0
	Fossa afastada	19	55,9	1632	46,1
	Fossa próxima ²	4	11,8	284	8,0

¹Entende-se por sistemas periféricos de abastecimento de água fontes comum e drenada, rios, açudes e poço comum.

²Entende-se por fossa próxima aquela que se encontra a uma distância menor do que 30 metros do ponto de captação de água destinada ao consumo humano.

Dentre os 34 pontos monitorados, 100% deles apresentavam sistema de armazenamento de água, com uma diversidade de formas, de material

constituente e de tamanhos (Figura 6). Na preservação da qualidade das águas para consumo humano, o seu armazenamento é tão importante quanto a sua captação.

O armazenamento de água é recomendado quando não há possibilidade do abastecimento contínuo direto da rede de abastecimento, seja por vazão insuficiente, seja por sistemas mal dimensionados. Assim, o reservatório domiciliar deve preservar rigorosamente a qualidade da água do sistema de abastecimento (Bom, 2002). Três aspectos devem ser levados em consideração em relação a esta etapa do abastecimento de água: (a) o material constituinte do equipamento; (b) o dimensionamento do sistema; (c) a manutenção adotada.

Em se tratando do material constituinte dos reservatórios dos pontos monitorados, mais de 30% possuíam reservatórios constituídos de amianto, o que corresponde a mais de 1000 pessoas (Tabela 2). A utilização de caixas de armazenamento de água feitas por esse tipo de material é prática comum no meio rural, pois era o material mais difundido em tempos atrás. O amianto é o nome comercial dado a um grupo de rochas que tem como característica uma alta abrasividade e alta resistência física e térmica (ABREA, 2007b). Devido a isso, quando este material entra no sistema respiratório humano causa uma série de irritações, o que pode acarretar o desenvolvimento de câncer ou então de fibrose pulmonar, quando atinge este órgão. A Associação Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), desde 1987, classifica a crisotila e outros tipos de amianto como pertencentes ao grupo I, caracterizado por apresentar evidências suficientes de carcinogenicidade em humanos (Nussbaumer & Dapper, 2007).

No RS, de 1999 a 2003 foram registrados 25 óbitos por Mesotelioma, sendo que destes, cinco casos apresentaram exposição ocupacional ao amianto (Nussbaumer & Dapper, 2007). O amianto é cancerígeno sob todas as formas e tipos e que na França morrem, anualmente, em torno de 2.000 vítimas desta matéria-prima, sendo 40% de mesotelioma de pleura e 60% de câncer no pulmão. Este trabalho desencadeou a lei que proibiu a partir de 01/01/1997 a importação, fabricação e venda de produtos que contenham o amianto em território francês. Tal decisão acarretou um efeito-dominó, culminando com a diretiva da União Européia que banuiu o amianto nos países membros (27 na atualidade) em 01/01/2005 (ABREA, 2007b). No Brasil, os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro,

Pará, Mato Grosso, Pernambuco e Mato Grosso do Sul possuem legislação própria sobre o uso e a proibição do amianto. O Estado do RS, através da Lei nº 11.643 de 21 de junho de 2001, dispõe sobre a proibição de produção e comercialização de produtos à base de amianto no Estado e dá outras providências. Assim, em nível Estadual a comercialização e uso de equipamentos com amianto na sua constituição é proibido e recomendam-se a substituição dos mesmos, principalmente os reservatórios de água que armazenam um produto consumido diariamente.

A utilização de caixas metálicas também está difundida no meio rural, onde 29% dos pontos monitorados (1471 pessoas) utilizam este tipo de equipamento (Tabela 3). O seu uso é devido à elevada capacidade de armazenamento aliado a custo reduzido. Contudo, a utilização de caixas metálicas para armazenar água pode ser um problema, pois caso a água apresente caráter ácido, ela poderá solubilizar metais como ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, presentes na estrutura de revestimento interno das caixas.

A caixa de PVC foi o modelo mais usado para o armazenamento de água, atingindo 35,3% dos estabelecimentos, porém, atende apenas 20% dos usuários pertencentes à área de estudo (Tabela 3). Para as escolas com grande número de alunos necessita-se de caixas com grande capacidade de armazenamento de água, o que torna caro a aquisição de caixas de PVC, sendo preferida as caixas metálicas.



Figura 6 – Sistemas de armazenamento de água de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.

Além do material que os constitui, o dimensionamento dos reservatórios também é importante, pois este deve ser proporcional ao número de usuários, não permitindo que a água permaneça estagnada por longos períodos nas caixas de água, bem como que também não comprometa o fornecimento de água em termos quantitativos. A manutenção de grandes quantidades de água parada e sem proteção pode tornar os reservatórios fontes de contaminação química, física e microbiológica. A água parada por períodos maiores que 24 horas permitem o desenvolvimento de algas e plantas nas paredes do reservatório, o que predispõe um ambiente de proliferação de microorganismos. Freitas *et al.* (1997) relatou que, em três bairros da região metropolitana do Rio de Janeiro, encontrou contaminação por coliformes totais e/ou termotolerantes da água aumentado de 8 e 9%, antes da reservação em caixas de água, e um aumento para 15 e 50% nas amostras tomadas após a reservação. Isto evidencia que a contaminação da água pode ocorrer no próprio domicílio. O mesmo autor também mostra a importância da limpeza periódica das caixas de água para diminuir esse percentual de contaminação. Além disso, a água possui um caráter corrosivo, e quando esta fica em contato com as paredes do reservatório por longos períodos, ela aumenta a degradação do material e a liberação dos seus constituintes.

Quanto à manutenção das caixas de armazenamento de água das escolas e comunidades rurais observadas, 11,8% delas realizavam a limpeza dos reservatórios de água a cada seis meses, 50,0% executavam esta operação pelo menos uma vez por ano, 8,8% limpavam os reservatórios entre um e dois anos, 14,7% limpavam os reservatórios em períodos maiores que dois anos e, surpreendentemente, 14,7% não tinham a informação de quando foi realizada a última limpeza dos reservatórios (Tabela 3).

A proliferação de algas e bactérias dentro dos reservatórios, devido à deposição de sujeira de água, principalmente quando ela não é filtrada, pode ocasionar o desenvolvimento de microorganismos que causam danos à saúde humana. Por isso existe a necessidade de promover, a cada seis meses, vistorias e limpezas nos reservatórios para proporcionar melhor qualidade da água (Macêdo, 2001), principalmente quando a água não recebe tratamento físico e químico. Constata-se que campanhas de limpeza de reservatórios de água são

importantes para a população do meio rural, pois suas águas dificilmente são filtradas e, assim, as contaminações intra-domiciliares podem ocorrer em reservatórios. Esse processo é dependente, principalmente, de práticas educacionais e da manutenção dos equipamentos hidráulicos domiciliares (Freitas *et al.*, 1997). Contudo, a maioria dos municípios brasileiros não possui uma política que vise manter a boa qualidade da água oriunda de reservatórios domiciliares, pois não se tem consciência dos graves problemas em que a água mal armazenada nestes sistemas pode trazer ao ser humano. As conseqüências estão relacionadas com a criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, com sérios impactos na saúde pública (Bom, 2002).

Quanto aos sistemas de coleta de esgotos observados, verificou-se que a fossa séptica foi o principal método de descarte utilizado nos pontos monitorados, onde 67,7% dos estabelecimentos possuem este sistema (Tabela 3). Entretanto, mais de 20% destas fossas foram construídas a uma distância menor que 30 metros do local de captação de água para consumo humano. A distância de 30 metros é uma margem de segurança recomendada para diminuir as chances de contaminação dos pontos de captação de água para consumo humano (Pedroto & Barroso, 1984). Esta distância entre os sistemas de captação de água e de descarte de esgoto deve ser ainda maior em locais situados sobre solos com horizontes arenosos, principalmente quando estes estão associados à presença de horizonte Bt. Este horizonte apresenta um impedimento físico ao fluxo vertical de água, devido ao elevado gradiente textural existente entre o horizonte Bt e o seu horizonte antecessor, o que torna preferencial o fluxo horizontal de água. Assim, o transporte de contaminantes da fossa séptica até um ponto de captação de água é facilitado, obrigando a utilização de maiores distâncias entre estes sistemas. Cabe destacar que em grande parte da Região Central do RS, principalmente na Depressão Central, predomina Argissolos que possuem o horizonte Bt (Figura 3). Portanto, nestes locais as precauções tomadas devem ser maiores na construção de fossas sépticas e na alocação dos sistemas de captação de água.

Outro fato preocupante é que o esgoto doméstico de aproximadamente 26,0% do total da população estudada (921 pessoas) está sendo descartado na superfície do solo ou então diretamente em córregos e rios (Tabela 3). Este tipo

de descarte de esgoto não é indicado, pois polui os recursos hídricos superficiais e aumenta as chances de proliferação de doenças. Além disso, em 6,0% das escolas, o uso de patentes tem sido um sistema complementar de descarte dos esgotos (Figura 7), contudo, este sistema permite a proliferação de insetos, de mau cheiro, além de ser de difícil manutenção.

Percebe-se que no meio rural é obrigatória a utilização de sistemas alternativos de destino do esgoto doméstico pelo fato de não existir nele rede pública de captação e tratamento. Mas, antes de construir empreendimentos deste tipo deve-se, primeiramente, tomar uma série de cuidados, principalmente na seleção do sistema, na escolha do terreno, na distância de mananciais hídricos e no dimensionamento.



Figura 7 – Sistemas de coleta de esgoto e descarte de lixo de algumas escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.

4.2 Qualidade da água para consumo humano fornecida às escolas e comunidades rurais da Região Centra do RS

4.2.1 Qualidade física das águas

Os valores médios de pH das águas das escolas e comunidades rurais variaram entre 4,2 e 8,3 (Tabela 4). Essa elevada amplitude é função da composição química das águas, que pode ser influenciada, dentre outros fatores, pela formação geológica que armazena a água, pelo nível de contaminação da água e pelo sistema de captação e armazenamento de água utilizado. Conforme estabelecido na portaria nº 518 de 2004 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004), o pH de águas destinadas ao consumo humano deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Assim, em 41,2% das escolas e comunidades monitoradas, a água consumida apresentou pH abaixo do estabelecido pelo Ministério da Saúde, o que envolve pelo menos 1564 pessoas. O baixo pH da água aumenta a sua corrosividade, o que se torna um problema principalmente quando a água é armazenada e transportada por sistemas metálicos. Dos 14 pontos que apresentaram água com pH abaixo do estabelecido, cinco pontos também possuíam reservatório metálico de água, o que comprometeu ainda mais a qualidade da água consumida por, no mínimo, 759 pessoas.

Verificou-se, ainda, uma estreita relação entre a condutividade elétrica e o pH da água. Amostras de água com pH menor que 6,0 também apresentaram valores de condutividade elétrica abaixo de $80 \mu\text{S cm}^{-1}$. Da mesma forma, as águas com pH mais elevado apresentaram também uma elevação nos valores de condutividade, decorrente de um maior teor de sais.

A concentração média de sólidos dissolvidos totais (SDT) das águas destinadas ao consumo humano dos pontos monitorados ficou entre 19 e 505 mg L⁻¹ (Tabela 4). Estes valores estão dentro do limite permitido pelo Ministério da Saúde (1000 mg L⁻¹ de SDT). O SDT foi maior nas águas oriundas de poços tubulares, comparativamente às águas coletadas superficialmente (Tabela 4). Isto se deve ao maior teor de sais que as águas subterrâneas apresentam na sua constituição, em virtude de estar em contato direto com a rocha matriz, que é

mais rica em nutrientes do que os solos dela derivados, que se encontram na superfície. Da mesma forma, os poços tubulares que exploram águas de rochas basálticas possuíam menor teor de SDT em relação às águas de poços tubulares abertos em rochas sedimentares. Isto fica evidenciado comparando a concentração de SDT das águas dos pontos monitorados no município de Tupanciretã (T1, T2, T3, T4, T5), onde os poços atingem rochas basálticas, e as águas coletadas nos pontos monitorados em São Sepé (SS1, SS2, SS4, SS5, SS6) e em Santa Maria (SM 4), onde os poços tubulares retiram águas de uma mistura de aquíferos, na sua maioria de origem sedimentar, com elevada concentração de sais (Figura 2). Águas com um teor elevado de SDT têm implicações negativas, como gosto prejudicado e maiores chances de queima de resistências elétricas e entupimento de tubulações.

Em cinco pontos de coleta de amostras de água (14,7%), os valores de turbidez e de cor aparente foram superiores aos estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2004), que são de 5 UT e 15 uH, respectivamente (Tabela 4). O número de pessoas que estão consumindo estas águas chega a 632. Estes cinco pontos estão compreendidos em sistemas periféricos de captação de água, poço superficial e vertente, nos quais podem ocorrer basicamente duas situações: (a) a entrada direta de partículas em suspensão com o escoamento superficial de água ou (b) através das paredes internas da vertente ou do poço pela inexistência ou precariedade das estruturas de revestimento ou pela falta de limpeza e manutenção.

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

Tabela 4 – pH, Sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez e cor das águas destinadas ao consumo humano em escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.

Ponto de coleta	pH ¹				SDT ¹				Turbidez ¹			Cor ¹		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
					----- mg L ⁻¹ -----				----- UT -----			----- uH ² -----		
----- Jaguari -----														
J1	6,5	5,3	5,9	5,9	19	12	30	20	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J2	6,9	7,3	6,7	7,0	119	250	130	166	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J3	6,5	5,7	5,9	6,0	64	47	69	60	6,0	0,0	9,9	15	0,0	40,0
J4	5,9	5,9	6,6	6,1	34	47	126	69	1,7	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
J5	7,6	7,7	7,4	7,6	209	261	144	205	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J6	6,8	7,7	4,9	6,5	12	259	14	95	30	0,0	0,0	90	0,0	0,0
J7	6,0	7,6	5,6	6,4	38	257	33	109	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
----- São Francisco de Assis -----														
SF1	5,0	4,8	5,1	5,0	26	22	24	24	3,0	0,4	1,6	10	0,0	5,0
SF2	7,6	7,3	7,3	7,4	129	134	144	136	6,1	1,5	2,4	15	5,0	5,0
SF3	6,0	5,6	6,0	5,9	56	47	43	49	0,4	3,8	11,9	0,0	10	60,0
SF4	5,4	5,7	5,5	5,5	31	31	31	31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF5	5,9	5,8	5,7	5,8	23	15	20	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF6	5,1	4,5	6,0	5,2	24	26	58	36	0,2	0,0	1,7	0,0	0,0	10,0
SF7	7,9	6,4	5,8	6,7	72	52	50	58	11	3,3	4,4	70	5,0	30,0
SF8	5,6	6,0	5,2	5,6	22	17	19	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
----- Santa Maria -----														
SM1	5,0	5,3	5,2	5,2	52	52	46	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM2	5,1	5,0	5,2	5,1	24	17	24	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM3	4,1	4,2	4,3	4,2	21	19	18	19	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM4	8,4	8,1	8,3	8,3	643	397	473	505	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM5	7,2	6,8	6,8	6,9	61	61	52	58	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM6	6,8	5,5	7,0	6,4	26	20	27	24	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
----- São Sepé -----														
SS1	7,3	6,0	4,4	5,9	137	138	132	136	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SS2	7,1	7,2	7,5	7,3	230	246	175	217	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SS3	7,2	7,0	6,9	7,0	44	47	47	46	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SS4	7,9	7,4	7,8	7,7	334	323	368	342	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SS5	7,4	6,6	7,2	7,1	114	171	183	156	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SS6	7,5	6,6	7,0	7,0	180	113	180	158	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
----- Tupaciretã -----														
T1	6,8	6,0	6,4	6,4	77	77	82	79	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
T2	5,9	5,5	5,5	5,6	38	38	31	35	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
T3	6,9	6,5	6,4	6,6	76	77	77	77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T4	7,0	6,8	7,0	6,9	86	93	86	89	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T5	5,8	5,6	5,7	5,7	39	38	38	38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T6	6,1	-	-	6,1	49	-	-	49	0,0	-	-	0,0	-	-
T7	5,9	5,9	5,6	5,8	22	101	100	74	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

¹Padrão de consumo: pH entre 6,0 e 9,5; SDT < 1000 mg L⁻¹; Turbidez < 5 UT; Cor aparente < 15 uH;

²Unidade Hazen (mg Pt-Co L⁻¹).

Levando em consideração os parâmetros de pH, SDT, turbidez e cor das águas destinadas ao consumo humano, verifica-se que 18 (53%) dos 34 pontos de coleta apresentam águas com pelo menos um dos parâmetros em desconformidade com os exigidos pela portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Chama a atenção que as oito escolas monitoradas no município de São Francisco de Assis estão com águas fora dos padrões de potabilidade (Tabela 4). Este município é o que apresenta o maior número de escolas e comunidades abastecidas com água oriunda de sistemas periféricos (5 de 8 pontos), o que implica em águas coletadas superficialmente e que apresentam um menor conteúdo de elementos químicos (diminuindo assim o seu pH) e também facilitando o aumento na turbidez e cor da água.

Contudo, mesmo os pontos que apresentam captação de água por poço tubular, que possui uma maior dificuldade para contaminar a água, também possuem águas com problema de cor e turbidez. Isto está atrelado especificamente à falta de manutenção da caixa de água.

4.2.1 Qualidade química das águas

Nas escolas e comunidades rurais onde as águas consumidas foram monitoradas, a concentração de N-NO_3^- das águas variou de $< 0,1$ a $15,8 \text{ mg L}^{-1}$. Nos sistemas periféricos de captação observou-se grande variabilidade entre as coletas, em virtude de a água ser mais suscetível à entrada de poluentes oriundos do uso do solo nas proximidades. Na maior parte destes pontos, a concentração de N-NO_3^- variou em função do período de coleta, sendo maior o teor nos períodos chuvosos (1º e 3º coleta) em relação ao período com menor precipitação (2º coleta) (Tabela 5Tabela 5). Já as águas subterrâneas, oriunda de poços tubulares, possuíram uma menor variabilidade entre as repetições, em função de que a característica destas águas depende, principalmente, da composição da rocha matriz, sendo menos sensível às variações de uso do solo e às precipitações ocorrentes. Contudo, a elevação dos teores de nitrato nas águas subterrâneas também pode indicar uma influência de fatores externos como:

esgotos domésticos (fossas, etc.), lixo, fertilizantes agrícolas ou despejos industriais (Shuval & Gruener, 1972).

Com exceção ao ponto SS1 (Escola Est. João Pessoa – São Sepé), os maiores teores de N-NO_3^- foram encontrados em águas oriundas de sistemas periféricos de captação (SS5, T7 e J3), comparativamente aos poços tubulares. Já a água proveniente de poços tubulares, principalmente os abertos sobre rochas basálticas (T1, T2, T4 e T6), apresentaram baixos teores de N-NO_3^- . Cita-se que poços rasos, com cerca de 15m ou menos de profundidade, apresentaram maiores concentrações de nitrato, comparativamente a poços profundos (Brooks & Cech, 1979).

O ponto SS1, mesmo sendo abastecido por um poço tubular de 60m de profundidade, apresentou um teor de N-NO_3^- de $13,6 \text{ mg L}^{-1}$ de água, sendo acima do estabelecido pela legislação ($10 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_3^-$) (Brasil, 2004). Para que um poço profundo possua água com alta concentração de nitrato ele deve ter atingido aquífero formado por rocha sedimentar com elevada porosidade e condutividade hidráulica, o que permitiria a movimentação de poluentes superficiais até grandes profundidades do terreno. A elevada concentração de nitrato na água não poderia ser oriunda do material de origem da rocha matriz, pois o nitrogênio é pouco encontrado na crosta terrestre. O consumo de águas com concentração de nitrato acima de 10 mg L^{-1} aumentam as chances do desenvolvimento de doenças como metemoglobinemia (Winton, 1971; Tyson *et al.*, 1992), principalmente em crianças (Lee, 1970), e também ao câncer e nascimento de bebês com deficiências motoras e/ou mentais (Arbuckle *et al.* 1988).

Similarmente, o ponto SS5 (Comun. Quilombola Passo dos Brumm – São Sepé) apresentou água com elevada concentração de nitrato ($15,8 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_3^-$) Este ponto era abastecido por um poço raso mal alocado e desprotegido, sendo parte da água coletada no telhado de uma residência. Assim, as chances de contaminação da água por nitrato eram grandes. Somando os usuários de água dos pontos SS1 e SS5, tem-se em torno de 270 pessoas consumindo água contaminada por nitrato. Verificou-se uma ampla variação na concentração de N-NO_3^- entre as três repetições (Tabela 5Tabela 5). Neste ponto, o sistema de captação de água também utiliza água da chuva, coletada via telhado, e a

composição química da água fica dependente da ocorrência de precipitações. Isto pode acarretar uma variação na concentração de elementos químicos da água entre as repetições quando a coleta de água foi feita em períodos secos e chuvosos.

A água do ponto T7 (Escola Munic. Deodoro da Fonseca - Tupanciretã) apresentou teor médio de $5,9 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_3^-$. Mesmo estando abaixo do limite estabelecido pelo MS, os teores aumentaram na segunda e terceira coleta (Tabela 5), muito provavelmente pela má alocação da fonte de água, que se situa no meio de uma área agrícola com criação de gado e cultivo de grãos. A primeira coleta de água foi realizada no inverno, em solo deixado em pousio, e com isso a concentração de N-NO_3^- foi baixa. A segunda coleta foi efetuada no período de desenvolvimento da cultura de verão (Milho - *Zea mays*) e a terceira na implantação da cultura do inverno (Aveia - *Avena estrigosa*), ambas adubadas com fertilizantes nitrogenados, o que elevou consideravelmente a concentração de N-NO_3^- da água. No período de desenvolvimento da aveia também foi solto gado bovino, que pode contribuir para o aumento da concentração de N-NO_3^- da água. Níveis de nitrato entre 20 e 44 mg L^{-1} foram encontrados associados a áreas de criação de gado em uma comunidade rural do Estado do Texas (Brooks & Cech, 1979).

A concentração de flúor das águas consumidas variou de $0,1$ a $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ e em muitos pontos monitorados ficou abaixo do nível de detecção do aparelho ($\text{F}^- < 0,1 \text{ mg L}^{-1}$). Parte disso se deve ao fato de que $32,4\%$ dos pontos exploram água superficial, a qual, geralmente, possui pouco flúor. Os pontos que exploram água subterrânea podem apresentar maior nível de flúor se a rocha matriz possuir mineral fluoretado na sua composição, o que não foi observado neste estudo. Assim, nenhum dos pontos monitorados apresentou águas com excesso de flúor, estando todos abaixo do limite estabelecido pelo MS (Portaria nº 518/2004), que é de $1,5 \text{ mg L}^{-1}$. Devido a sua baixa concentração, evidenciou-se a necessidade de fluoretação das águas a fim de evitar a ocorrência de cáries nas crianças, que são os principais usuários das águas dos pontos monitorados.

Tabela 5 – Níveis de alguns elementos aniônicos (N-NO₃⁻, F⁻, Cl⁻) das águas destinadas ao consumo humano em escolas e comunidades rurais da região Central do RS.

Ponto de coleta	N-NO ₃ ⁻				F ⁻				Cl ⁻			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}
----- mg L ⁻¹ -----												
----- Jaguarí -----												
J1	3,2	1,7	1,5	2,1	nd ²	nd	0,1	nd	0,3	0,2	0,1	0,2
J2	1,2	0,9	0,8	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	0,7	0,2	0,7
J3	3,6	2,9	2,8	3,1	nd	nd	nd	nd	0,8	0,4	0,3	0,5
J4	2,4	3,1	0,8	2,1	nd	nd	nd	nd	0,4	0,4	0,3	0,4
J5	0,7	1,3	0,7	0,9	nd	nd	0,1	nd	0,5	0,8	0,6	0,6
J6	1,5	1,1	1,2	1,3	nd	nd	0,1	nd	0,3	0,7	0,1	0,4
J7	1,1	1,0	0,3	0,8	nd	nd	nd	nd	0,2	0,8	nd	0,3
----- São Francisco de Assis -----												
SF1	1,3	1,1	1,4	1,2	nd	nd	0,1	nd	0,5	0,5	0,5	0,5
SF2	0,7	0,3	0,5	0,5	nd	nd	0,1	nd	0,8	0,3	0,3	0,5
SF3	1,8	1,2	1,5	1,5	nd	nd	nd	nd	0,3	0,2	0,1	0,2
SF4	2,9	2,3	2,6	2,6	nd	nd	0,2	0,1	0,4	0,4	0,3	0,4
SF5	2,1	1,3	1,7	1,7	nd	nd	0,1	nd	0,3	0,3	0,2	0,2
SF6	2,6	2,5	1,7	2,2	nd	nd	0,1	nd	0,2	0,2	0,2	0,2
SF7	2,5	1,3	1,8	1,9	nd	nd	0,1	nd	0,9	0,6	0,6	0,7
SF8	1,8	0,8	1,2	1,3	nd	nd	-	nd	0,2	0,2	-	0,2
----- Santa Maria -----												
SM1	1,9	1,7	1,1	1,6	nd	nd	nd	nd	0,9	1,1	1,0	1,0
SM2	2,3	2,7	2,2	2,4	nd	nd	nd	nd	0,5	0,3	0,3	0,3
SM3	1,8	2,2	2,1	2,0	nd	nd	0,1	nd	0,1	0,2	0,2	0,2
SM4	0,1	0,3	0,3	0,2	nd	nd	nd	nd	16,8	17,1	14,8	16,2
SM5	1,8	1,4	1,2	1,4	nd	nd	nd	nd	0,9	0,3	0,4	0,6
SM6	2,1	2,2	2,1	2,1	0,1	nd	0,1	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3
----- São Sepé -----												
SS1	14,6	13,6	12,6	13,6	nd	nd	0,1	nd	2,7	3,3	3,3	3,1
SS2	2,8	2,6	0,0	1,8	0,1	nd	0,2	0,1	0,6	0,5	0,6	0,6
SS3	0,4	0,0	0,3	0,2	nd	nd	nd	nd	0,3	0,2	0,2	0,3
SS4	1,7	1,4	1,2	1,4	0,1	nd	nd	nd	1,5	1,9	1,7	1,7
SS5	40,7	6,7	0,1	15,8	0,1	nd	0,1	0,1	3,0	2,4	0,5	2,0
SS6	0,5	0,4	-	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,5	0,5	0,6
----- Tupaciretã -----												
T1	0,9	0,5	0,1	0,5	0,1	nd	nd	nd	1,1	0,5	0,3	0,6
T2	0,0	0,0	0,1	0,0	nd	nd	nd	nd	0,2	0,1	0,4	0,3
T3	1,2	2,0	2,0	1,7	nd	nd	0,1	nd	9,6	0,5	0,4	3,5
T4	0,2	0,4	0,8	0,5	nd	nd	0,1	nd	1,5	0,1	0,1	0,6
T5	0,9	1,0	1,2	1,0	0,1	nd	nd	nd	0,1	0,3	0,3	0,2
T6	0,1	-	-	0,1	nd	-	-	nd	0,3	-	-	0,3
T7	0,9	7,7	9,2	5,9	0,1	nd	nd	nd	0,4	1,6	1,8	1,3

¹ Padrão de consumo: N-NO₃⁻ < 10 mg L⁻¹; F⁻ < 1,5 mg L⁻¹; Cl⁻ < 250 mg L⁻¹.

² nd: valor abaixo do nível de detecção do aparelho (N-NO₃⁻ < 0,1 mg L⁻¹; F⁻ < 0,1 mg L⁻¹; Cl⁻ < 0,1 mg L⁻¹).

³ "-": não analisado.

O nível de cloreto das águas variou de 0,2 a 16,2 mg L⁻¹, sendo encontrado os maiores valores sempre em águas subterrâneas. Pelo fato do cloreto ser muito móvel, dificilmente ele será encontrado em grandes concentrações em águas coletadas superficialmente devido a sua diluição. Já as águas subterrâneas conseguem manter um maior nível de cloreto devido ao impedimento físico que as camadas de rocha e de solo apresentam, limitando a sua perda para outros meios. Assim como ocorreu com o flúor, em nenhum dos pontos monitorados a concentração de cloreto das águas superou o limite de 250 mg L⁻¹ estabelecido pelo MS (Portaria nº 518/2004).

A dureza das águas foi mais um parâmetro que compôs a caracterização das águas destinadas ao consumo humano e seus valores variaram de 5,9 a 129 mg L⁻¹ (Tabela 6). Novamente, os maiores teores de dureza foram encontrados em águas subterrâneas, que tem o seu teor de elementos químicos dependente da composição da rocha matriz. Nenhum dos pontos monitorados apresentou águas com teores acima do estabelecido pela legislação vigente, que é de 500 mg L⁻¹ (Portaria do MS nº 518/2004).

A concentração de sódio das águas analisadas variou de 0,3 a 277 mg L⁻¹ (Tabela 6) em função da sua origem. Os maiores teores de sódio foram encontrados em águas oriundas de poço tubular e os menores em águas coletadas superficialmente. Seus principais minerais fonte (feldspatos plagioclásios) são pouco resistentes ao intemperismo e os sais formados nestes processos são muito solúveis. O sódio se solubiliza facilmente em água e, portanto, grandes quantidades deste elemento serão encontradas no ambiente aquático, principalmente em locais onde não existam movimentação e troca periódica da água. Assim, as águas subterrâneas, na maioria das vezes, apresentarão maiores teores de sódio em relação às águas superficiais, principalmente quando a rocha matriz possuir sais de sódio na sua constituição. Tem-se como exceção regiões costeiras, onde águas superficiais do continente têm grande concentração de sódio devido à influência das marés.

O ponto SM4 (Escola Mun. Santa Flora – Santa Maria) foi único que apresentou água com teor de sódio acima do limite de 250 mg L⁻¹ (Portaria nº 518/2004 do MS) (Tabela 6), o que representa mais de 160 alunos consumindo

água imprópria. Este ponto possui um poço tubular que explora águas oriundas do Grupo Rosário do Sul, que atingiu os Membros Passo das Tropas e Alemoa, rochas estas que originam aquíferos e aquícludes que podem produzir águas ditas salobras, ou com elevada concentração de sais. Portanto, a abertura de poços tubulares nesta região é problemática e merece a atenção de técnicos especializados. As águas subterrâneas oriundas de formações de rochas sedimentares (J5, SF2, SM4, SS2, SS4, SS6) apresentaram maior teor de sódio comparado às águas de rochas basálticas (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7) (Tabela 6). Pelo fato das formações sedimentares possuírem maior porosidade e interação com a água, a dissolução e a entrada de sais é facilitado, o que aumenta a concentração de elementos químicos nas águas armazenadas comparativamente as rochas de origem vulcânica. Além disso, toda a Depressão Central do RS tem vestígios de formação marinha, o que aumenta as chances de encontrar águas subterrâneas salobras. Já a água advinda de rochas basálticas possui teor de sódio semelhante às águas superficiais, principalmente pelo basalto ser uma rocha pobre em minerais formados desse elemento.

Os teores de cobre e zinco das águas de todos os pontos monitorados ficaram abaixo do limite estipulado pelo Ministério da Saúde (2,0 e 5,0 mg L⁻¹ para Cu²⁺ e Zn²⁺, respectivamente) (Tabela 6), não representando um risco para saúde dos consumidores. Em muitos pontos não foram nem mesmo detectadas quantidades suficientes destes elementos para leitura em espectrofotômetro de absorção atômica. Contudo, isto não representa um problema pelo fato de que os teores limites exigidos pelo MS são elevados. Como o Cu²⁺ e Zn²⁺ são muito reativos com partículas sólidas como óxidos e compostos orgânicos, eles estão adsorvidos às partículas sólidas. Estas, na sua maioria, são precipitadas no fundo dos poços, vertentes e reservatórios de água.

Tabela 6 – Níveis de alguns elementos catiônicos (Na^+ , Cu^{2+} e Zn^{2+}) e dureza das águas ofertadas para consumo humano em escolas e comunidades rurais da região Central do RS.

Ponto de coleta	¹ Dureza				¹ Na^+				¹ Cu^{2+}				¹ Zn^{2+}			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}	1 ^a	2 ^a	3 ^a	\bar{x}
----- mg L ⁻¹ -----																
----- Jaguari -----																
J1	11,0	3,9	17,8	10,9	0,8	1,1	nd ²	0,6	nd	0,1	nd	nd	nd	3,6	3,0	2,2
J2	44,0	23,2	30,1	32,4	19,1	-	16,8	18,0	0,1	nd	nd	nd	nd	0,6	0,5	0,4
J3	36,3	7,7	24,5	22,8	3,9	12,8	3,4	6,7	nd	nd	nd	nd	nd	0,4	nd	0,1
J4	13,4	8,5	34,4	18,8	2,4	12,8	17,2	10,8	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd	0,1
J5	82,8	27,2	40,3	50,1	21,2	-	17,8	19,5	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd
J6	5,9	26,0	6,5	12,8	0,9	-	nd	0,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
J7	13,5	24,1	12,5	16,7	2,7	-	2,2	2,5	nd	nd	nd	nd	3,7	nd	1,0	1,6
----- São Francisco de Assis -----																
SF1	6,9	4,8	6,1	5,9	1,7	1,6	1,7	1,7	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	0,6	0,2
SF2	56,9	29,4	35,4	40,6	32,4	21,0	19,4	24,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd
SF3	39,4	23,9	18,0	27,1	2,9	2,6	1,2	2,2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	0,1
SF4	1nd	9,5	8,5	9,3	0,8	0,9	0,6	0,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	0,1
SF5	1nd	11,4	8,0	9,8	0,2	0,8	0,4	0,5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,4	0,1
SF6	12,7	8,9	35,5	19,0	0,4	0,4	0,4	0,4	nd	nd	nd	nd	0,3	nd	0,1	0,1
SF7	38,5	21,5	20,6	26,9	2,7	2,8	1,8	2,4	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd
SF8	7,8	7,7	5,1	6,9	0,2	0,7	nd	0,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	0,1
----- Santa Maria -----																
SM1	23,4	17,3	15,6	18,8	3,6	3,4	2,3	3,1	nd	nd	nd	nd	0,1	0,1	0,1	0,1
SM2	12,3	9,3	7,6	9,7	1,7	1,9	1,2	1,6	nd	nd	nd	nd	0,1	0,1	nd	0,1
SM3	9,1	8,4	6,5	8,0	0,6	1,1	0,3	0,7	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd
SM4	10,1	9,3	7,5	9,0	297	270	262	276	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd	0,1
SM5	8,8	10,5	1,4	6,9	15,3	15,5	12,3	14,3	nd	nd	nd	nd	nd	0,9	nd	0,3
SM6	14,3	11,4	13,0	12,9	0,7	0,5	0,1	0,5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
----- São Sepé -----																
SS1	54,8	51,4	32,7	46,3	9,5	14,0	15,9	13,1	nd	nd	nd	nd	0,2	0,2	0,1	0,2
SS2	141	198	47,9	129	10,5	17,2	29,0	18,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
SS3	30,1	24,9	22,5	25,8	3,4	5,2	3,3	4,0	nd	nd	nd	nd	1,0	0,3	nd	0,4
SS4	92,0	74,8	75,9	80,9	128	88,8	86,9	101	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd
SS5	50,7	44,3	51,7	48,9	8,1	7,8	38,6	18,2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
SS6	58,9	43,2	47,5	49,9	42,8	23,9	23,7	30,2	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd	0,1
----- Tupaciretã -----																
T1	29,1	25,9	25,4	26,8	8,2	9,8	6,8	8,3	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	0,4	0,2
T2	14,5	13,4	10,9	12,9	2,5	4,2	2,9	3,2	nd	nd	nd	nd	0,2	0,7	nd	0,3
T3	41,4	40,6	36,7	39,5	2,3	3,0	2,1	2,4	nd	nd	0,1	nd	0,1	0,3	nd	0,1
T4	50,8	46,8	53,3	50,3	2,9	2,0	3,6	2,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
T5	22,3	14,5	14,6	17,1	2,2	1,5	2,3	2,0	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd
T6	23,4	-	-	23,4	3,0	-	-	3,0	nd	-	-	nd	0,1	-	-	0,1
T7	15,2	43,8	37,7	32,2	0,1	3,5	5,2	2,9	nd	nd	nd	nd	nd	0,5	nd	0,2

¹ Padrão de consumo: Dureza < 500 mg L⁻¹; Na^+ < 200 mg L⁻¹; Cu^{2+} < 2,0 mg L⁻¹; Zn^{2+} < 5,0 mg L⁻¹.

² nd: valor abaixo do nível de detecção do aparelho (Na^+ < 0,1 mg L⁻¹; Cu^{2+} < 0,1 mg L⁻¹; Zn^{2+} < 0,1 mg L⁻¹).

³ “-“: não analisado.

De uma forma geral, dos 34 pontos monitorados apenas três possuem água com algum parâmetro químico em desconformidade com os limites exigidos pelo Ministério da Saúde. Os pontos são o SS1 (Escola Est. João Pessoa – São Sepé) e SS5 (Comun. Quilombola Passo dos Brumm – São Sepé), com excesso de N-NO_3^- , e SM4 (Escola Mun. Santa Flora – Santa Maria), com excesso de Na^+ . Isto representa mais de 430 alunos e pais (12,2%) consumindo água fora dos padrões de potabilidade estipulados pelo MS. Estes problemas são de difícil correção, pois o SS1 e SM4 exploram água subterrânea, cujo tratamento da água torna-se caro, e SS5 é uma fonte superficial mal alocada e mal construída, não compensando o tratamento, mas sim a sua substituição. Assim, torna-se necessário a interdição das vertentes que abastecem as escolas e comunidades listadas, tendo em vista que a correção das contaminações é inviável, bem como a construção de novos sistemas de captação de água.

4.2.3 Qualidade microbiológica das águas

A presença de coliformes totais foi detectada nas águas de 21 (61,8%) dos 34 pontos monitorados em pelo menos uma das três coletas realizadas. Isso ocorreu em 11, 17 e 7 pontos na primeira, segunda e terceira coleta, respectivamente (Tabela 7). Destes, 13 pontos (36,9%) tiveram águas contaminadas em pelo menos duas coletas (Tabela 7). Os 21 pontos com água contaminada correspondem a mais de 2.350 pessoas (66,4%) que estão consumindo água fora dos padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 518/2004). Conforme esta portaria, em amostras individuais procedentes de sistemas alternativos de abastecimento (poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada), somente será tolerada a presença de coliformes totais na ausência de *E. coli*. No entanto, deve-se investigar a origem da fonte de contaminação, tomar as providências imediatas de carácter corretivo e preventivo e, subsequentemente, realizar nova análise de coliformes.

Cabe, portanto, identificar as fontes de contaminação das águas dos 21 pontos monitorados que tiveram a presença de coliformes totais confirmada em

pelo menos uma das coletas. Enquanto isso, a interdição do fornecimento desta água se torna obrigatória até que seja identificado o foco de contaminação das águas e a remediação do problema, seja através do tratamento da água ou pela substituição do sistema de captação ou armazenamento dessa água.

Dos 34 pontos monitorados, nove (26,5%) apresentaram águas contaminadas por *E. coli*, em pelo menos uma das três coletas efetuadas (Tabela 7), o que atinge aproximadamente 970 consumidores (27,5%). Conforme preconiza o Ministério da Saúde, águas destinadas ao consumo humano devem ser ausentes de contaminação por *E. coli* (Portaria nº 518/2004 do MS). Dos pontos contaminados, apenas três apresentaram *E. Coli* nas águas em mais de uma coleta, o que representa mais de 480 pessoas (13,6%), sendo que 8,8% dos pontos estão com águas comprometidas por períodos superiores a seis meses do ano, que é o período entre a realização de duas coletas.

O Município de São Francisco de Assis apresentou o maior número de fontes com água contaminada por coliformes totais e *E. coli* (Tabela 7). Dos oito pontos monitorados neste município, seis apresentaram água com coliformes totais na primeira coleta e sete na segunda, repetindo valores em seis pontos, e um único ponto na terceira coleta. Já a presença de *E. coli* foi observada na água de cinco pontos monitorados, sendo que dois pontos apresentaram contaminação em duas coletas. Quatro dos oito pontos possuem sistemas periféricos de captação de água, os quais têm maiores chances de contaminar as águas. A agravante é que praticamente todos os pontos estão localizados em escolas onde a água é fornecida às crianças, as quais apresentam maior suscetibilidade à ação de organismos patogênicos que possam estar presentes.

O município de Tupanciretã foi o que apresentou as águas com menor contaminação microbiológica (Tabela 7). Dos sete pontos monitorados, apenas dois apresentaram contaminação por coliformes totais e nenhum com *E. coli*. Isto é justificado por dois motivos: (a) Tupanciretã é o município com maior número de pontos abastecidos por poços tubulares (6 de 7 pontos), o que diminui as chances de contaminação microbiológica das águas. Neste município, o ponto T7 (Escola Mun. Deodoro da Fonseca) foi o único que apresentou águas contaminadas por coliformes totais em duas das três coletas efetuadas. Este ponto é justamente o único do município que capta água superficialmente, através de uma fonte

alocada em meio a uma lavoura. (b) Anualmente, a Prefeitura Municipal realiza limpeza e desinfecção dos reservatórios de água das escolas rurais. Assim, além de ter água com uma maior garantia de qualidade por advir de poços tubulares, a manutenção adotada nos reservatórios não permite que esta água seja contaminada no percurso até as torneiras.

Observa-se relação direta da contaminação microbiológica da água com o sistema de captação utilizado. Entre os 12 sistemas periféricos de captação de água, oito (66,6%) apresentaram contaminação por coliformes totais e todos em pelo menos duas coletas. Já dos 22 poços tubulares monitorados, apenas cinco (22,7%) apresentaram contaminação microbiológica em pelo menos duas coletas. Brooks & Cech (1979) constataram que poços com menos de 15 metros de profundidade apresentam altas concentrações de coliformes fecais ou streptococos fecais.

Além disso, a contaminação microbiológica da água também tem uma relação positiva com a falta de manutenção e limpeza dos sistemas de captação e de armazenamento de água. Quanto maior o prazo sem limpeza das caixas de água maior será a possibilidade deste tipo de contaminação.

Tabela 7 – Presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em águas para consumo humano das escolas e comunidades rurais da Região Central do RS.

Ponto de coleta	¹ Coliformes totais			¹ <i>Escherichia Coli</i>		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
----- NMP 100 mL ⁻¹ H ₂ O -----						
----- Jaguarí -----						
J1	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J3	4,4	0,0	49,0	4,4	0,0	0,0
J4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J5	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0
J6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
----- São Francisco de Assis -----						
SF1	7,7	12,0	0,0	4,4	1,9	0,0
SF2	49,0	27,0	0,0	12	0,0	0,0
SF3	12,0	6,8	0,0	0,0	4,0	0,0
SF4	1,9	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF5	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0
SF6	1,9	10,0	127,0	0,0	0,0	1,9
SF7	33,0	7,7	0,0	1,9	4,4	0,0
SF8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
----- Santa Maria -----						
SM1	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM3	45,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SM4	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
SM5	0,0	33,0	6,8	0,0	0,0	4,0
SM6	0,0	78,0	1,9	0,0	0,0	0,0
----- São Sepé -----						
SS1	0,0	0,0	33,0	0,0	0,0	0,0
SS2	0,0	0,0	27,0	0,0	0,0	0,0
SS3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SS4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SS5	1,9	6,8	0,0	0,0	1,9	0,0
SS6	0,0	4,4	33,0	0,0	1,9	1,9
----- Tupanciretã -----						
T1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T3	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
T4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T6	0,0	-	-	0,0	-	-
T7	12,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0

¹Padrão de consumo humano: Ausência de Coliforme total, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em 100ml de água.

4.3 Relação causa-problema e sugestões para sua amenização

Dos 34 pontos monitorados, 25 (73,5%) apresentaram água com, no mínimo, um parâmetro fora dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde em, pelo menos, uma coleta e 15 pontos (44,1%) possuíam água com problemas em, pelo menos, duas coletas. A legislação brasileira (Brasil, 2004) prevê que a frequência de retorno dos problemas também tem que ser considerada para qualificar o nível de gravidade da contaminação da água analisada. Então, os pontos com águas com problemas observados em duas ou mais coletas foram considerados mais graves. Em função disso, e com base nas visitas aos locais monitorados, classificaram-se os problemas encontrados em diferentes níveis de gravidade, com o intuito de identificar as possíveis causas de contaminação da água. Os problemas relacionados com a qualidade da água ofertada nos pontos monitorados foram classificados em:

(a) gravidade baixa, quando as águas apresentavam um único parâmetro em desconformidade com a Portaria nº 518 do MS e quando o mesmo poderia ser resolvido com substituição e/ou manutenção do sistema de armazenamento de água;

(b) gravidade alta, quando as águas apresentavam mais de um parâmetro em desconformidade com a Portaria nº 518 do MS e/ou quando o problema poderia ser resolvido apenas com a substituição e/ou manutenção do sistema de captação de água.

Uma observação foi feita em relação à presença de coliformes, onde se considerou: (a) problema de gravidade baixa quando foi verificado resultado positivo de presença em apenas uma coleta; e (b) gravidade alta quando a presença de coliformes se deu em duas ou mais coletas. Quanto ao pH das águas, considerou-se problema de gravidade alta somente quando o pH abaixo de 6,0 estava associado à presença de caixa metálica de armazenamento de água.

A partir da detecção do tipo de problema, algumas sugestões foram elaboradas como alternativas de solução aos problemas relatados (Tabela 8).

No município de Jaguari, dos sete pontos monitorados, cinco apresentaram algum problema relacionado ao sistema de abastecimento e/ou qualidade da água (Tabela 8). A Escola Est. Ijucapirama (ponto J1) possuía caixa de armazenamento de água de concreto e não realizava a limpeza periódica da mesma. Com isso, acabou por apresentar águas contaminadas por coliformes totais em uma das três coletas realizadas. Desta forma, o nível de gravidade dos problemas observados foi considerado baixo, recomendando-se a substituição da caixa de concreto por outra de PVC ou fibra e também a sua limpeza periódica. A caixa de água não pode ser metálica, pois o pH da água é menor que 6,0, e isso acarretaria problemas como dissolução dos materiais de revestimento da parede da caixa de água. A Escola Est. Felix Turchetti (Ponto J2) apresentou problema de gravidade baixa, relacionado com a existência de uma caixa de armazenamento de água de amianto, a qual deve ser substituída.

A Escola Mun. Catarina Patias Catellan (Ponto J3) foi o ponto mais problemático deste município, pois sua fonte de captação era superficial, estava mal alocada e também possuía caixa de água de amianto. Por isso, a água desta escola apresentou problemas relacionados à turbidez, cor, coliformes totais e *E. coli*. Sendo assim, o nível de gravidade dos problemas foi considerado alto e, para saná-los, recomendou-se a substituição imediata da fonte de captação e da caixa de armazenamento de água.

A Escola Est. Vanda Maria da Silva (ponto J4) possuía fonte de captação de água inadequadamente alocada, situada ao lado de um açude e a menos de 4 metros de uma lavoura. Contudo, as águas analisadas não apresentaram problema algum em todos os parâmetros medidos. Ainda assim, por questão de prevenção, recomendou-se a substituição da fonte de captação de água, pois a atual não apresentava segurança sobre a qualidade da água ofertada.

A Escola Est. Ironita Witt Marques (ponto J5) possuía água contaminada por coliformes totais em apenas uma das coletas (Tabela 8). Contudo, este ponto era abastecido por um poço tubular bem alocado e possuía uma caixa de água de fibra bem protegida. Logo, é possível que o problema com coliformes advenha, provavelmente, da falta de limpeza da caixa de água, por isso foi considerado um problema de nível baixo.

Na Escola Est. Maximiliano Cortiana (ponto J6), as águas ofertadas apresentavam problemas com turbidez e cor. O sistema de captação de água era fonte superficial, a qual se encontrava bem protegida em meio a uma mata natural. Portanto, o problema observado advinha de materiais orgânicos oriundos da própria mata que caíam na vertente de água, o que foi considerado de baixa gravidade. Para este ponto recomendou-se a limpeza e a maior proteção da fonte, além da limpeza periódica da caixa de armazenamento de água. Por fim, a Escola Est. Constante Patias (ponto J7) não apresentou problema algum com as águas ofertadas. Este ponto possui um poço tubular com seis meses de uso e também uma caixa de fibra para o armazenamento de água, o que justificou a boa qualidade da água coletada.

No Município de São Francisco de Assis, todos os oito pontos monitorados apresentaram águas com alguma limitação ao consumo humano (Tabela 8). O principal problema enfrentado foi a contaminação das águas por coliformes totais e *E. coli* (pontos SF1; SF2; SF3; SF4; SF5; SF6 e SF7), sendo que seis destes pontos apresentaram águas com contaminação microbiológica em mais de duas coletas (Tabela 7).

A Escola Est. Roque Gonzáles (ponto SF1) apresentou água com problemas de gravidade alta, relacionados à contaminação microbiológica em duas das três coletas efetuadas. A água que abastece esta escola era coletada superficialmente através de um poço raso mal alocado, o que se acreditou ser a fonte da contaminação. Isso obriga a substituição imediata do sistema de captação de água (Tabela 8).

A análise da água ofertada na Comunidade Beluno (ponto SF2) indicou contaminação microbiológica em duas das três coletas efetuadas, o que se considerou problema de gravidade alta. Além disso, ela também apresentou turbidez e cor acima do estabelecido pelo MS (Brasil, 2004). O ponto SF2 era abastecido por poço tubular bem alocado, então, a contaminação microbiológica provavelmente tenha relação com a falta de manutenção da caixa de armazenamento da água. Para a resolução do problema, recomendou-se a limpeza periódica da caixa de armazenamento de água.

A Escola Est. João O. N. Leiria (ponto SF3) foi a que possuía água com maior número de problemas observados dentre os oito pontos monitorados em

São Francisco de Assis. Além de apresentar água com pH abaixo de 6,0 em associação a reservatório metálico, também possuía água contaminada por coliformes totais em duas coletas e *E. coli*, turbidez e cor em uma coleta (Tabela 4 e Tabela 7). O ponto SF3 tinha sua fonte alocada ao lado de um arroio, sendo que as águas de ambas tinham comunicação direta. Desta forma, era esperado que a água da fonte apresentasse uma série de limitações para o consumo. Para sanar estes problemas de gravidade alta, recomendou-se a substituição da fonte de captação de água e também a troca do reservatório metálico por um de fibra ou PVC.

A Escola Est. São Conrado (ponto SF4) também apresentou suas águas contaminadas por coliformes totais em duas coletas, problema este considerado de gravidade alta. Além disso, a água consumida nesta escola possuiu pH abaixo de 6,0, mas como o reservatório era de fibra o problema não foi considerado relevante. Esta escola era abastecida por um poço tubular, mas o reservatório não era limpo anualmente, o que indicou que contaminação microbiológica estaria ocorrendo na caixa de água. Portanto, recomendou-se a limpeza do reservatório ao menos uma vez por ano, a fim de prevenir eventuais contaminações.

Na Escola Est. Osvaldo Aranha (ponto SF5), a água consumida pelos usuários, que advinha de poço tubular, apresentou contaminação por coliformes totais e seu pH ficou abaixo de 6,0. Estes problemas foram considerados de baixa gravidade, pois os coliformes foram encontrados em apenas uma coleta e o reservatório não era metálico. O reservatório era de amianto, o que obrigou a sua substituição por outro de fibra ou de PVC. Além disso, aconselhou-se uma maior limpeza para evitar a contaminação microbiológica.

A Escola Mun. Gabriel Machado (ponto SF6) foi a que apresentou água com maior contaminação microbiológica, tendo as três coletas com resultado positivo para coliformes totais e uma coleta para *E. coli*, problemas estes considerados de alta gravidade. Além disso, a água também apresentou pH abaixo de 6,0, mas como o reservatório era de fibra o problema foi desconsiderado. A grande contaminação microbiológica da água é fruto da péssima alocação da fonte de captação de água, que se situa em um potreiro do vizinho da escola, num nível do terreno abaixo da sede da propriedade. Assim, toda a água escoada superficialmente da pastagem, além da percolação dos

resíduos da fossa séptica situada na sede da propriedade, pode estar entrando na fonte superficial de água. Portanto, a substituição do ponto de captação de água, neste local, torna-se urgente, a fim de evitar a contaminação da água ofertada na escola.

A água da Escola Est. João Aguiar (ponto SF7) encontrava-se contaminada por coliformes totais e *E. coli* e possuía turbidez e cor acima do estabelecido pelo MS em duas das três coletas efetuadas (Tabela 4 e Tabela 7). Estes problemas foram considerados de alta gravidade e sua origem estava na péssima alocação do sistema de captação de água, que se encontrava próximo a um banhado e em meio a um potreiro. Além disso, a falta de manutenção anual do reservatório de água, aliado a uma água com grande quantidade de material em suspensão, aumentava o acúmulo de materiais no seu interior e as chances de proliferação de microorganismos. Diante disso, tornou-se necessário a substituição imediata do sistema de captação e a limpeza do reservatório de água.

A Escola Mun. Ramão Guareschi (ponto SF8) foi o único a não apresentar água com contaminação microbiológica dentre os oito pontos monitorados em São Francisco de Assis. Isto se deve ao seu sistema de captação ser por poço tubular bem construído e ao reservatório da escola ser de fibra e possuir uma limpeza anual periódica. Contudo, a água que abastece esta escola tem um pH abaixo de 6,0, e como existe um reservatório metálico antecedente ao reservatório de fibra da escola esta associação tornou-se um problema de alta gravidade. Recomenda-se, neste caso, a substituição do reservatório metálico por outro de fibra ou de PVC.

Tabela 8 – Problemas encontrados, nível de gravidade e alternativa de melhoria nos pontos monitorados dos municípios de Jaguari, São Francisco de Assis, Santa Maria, São Sepé e Tupanciretã.

Município	Ponto de coleta	Problema observado	Nível de gravidade	Sugestão para resolução do problema
Jaguari	J1	Caixa de água de concreto. pH ⁴ e coliformes totais ³ .	Baixo ¹	Substituição da caixa de água (não-metálica) Limpeza de caixa de água.
	J2	Caixa de água de amianto.	Baixo	Substituição da caixa de água.
	J3	Fonte mal alocada. Caixa de água de amianto. Turbidez, cor, coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto ²	Substituição da fonte e da caixa de água.
	J4	Fonte de água mal alocada. Sem problemas na água.	Alto	Substituição da fonte.
	J5	Coliformes totais.	Baixo	Limpeza de caixa de água.
	J6	Turbidez e cor.	Baixo	Limpeza da fonte e da caixa de água.
	J7	Sem problema.	-	Manutenção.
São Francisco de Assis	SF1	Fonte mal alocada. pH, coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Substituição da fonte.
	SF2	Turbidez, cor, coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Limpeza de caixa de água.
	SF3	Fonte mal alocada. pH + caixa de água metálica. Turbidez, cor, coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Substituição da fonte e da caixa de água.
	SF4	pH e coliformes totais.	Alto	Limpeza de caixa de água.
	SF5	Caixa de água de amianto. pH e coliformes totais.	Baixo	Substituição e limpeza de caixa de água.
	SF6	Fonte mal alocada. pH, coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Substituição da fonte. Limpeza da caixa de água.
	SF7	Fonte mal alocada. Turbidez, cor, coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Substituição da fonte. Limpeza da caixa de água.
	SF8	Caixa metálica + pH baixo.	Alto	Substituição da caixa de água.

Continuação....

Município	Ponto de coleta	Problema observado	Nível de gravidade	Sugestão
Santa Maria	SM1	Caixa de água de amianto. pH ⁴ e coliformes totais ³ .	Baixo ¹	Substituição e limpeza da caixa de água.
	SM2	Caixa metálica + pH baixo. Caixa de água de amianto.	Alto ²	Substituição das caixas de água.
	SM3	pH e coliformes totais.	Alto	Adequar a fonte de água. Limpeza da caixa de água.
	SM4	Sódio e coliformes totais.	Alto	Substituição da fonte. Limpeza da caixa de água.
	SM5	Coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Limpeza da caixa de água.
	SM6	Caixa de água de amianto. Coliformes totais.	Alto	Substituição e limpeza da caixa de água.
São Sepé	SS1	pH, nitrato e coliformes totais.	Alto	Substituição da fonte. Limpeza da caixa de água.
	SS2	Coliformes totais.	Baixo	Limpeza da caixa de água.
	SS3	Fonte mal alocada. Caixa de água de amianto.	Alto	Substituição da fonte e da caixa de água
	SS4	Sem problema.	-	Manutenção
	SS5	Fonte mal alocada. Caixa de água de amianto. Nitrato, coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Substituição da fonte e da caixa de água
	SS6	Coliformes totais e <i>E. coli</i> .	Alto	Limpeza de caixa de água.
Tupanciretã	T1	Sem problema.	-	Manutenção.
	T2	Caixa metálica + pH baixo.	Alto	Substituição da caixa de água.
	T3	Coliformes totais.	Baixo	Limpeza da caixa de água
	T4	Caixa de água de amianto.	Baixo	Substituição da caixa de água.
	T5	Sem problema.	-	Manutenção.
	T6	Sem problema.	-	Manutenção.
	T7	Fonte mal alocada. Caixa de água de amianto. pH, nitrato e coliformes totais.	Alto	Substituição da fonte e da caixa de água.

¹ Problema de gravidade baixo: quando apresentava um único parâmetro em desconformidade com a Portaria nº 518 do MS e quando resolvido com substituição e/ou manutenção do sistema de armazenamento de água.

² Problema de gravidade alto: quando apresentava mais de um parâmetro em desconformidade com a Portaria nº 518 do MS e/ou quando resolvido com a substituição e/ou manutenção do sistema de captação de água.

³ Presença de Coliformes: problema de gravidade baixa quando verificada em apenas uma coleta e gravidade alta em duas ou mais.

⁴ pH: problema de gravidade alta somente quando associado à presença de caixa metálica de armazenamento de água.

Em Santa Maria, todos os seis pontos monitorados apresentaram alguma limitação ao consumo da água ofertada (Tabela 8). Problemas de gravidade alta foram observados na Escola Mun. Bernardino Fernandes (ponto SM2), Escola Mun. Santa Flora (ponto SM4), Escola Mun. Irineu Antolini (ponto SM5) Escola Mun. Elmiro Beltrame (ponto SM6) e Comunidade Passo das Tropas (ponto SM3).

O ponto SM2 apresentou água com pH abaixo de 6,0 em associação com reservatório metálico, além de ter caixas de amianto que abasteciam somente os banheiros. Recomendaram-se a substituição de ambos os reservatórios, pois mesmos que a caixa de amianto abasteça apenas o banheiro, em se tratando de crianças, é provável que haja o consumo, ainda que esporádico, da água deste local e, assim, o risco de contaminação torna-se iminente.

Já os pontos SM3 e SM5 apresentaram como principal problema águas com coliformes totais em duas das três coletas. Estes pontos são abastecidos por fonte superficial e poço tubular, respectivamente. A diferença é que a contaminação da água do primeiro ponto está associada à fonte de captação mal alocada e à falta de manutenção do reservatório de água, enquanto o segundo tem sua contaminação relacionada apenas com a falta de manutenção do reservatório (Tabela 8). Portanto, recomenda-se, nestes casos, a adequação do sistema de abastecimento de água e a limpeza da caixa de água do ponto SM3 e a limpeza do reservatório do ponto SM5.

A água do ponto SM4 apresentou excesso de sódio como problema de gravidade alta e contaminação microbiológica em uma coleta como problema de gravidade baixa. Como esta escola era abastecida por poço tubular, o excesso de sódio tem relação com o aquífero explorado e a única resolução deste problema seria a substituição do sistema de captação de água. Já a contaminação microbiológica tem relação com a manutenção da caixa de água, o que exigiria uma maior limpeza deste reservatório (Tabela 8).

O ponto SM6 também era abastecido por poço tubular. Contudo suas águas apresentaram-se contaminadas por coliformes em duas das três coletas realizadas. Além disso, esta escola apresenta dois reservatórios de amianto de grande capacidade. Neste caso, recomendar-se-ia a substituição das caixas de água por outras de fibra, além de ser necessária uma maior manutenção dos reservatórios.

Apenas a Escola Mun. Major T. P. de Moraes (ponto SM3) apresentou água para consumo com limitação de gravidade baixa. Neste ponto, foram observadas águas com contaminação microbiológica em apenas uma coleta e reservatório de amianto. Para resolução destes problemas seria necessária a substituição do reservatório por outro de fibra, bem como a sua limpeza anual.

Em São Sepé, dos seis pontos monitorados, apenas a água da Escola Est. Eno Brum Pires (ponto SS4) estava de acordo com os padrões do Ministério da Saúde (Tabela 8). Isto se justifica pelo fato de este ponto ser abastecido por uma fonte superficial bem alocada e protegida, mais um poço tubular, além de possuir uma caixa de água metálica que recebia manutenção anual.

A Escola Est. Coronel Chananéco (ponto SS3) também apresentou águas sem limitações ao consumo humano. Contudo, devido à má alocação do sistema de captação - um açude formado sobre uma antiga área de mineração -, as chances de contaminação da água eram grandes. Sendo assim, tornou-se obrigatória a substituição do sistema de captação de água. Somado a isso, esta escola possui dois reservatórios de água de amianto que também deveriam ser trocados por outros de fibras.

As comunidades de Mata Grande (ponto SS2) e Vila Schirmer (ponto SS6) apresentaram coliformes totais nas suas águas em uma coleta e em duas coletas, respectivamente. Além disso, o Ponto SS6 apresentou também *E. coli* em duas coletas, o que tornou alta a gravidade do seu problema. Como estes pontos eram abastecidos por poço tubular, que possui o impedimento físico do solo e rocha para microorganismos, a contaminação da água tem relação com a falta de manutenção do reservatório. Assim, recomendou-se a limpeza anual da caixa de água, a fim de prevenir eventuais presenças de coliformes.

Na Escola Est. João Pessoa (ponto SS1) encontrou-se águas com excesso de nitrato nas três coletas efetuadas, além de contaminação microbiológica em uma coleta e de pH abaixo de 6,0 em associação com reservatório metálico. Como este ponto era abastecido por poço tubular, a contaminação por nitrato está em todo o aquífero e o tratamento desta água se tornaria dificultado. Desta forma, a substituição do sistema de captação de água seria obrigatória. Da mesma forma, como a água tem pH abaixo de 6,0, o reservatório metálico também deve

ser substituído, e a nova caixa de água deveria receber uma limpeza anual para minimizar as chances de contaminação microbiológica, como a que foi observada.

A Comunidade Quilombola Passo dos Brumm (ponto SS5) apresentou problemas de gravidade alta, como nitrato e coliformes totais em duas de três coletas e *E. coli* em uma coleta. Isto se deve às características do sistema de abastecimento que esta comunidade utiliza, pois se trata de uma fonte superficial mal alocada e mal protegida, que ainda recebia contribuição da água da chuva. Assim, tornar-se obrigatória a sua substituição por outro sistema de captação de água. Além disso, o reservatório era de amianto e não recebia manutenção anual, o que aumentava as chances de contaminação das águas ofertadas, tornando-se necessária a sua troca imediata.

Tupanciretã foi o município que apresentou o menor número de pontos monitorados com problemas na água ofertada ao consumo humano. Dos sete pontos monitorados, a Escola Mun. São Pedro (pontos T1), Escola Mun. Décio Sebastião Burtet (ponto T5) e a Escola Mun. Reassentamento Cachoeira (ponto T6) não apresentaram problema algum nas águas ofertadas (Tabela 8). Em comum, estes três pontos apresentam poços tubulares como sistema de captação e reservatório de água de fibra, além de realizar sua limpeza anual.

Além disso, A Escola Mun. Maria O.T. Bonumá (ponto T3) e a Escola Mun. Félix da Cunha (ponto T4) apresentaram apenas contaminação microbiológica em somente uma coleta e caixa de água de amianto, respectivamente. Para sanar estes problemas, recomendou-se a limpeza do reservatório que apresentou água com coliformes e a substituição da caixa de amianto por outra de PVC ou fibra.

Os problemas mais sérios observados em Tupanciretã estão relacionados à Escola Mun. Maria A. M. Marques (ponto T2) e Escola Mun. Deodoro da Fonseca (ponto T7). O primeiro ponto possuía água com pH abaixo de 6,0, em associação a reservatório metálico, e o segundo era uma fonte superficial mal alocada, que apresentou águas com coliformes totais e elevada concentração de nitrato em duas das três coletas efetuadas. Nestas situações, recomendou-se para o ponto T2 a substituição do reservatório metálico por outro de fibra ou PVC e, para o ponto T7, a substituição imediata do sistema de captação e de armazenamento de água (Tabela 8).

5 AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS E COMUNIDADES RURAIS DA REGIÃO CENTRAL DO RS

Em trabalhos de extensão rural, como diagnósticos de situações locais, o retorno dos dados obtidos ao público participante do estudo é uma etapa fundamental, principalmente quando se busca a exposição e, conseqüentemente, a resolução dos problemas observados. Assim, o retorno dos dados obtidos no diagnóstico de qualidade da água das escolas e comunidades rurais da Região Central do RS se tornou uma parte importante do trabalho. Isso fica mais expressivo à medida que os problemas relacionados com a qualidade da água consumida nestes ambientes são de fácil resolução.

Depois de realizado o diagnóstico da qualidade da água consumida nas 34 escolas e comunidade rurais da Região Central do RS, efetuou-se um novo contato com as prefeituras, a fim de definir uma data para a primeira visita de extensão ao município. Essas visitas ocorreram nos meses de setembro e outubro de 2007 e, conforme o planejamento das atividades, elas objetivaram apresentar os resultados às autoridades municipais. Nesse sentido, foram convidados os secretários municipais de agricultura e de educação, os diretores e professores responsáveis pelas escolas e alguns representantes das comunidades nas quais as amostras foram coletadas. Para registrar o público presente nas reuniões, uma lista foi preenchida pelos participantes (Anexo C). Cabe salientar que, em alguns municípios, também participaram das reuniões os professores e diretores de escolas que não estavam incluídas no monitoramento, além de representantes do Sindicato dos Trabalhadores Rurais e de técnicos da EMATER.

A reunião foi conduzida a partir de uma explanação oral, com auxílio de data-show (Figura 8), por aproximadamente duas horas. Inicialmente fizeram-se esclarecimentos gerais sobre o projeto, sua concepção, coleta das amostras, diagnóstico da situação higiênico-sanitária das escolas e comunidades, qualidade da água consumida e recomendações sobre possíveis soluções aos problemas encontrados.



Figura 8 – Primeira visita aos municípios para apresentação dos resultados aos órgãos competentes e aos representantes de cada ponto monitorado. (a) Jaguari; (b) São Sepé; (c) Tupanciretã; (d) Santa Maria; e (e) São Francisco de Assis.

Durante toda a reunião, houve debate e interação do público e, a partir da apresentação dos problemas e sugestões, foi possível construir, coletivamente, estratégias de acordo com as especificidades de cada município para a melhoria da qualidade da água. Ao final da reunião, foi explicada a última etapa do projeto, relativa à segunda visita de extensão às escolas rurais, ficando a critério dos participantes (prefeitura e representantes dos pontos monitorados) a escolha das duas escolas em que seriam desenvolvidas as atividades. Desta forma, obtivemos a participação da população na execução do trabalho de extensão, já que eles conheciam a sua realidade e sabiam resolver problemas como o transporte dos alunos, os horários de funcionamento das escolas e também em quais escolas o trabalho abrangeria um maior número de pessoas.

A segunda visita aos municípios foi realizada entre outubro e dezembro de 2007. Visitaram-se duas escolas rurais por município: uma durante o turno da manhã e outra durante o turno da tarde. Essa última etapa do projeto foi realizada nos municípios de Jaguari, Tupanciretã, Santa Maria, São Francisco de Assis e São Sepé.

O objetivo dessa segunda visita foi desenvolver atividades diretamente com aqueles que consomem a água monitorada. O público que participou das atividades era constituído de crianças, jovens e adolescentes, pertencentes às séries iniciais, ensino fundamental e ensino médio. Também, em alguns municípios, participaram pais de alunos, agricultores e professores das escolas rurais. Uma lista com o nome dos participantes da reunião foi preenchida, visando quantificar o público presente (Anexo D) e, ao todo, o projeto contou com a participação de um público de aproximadamente 890 ouvintes.

Para que a construção do conhecimento fosse efetiva e para que houvesse a melhor integração de todos, durante a visita foram elaboradas diversas atividades. Como forma de introdução ao assunto, foi realizada uma apresentação oral, auxiliada por data-show (Figura 9), tratando de aspectos como importância da água, sua origem, os seus usos, as formas de contaminação, as conseqüências da sua contaminação, a situação da qualidade da água monitorada no próprio município, como evitar essas contaminações e também dicas sobre higiene e preservação das águas. Para que o vínculo com o meio rural fosse sempre reforçado, os exemplos utilizados eram relacionados à

realidade do próprio ponto monitorado, bem como às atividades rurais ali desenvolvidas. Assim, o público sempre interagiu, o que foi fundamental para a formação da consciência participativa.



Figura 9 – Visita às escolas e comunidades rurais para discussão da problemática da água no meio rural – Apresentação: (a) Jaguari; (b) Tupanciretã; (c) Santa Maria; e (d) São Francisco de Assis.

Além da apresentação oral, também foram realizadas quatro experiências práticas, elaboradas com o intuito de que os participantes pudessem fortalecer o entendimento de conceitos tratados na apresentação. Para facilitar a visualização e a interação, o público foi dividido em grupos, de acordo com o número de pessoas presentes e com a faixa etária.

A primeira experiência apresentada foi a de uma maquete que representa uma microbacia hidrográfica, situada no meio rural, com diferentes usos do solo e preservação do meio ambiente (Figura 10). Nessa maquete, foram mostradas duas realidades diferentes de manejo das propriedades rurais: uma em relação à preservação da qualidade das águas e outra abordando a não-preservação das águas. Durante a explanação sobre a maquete, procurou-se dar ênfase a aspectos relacionados a lavouras, criação de animais, mata ciliar, alocação de estradas, tipo e posição dos sistemas de captação de água e tipos de caixa de água (Figura 10).

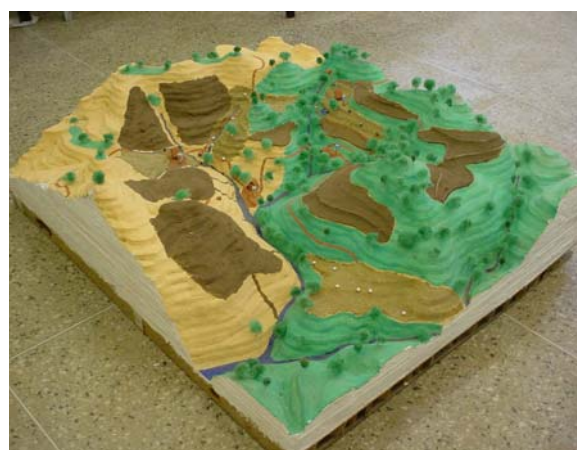


Figura 10 – Experiência 1: Maquete de descrição de uma microbacia hidrográfica essencialmente rural.

A segunda experiência relacionava o manejo do solo em áreas agrícolas com a preservação das águas (Figura 11). Nesta experiência, estava representado um solo sob cultivo convencional (solo revolvido e desprotegido), um solo sob cultivo convencional com terraço e um solo sob sistema plantio direto sem terraço. A intenção foi demonstrar o efeito da chuva sobre o solo, a erosão provocada no solo desprotegido, a retenção da água pelo terraço e a retenção do solo pela palha. A conclusão da experiência era que um solo bem manejado não deve ser revolvido (manutenção da palha na superfície) e deve possuir terraços, pois assim a palha protege a desagregação do solo, impedindo a erosão, e o terraço permite a maior infiltração da água, impedindo a perda de água e de substâncias solúveis por escoamento superficial, alimentando assim os mananciais subterrâneos de água.



Figura 11 – Experiência 2: Manejo do solo e sua implicação da qualidade das águas superficiais.

A terceira experiência serviu para demonstrar a comunicação das águas superficiais com as águas subterrâneas (Figura 12). Em caixas transparentes, foram construídas duas situações de ambiente, onde uma delas representava uma área de lavoura com solo descoberto e sem mata ciliar e a outra representava um solo protegido por mata e/ou pastagem (Figura 12a). Em ambas, havia um rio ao final da declividade do terreno, que coletava a água aplicada sobre a superfície, e um poço tubular situado no topo do declive, usado para

fornecer água para consumo humano. A intenção da experiência era mostrar o efeito da chuva sobre o transporte de contaminantes do solo para a água do rio e a comunicação deste com a água subterrânea (Figura 12b). Os participantes puderam observar que a proteção da margem dos rios com vegetação dificulta a entrada de poluentes nos mananciais superficiais de água e, conseqüentemente, a fonte de captação de água para consumo humano continuará apta para exploração de água para consumo humano. Entretanto, caso não seja respeitada a mata ciliar e não seja dado um manejo adequado ao solo, as águas superficiais serão contaminadas por resíduos da agricultura e, concomitantemente, as águas subterrâneas também serão contaminadas.



Figura 12 – Experiência 3: Comunicação da água superficial com a água subterrânea.

A quarta experiência era composta por cinco frascos de vidros contendo água potável, água contaminada com substâncias incolores (sais solúveis), água contaminada com esgoto doméstico, água suja com material orgânico em suspensão e água contaminada com sedimentos oriundos de lavouras (Figura 13). O objetivo dessa experiência era mostrar os diferentes tipos de água, como foram contaminadas e os cuidados que se deve ter para avaliar a qualidade da

água. Através da dinâmica, verificou-se que a boa aparência da água não é sinônimo de qualidade, pois a água pode estar contaminada com substâncias não perceptíveis a olho nu. Em contrapartida, demonstrou-se também que água com detritos em suspensão não é sinônimo de água contaminada, pois muitas impurezas não comprometem a qualidade da água.



Figura 13 – Experiência 4: Qualidade da água para consumo humano e sua contaminação.

Como fechamento das atividades, após a execução das experiências, foi distribuído material didático: um folder voltado para as crianças, que abordava, de forma simples, todos os aspectos mostrados na apresentação oral (Anexo E); e um folheto desenvolvido para os pais e agricultores, que tratava, de forma mais detalhada, as questões da qualidade da água no meio rural (Anexo F). O objetivo desse material foi fornecer, aos presentes, informações sobre a água no meio rural, principalmente em relação a formas de evitar a sua contaminação. Este material também poderia ser usado pelos professores, em sala de aula, para trabalhos que desenvolva uma sensibilização ambiental. A produção desse material didático somente foi possível devido ao auxílio das prefeituras no custeio da impressão, visto que havia demanda de um grande número de cópias.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas empreendidas neste trabalho demonstraram que grande parte dos usuários de escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul está consumindo água fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Além disso, através do monitoramento, percebe-se que essa contaminação é consequência da má alocação e inadequada construção dos sistemas de captação de água, da falta de manutenção dos sistemas de abastecimento e da pouca sensibilização da população do meio rural em relação à preservação dos recursos hídricos e aos riscos inerentes em consumir água sem qualidade.

A partir da investigação da qualidade da água para consumo humano ofertada nas escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul, entendeu-se que a resolução dos problemas observados passa por medidas simples que devem ser aplicadas sistematicamente, e não pontualmente, em estabelecimentos rurais como escolas e comunidades. Nesse sentido, as ações devem ser tomadas por todas as esferas que compõe a sociedade rural, como ações governamentais, coletivas e individuais.

Dentre as intervenções necessárias, para as ações governamentais citam-se: realizar o monitoramento da qualidade da água ofertada em instituições de ensino e comunidades situadas em locais que não são atendidos por empresas de saneamento; o desenvolvimento de programas de limpeza periódica de reservatórios de água e de construção de fontes drenadas e poços tubulares nas escolas e comunidades rurais do município; a fiscalização da preservação das matas ciliares e dos recursos hídricos, associada à divulgação de técnicas para preservação do solo, da água e das matas no meio rural; e incentivar programas de educação ambiental nas escolas e nas comunidades rurais por meio da extensão rural participativa.

Para as ações de esfera coletiva, recomenda-se: a busca organizada por assistência técnica para as atividades agrícolas, visando à diminuição do impacto sobre os recursos hídricos e o ambiente; a realização de mutirões nas comunidades para recuperação de áreas degradadas como matas ciliares, rios e florestas; o desenvolvimento de grupos de discussão sobre a preservação do

meio ambiente que envolva as escolas e as comunidades rurais.

Em relação às ações individuais, têm-se: a correta alocação e construção de sistema de captação de água e do sistema de tratamento de esgoto; a realização de uma periódica e adequada manutenção do reservatório de água; a preservação das matas ciliares e das nascentes de água, procurando evitar o acesso de animais a estes locais; a adequada alocação das lavouras e das pastagens, sempre evitando o uso de áreas muito declivosas e próximas a cursos de água; a realização de cultivos conservacionistas; e a utilização racional de insumos como fertilizantes e agroquímicos, sempre seguindo a recomendação da assistência técnica pública.

Somente com a execução sistemática destas ações ocorrerá a sensibilização da população sobre a necessidade de preservação dos recursos hídricos e sobre os riscos que o consumo de água de baixa qualidade pode acarretar.

7 SUGESTÕES PARA AÇÕES FUTURAS

O diagnóstico de uma determinada situação é a primeira etapa de um projeto de maior amplitude, pois o mesmo permite identificar onde realmente existe um problema e onde há necessidade de intervenções. A partir desse diagnóstico, pode-se – e deve-se – propagar o conhecimento produzido, de forma que ele chegue até a sociedade e possa, assim, gerar melhorias. Nesse sentido, deixa-se como recomendação a ações futuras o investimento em trabalhos relacionados à educação ambiental participativa. A investigação aqui apresentada demonstrou que essa forma de extensão, junto da população rural, pode auxiliar na manutenção da qualidade da água por eles consumida.

Além disso, percebe-se que a implementação de tecnologias simples de construção de sistemas de captação e de tratamento físico e químico de água em comunidades e escolas rurais possibilitaria o consumo de água potável por parte das pessoas do meio rural. Em conjunto, o desenvolvimento de tecnologias simples de tratamento de esgoto doméstico rural também propiciaria uma menor contaminação das águas do meio rural e, conseqüentemente, um aumento na qualidade das águas ofertadas nestes locais. Diante desses resultados, vê-se a necessidade de desenvolver trabalhos relacionados ao saneamento do meio rural, tanto na criação quanto na aplicação de tecnologias adaptadas a situação da população rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPOSTOS AO AMIANTO (ABREA). **Amianto ou asbesto: história do amianto.** Disponível em: <<http://www.abrea.org.br/06historia.htm>> Acesso em: 18 de setembro de 2007.

_____. **Amianto ou asbesto: o que é preciso conhecer para se proteger.** Disponível em: <<http://www.abrea.org.br/cartilha.pdf>> Acesso em: 06 de junho de 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Caderno de recursos hídricos: Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 2005a. 134p.

_____. **Caderno de recursos hídricos: Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 2005b. 74p.

ARBUCKLE, T. E. *et al.* Water nitrates and CNS birth defects: A population-based case-control study. **Archives of Environmental Health**, v. 43, n. 2, p. 162-167, 1988.

BARCELOUX, D., Zinc. **Journal of Toxicology - Clinical Toxicology**, v. 37, p. 279-292, 1999.

BATALHA, B. **A água que você bebe.** CETESB. São Paulo, 1985. 101p.

BELL, R. P. **Acid-base catalysis.** London: Oxford Press, p. 7-47, 1941.

BIERMANN, F. J. Commodity chemicals: their role in water treatment. In: **The Chemical Marketing Research Association**, New York, May 9. New Jersey, Water Treatment Chemicals Allied Chemical Corporation. 1978.

BLABAUM, C. J. & NICHOLS, M. S. Effect of highly chlorinated drinking water on white mice. **Journal of the American Water Works Association**. v. 48, p. 1503-1506, 1958.

BOM, J. D. **A Influência da Qualidade da Água em Reservatórios Domiciliares na Qualidade de Vida da População de Umuarama – PR.** 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BRAILE, P. M. **Despejos industriais.** São Paulo: Livraria Freitas Bastos, 1971. 231p.

BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004: Normas de qualidade da água para consumo humano. Ministério da Saúde, Brasília, 2004. 15p.

BROOKS, D. & CECH, I. Nitrates and bacterial distribution in rural domestic water supplies. **Water Research**, v. 13, p. 33-41, 1979.

BUOR, D. Water Needs and Women's Health in the Kumasi Metropolitan Area, Ghana. **Health & Place**. v. 10, n.1, p. 85-103, 2004.

CONBOY, M. J. & GOSS, M. J. Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin. **Journal of Contaminant Hydrology**. v. 43, p. 1-24, 2000.

DAHL, L. K. *et al.* Effects of chronic excess salt ingestion: modification of experimental hypertension in the rat by variations in the diets. **Circulation Research**. v. 22, p.11-8, 1968.

DE LUCA, S. J., SANTOS, Z. S., DEUS, A. B. S. Qualidade da drenagem pluvial rural vs preservação e proteção da vida aquática. In: TUCCI, C. E. M., MARQUES, D. M. L. M. (org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2001. p. 111-123.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, 1999. 412p.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 11.643, de 21 de junho de 2001**. Dispõe sobre a proibição de produção e comercialização de produtos à base de amianto no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

FERNÍCOLA, N. G. G. & AZEVEDO, F. A. Metemoglobinemia e nitrato nas águas. **Revista de Saúde pública**. São Paulo, v. 15, p. 242-248, 1981.

FERREIRA, P. A. Aspectos físico-químicos do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997, p. 37-67.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 10 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1992.

FREITAS, M. B. *et al.* Qualidade da água enquanto indicador de impactos de ações de saneamento na saúde e qualidade de vida. IN: HELLER, L. *et al.* (Org.). **Saneamento e saúde nos países em desenvolvimento**. Rio de Janeiro: CC&P Editores Ltda., 1997. p. 109-121.

FREITAS, M. A. **Captações de água subterrânea no oeste do Estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM/SDM/EPAGRI, 2001. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/sureq-pa/prodesc/relatorios/cadTec97&6.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2007.

FUENTES, R.; PFÜTZER, T.; SECK, P. **A logistic analysis of diarrhea incidence and access to water and sanitation**. PNUD. 2006. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/papers/fuentes%20et%20al%20b.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2007.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). **Sanitation and Hygiene: A Right for Every Child**. Nova Iorque, 1999.

_____. **Women, Water and Hygiene Are Key to Change in Africa.** Press release, 14 de Setembro, Nova Iorque. 2005.

_____. **State of the World's Children 2006.** Nova Iorque. 2006.

GELDREICH E. E. The bacteriology of water. In: **Microbiology and microbial infections.** 9º ed., London: Arnold, 1998.

GIACOMETTI, L. **Qualidade microbiológica, concentração de nitratos em águas de consumo alternativo (minerais e de poços) da cidade de Jaboticabal-SP.** 2001. 64f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2001.

GONÇALVES, C. S. **Qualidade de águas superficiais na microbacia hidrográfica do arroio Lino Nova Boêmia – Agudo – RS.** 2003. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GONÇALVES, C. S. *et al.* Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 391-399, 2005.

GUSMÃO, L. F. M. de. **Efeitos do cobre e cromo na comunidade zooplânctônica:** um estudo experimental em mesocosmos. 2004. 268f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Eng. Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

HICKS, J. M. Swimming and the skin. **Cutis**, n. 19, p. 448-450, 1977.

HOLANDA, J. S. de & AMORIM, J. R. A. de. Qualidade da água para irrigação, In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: UFPB, 1997, p.137-169.

HUTTON, G. & HALLER, L. **Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level.** World Health Organization, Genebra. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas do saneamento 2000.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlassaneamento/index.html>> . Acesso em: 12 nov. 2007. 397p.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS (INEP). **Censo escolar 2006: Sinopse estatística da educação básica 2006.** Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/Sinopse/sinopse.asp>>. Acesso em: 27 set. 2007.

_____. **Cadastro das escolas de educação básica.** Disponível em:

<<http://www.inep.gov.br/basica/censo/cadastroescolas/frame.htm>>. Acesso em: 27 set. 2007.

JAWETZ, E.; MELNICK, J. L.; ADELBERG, E. A. **Microbiologia Médica**. 20º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

JOLLEY, R. L.; GORCHEV, H.; HAMILTON Jr., D. H. Water chlorination, environmental impact and health effects. **Ann Arbor Science Publishers**. v. 2, Ann Arbor, MI, 1978.

KREMER, M. & MIGUEL, T. The Educational Impact of De-Worming in Kenya. **Northeast Universities Development Conference**, Harvard University, 8–9 de outubro, 1999.

LEE, D. H. K. Nitrates, nitrites and methemoglobinemia. **Environmental Research**, v. 3, p. 484-511, 1970.

LIMA, J. E. F. W; FERREIRA, R. S. A; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: **Estado das águas no Brasil – 1999: Perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos**. SIH/ANEEL/MME; SRH/MMA. 1999, p. 73-82.

LISBÔA, N. A. & MENEGOTTO, E. Diferenciações hidrogeoquímicas no sistema aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul. Brasil. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais...** Vitória – ES, 1997, p. 489 – 496.

MACÊDO, J. A. B., **Águas & Águas**. Belo Horizonte: Editora Varela, 2001. 505p.

MAIER, C. **Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores familiares**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MERTEN, G. H. & MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, n. 3, p. 33-38, 2002.

MICKEY, G. H. & HOLDEN Jr., H. Chromosomal effects of chlorine on mammalian cell in vitro. **Environmental Management Systems Newsletter**, v. 4, p. 39-41, 1971.

MIDGLEY, J. P. *et al.* Effects of reduced dietary sodium on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of the American Medical Association**. n. 275, p.1590-1597, 1996.

MORETTO, M. B. **Qualidade de águas em escolas rurais no município de restinga seca**. 2003. 50f. Monografia (Especialização em Educação Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

NUSSBAUMER, L. & DAPPER, V. Investigação de óbitos por mesotelioma no Rio Grande do Sul, 1999 a 2003. **Boletim Epidemiológico, edição especial**. v. 9, nº1, março de 2007.

ODUM, E. P. **Fundamentals of ecology**. 3º ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1971. 474p.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM/UNESCO). **¿Hay suficiente água en el mundo?**. OMM n. 857. 1997. 22p

ORIHUELLA, L. A.; BALLANCE, R. C.; NOVICK, R. Worldwide aspects of water chlorination. **Bulletin of Pan American Health Organization**. v. 13, n. 3, p. 264-271, 1979.

PÁDUA, V. L.; FERREIRA, A. C. S. Qualidade da água para consumo humano. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006, p. 153-222.

PEDRON, F. A.; RUBERT, C.; MACHADO, R. Caracterização da paisagem em uma microbacia na depressão central do RS, através do SIG, para fins de monitoramento ambiental. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE USO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. Cuiabá, 2000. **Anais ... SBCS**. Cuiabá, 2002.

PELCZAR, M. J. *et al.* **Microbiologia: Conceitos e aplicações**. 2º ed., v. 1. São Paulo: Makron Books, 1996.

PELLEGRINI, J. B. R. **Fósforo na água e no sedimento na microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo-RS**. 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

PEDROTO, A. E. S. & BARROSO, J. A. Condicionantes do meio físico na implantação de sistemas de fossas sépticas. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Belo Horizonte, 1984. **Anais....** v. 2, p. 223-226. ABGE, 1984.

PIONKE, H. B.; GBUREK, W. J.; SHARPLEY A. N. Critical source area controls on water quality in an agricultural watershed located in de Chesapeake basin. **Ecological Engineering**, Columbus, v. 14, p. 325-335, 2000.

PIZARRO F. *et al.* The gastrointestinal tract and acute effects of copper in drinking water and beverages. **Environmental Health**, v. 14, n. 4, p. 231-238, 1999.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água**. New York, 10017, USA. 1101p.

RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B. R. Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água. **Ciência & Ambiente**, n. 27, p 85-96, 2003.

ROITMAN, I.; TRAVASSOS, R. L.; AZEVEDO, J. L. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Ed. Manole. 1988. 179p.

SANTOS, Z. S. dos; DE LUCA, S. J.; WUNDER, L. R. Situação de abastecimento de comunidades rurais e aplicação da portaria 518/2004. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, Campo Grande-MS. **Anais....** 2005.

SÁTYRO, N. & SOARES, S. **A infra-estrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental: um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005**. IPEA, Brasília, 2007. 37p.

SAUNDERS, R. J & WARFORD, J. J. **Abastecimento de Água em Pequenas Comunidades: aspectos econômicos e políticos nos países em desenvolvimento**. ABES/ CODEVASF/ BNH. Rio de Janeiro: 1983. 252p.

SETTI, A. A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília: IBAMA, 1996. 334p.

SETTI, A. A. *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**, 2º ed. ANEEL/SEIH. Brasília, 2001. 207p.

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

SHUVAL, H. I. & GRUENER, N. Epidemiological and toxicological aspects of nitrates and nitrites in the environment. **American Journal of public Health**, n. 62, p. 1045-1052, 1972.

SIH/ANEEL. **Informações hidrológicas brasileiras**. ANEEL, Brasília, 1999. CD ROM.

SILVA, D. L. da. **O direito sanitário e a água para consumo humano**. 2004, 24f. Monografia (Especialização em Direito Sanitário) – Fundação Oswaldo Cruz, Brasília, 2004.

SPERLING, M. Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3º ed. DESA. UFMG, Belo Horizonte, 2005. 452p.

SPERLING, M. Von. Poluição de ambientes aquáticos: tendências futuras para os países latino-americanos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 27, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2000. CD ROM.

STRAUSS, J., & THOMAS, D. Health, nutrition, and economic development. **Journal of Economic Literature**, v. 36, n. 2, p. 766–817, 1998.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. UFRGS/FA/DS Porto Alegre, 1995. 174p.

TOMINAGA, M. Y. & MIDIO, A. F. Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada. **Revista de Saúde Pública**, v. 33, n. 4, p. 413-421, 1999.

TYSON, A.; DIXON, M. L.; SEGARS, W. Your drinking water: Nitrates. **Extension Publications**. n. 819-5. Univ. of Georgia, Athens, 1992.

WARD, M. H. *et al.* Drinking water nitrate and the risk of non-Hodgkin's lymphoma. **Epidemiology**, v. 7, n. 5, p. 465-471, 1996.

WILLIAMS, A. E. Natural and anthropogenic nitrate contamination of groundwater in a rural community, California. **Environmental Science & Technology**, v. 32, n. 1, p. 32-9, 1998.

WINTON, E. F. *et al.* Nitrate in drinking water. **Journal American Water Works Association**, n. 63, p. 95-98, 1971.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Copper**. Environmental Health Criteria 200. International Programme on Chemical Safety. Geneva, 1998. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc200.htm>>. Acesso em: 20 out. 2007.

_____. **Zinc**. Environmental Health Criteria 221. International Programme on Chemical Safety. Geneva, 2001. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc221.htm>>. Acesso em: 20 out. 2007.

_____. **Chlorine and hydrogen chloride**. Environmental Health Criteria 21. International Programme on Chemical Safety. Geneva, 1982. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc21.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

_____. **Treatment agents and processes for drinking-water and their effects on health**. Report on a Working Group, Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 1977.

ZANATTA, L. C. & COITINHO, J. B. L. Utilização de poços profundos no aquífero guarani para abastecimento público em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, Florianópolis-SC. **Anais....** Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

ZOBY, J. L. G. & MATOS, B. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, Florianópolis-SC. **Anais....** Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

8º COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO. **Censo escolar 2006**. Santa Maria, 2006.

ANEXO A – Planilha de caracterização das escolas e comunidades rurais.

LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM ESCOLAS RURAIS DA REGIÃO CENTRAL DO RS

MUNICÍPIO:

RESPONSÁVEL:

TELEFONE:

LINHA:

CELULAR:

DADOS GERAIS DA ESCOLA RURAL

	ESCOLA			LOCALIZAÇÃO			
	Nome	Telefone	n.º alunos	Localidade	Coordenadas UTM		Distancia da cidade (km)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Município:		Escola nº:			Nome:						
DESCRIÇÃO DA FONTE E SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA											
Sistema de abastecimento:											
ÁGUA SUPERFICIAL ()		POÇO ARTESIANO ()		FONTE COMUM ()		FONTE DRENADA ()		OUTROS			
Data abertura		Profundidade		Registro		Bombeamento		Uso: Comum () Exclusivo ()			
ESTADO	Limpeza fonte/ poço		Situação da bomba		Canalização		Caixa de água		Sistema clorador		
ÓTIMO											
BOM											
REGULAR											
RUIM											
PÉSSIMO											
DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA E LIMPEZA DAS ESCOLAS											
Fontes pontuais de contaminação											
Esgoto da escola ()		Criação de animais ()		Água da estrada ()		Lavoura próxima ()		Lixo (descarte) ()		Outros ()	
ESTADO	Entorno da escola		Prédio da escola		Limpeza e higiene		Descarte do esgoto		Descarte de lixo		
ÓTIMO											
BOM											
REGULAR											
RUIM											
PÉSSIMO											

Município: _____ Escola nº: _____ Nome: _____

DESCRIÇÃO DA AGRICULTURA LOCAL

Culturas predominantes:					
SOJA ()	ARROZ ()	FUMO ()	PECUÁRIA ()	FRUTICULTURA ()	SUBSISTÊNCIA ()
Sistema de cultivo:					
Plantio direto ()	Plantio Convencional ()	Cultivo mínimo ()	Lavoura/pecuária ()	Outros ()	
ESTADO	Nível de tecnificação	Monocultura	Manejo conservacionista	Respeito à declividade	Respeito recurso hídrico
ÓTIMO					
BOM					
REGULAR					
RUIM					
PÉSSIMO					

DESCRIÇÃO DO SOLO

Solo predominante					
Neossolo litólico ()	Neossolo quartz. ()	Chernossolo ()	Latossolo ()	Argissolo ()	Planossolo ()
ESTADO	Capacidade de uso	Aptidão agrícola	Erosão	Água da lavoura	Pedregosidade
ÓTIMO					
BOM					
REGULAR					
RUIM					
PÉSSIMO					

Município:

Escola nº:

Nome:



DESCRIÇÃO DA VEGETAÇÃO E DO RELEVO LOCAL

Vegetação predominante:		Relevo:				
CAMPO NATIVO ()	M. ATLÂNTICA ()	M. ARAUCÁRIA ()	PLANO ()	ONDULADO SUAVE ()	ONDULADO ()	ONDULADO FORTE ()
ESTADO	Cobertura vegetal	Desmatamento	Mata ciliar	% Vegetação na fonte		
ÓTIMO						
BOM						
REGULAR						
RUIM						
PÉSSIMO						
ESTADO	Cultivos X declividade	Estradas X declividade	Matas X declividade	Escola X declividade	Fonte X declividade	
ÓTIMO						
BOM						
REGULAR						
RUIM						
PÉSSIMO						

ANEXO B – Caracterização dos 34 pontos de coleta de água monitorados no presente estudo.

Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. IJUCAPIRAMA		
Localidade: IJUCAPIRAMA	Coordenadas:		Número de usuários: 312
	54° 48' 2"	29° 29' 36"	
Entorno do ponto:		Observações:	
			
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:	
			




Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. FELIX TURCHETTI		
Localidade: BOCA DA PICADA SEGREDO	Coordenadas:		Número de usuários: 10
	54° 40' 3"	29° 27' 25"	
Entorno do ponto: 		Observações:	
Sistema de captação de água: 		Sistema de armazenamento de água: 	






Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. CATARINA PATTIAS CATELLAN	
Localidade: LINHA 11	Coordenadas:	
	54° 29' 5"	29° 26' 52"
		Número de usuários: 12
Entorno do ponto:		Observações:
 		 
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. VANDA MARIA DA SILVA		
Localidade: SÃO XAVIER	Coordenadas:		Número de usuários: 226
	54° 33' 3"	29° 20' 6"	
Entorno do ponto:		Observações:	
		 	
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:	
 			

Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. IRONITA WITT MARQUES	
Localidade: PIQUIRI	Coordenadas:	
	54° 37' 3"	29° 23' 52"
		Número de usuários: 72
Entorno do ponto:		Observações:
		
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. MAXIMILIANO CORTIANA	
Localidade: MARMELEIRO	Coordenadas:	
	54° 39' 1"	29° 23' 12"
		Número de usuários: 8
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. CONSTANTE PATIAS	
Localidade: FONTANA FREDA	Coordenadas:	
	54° 39' 1"	29° 25' 29"
Entorno do ponto:		Número de usuários: 312
		Observações:
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: SÃO FRANCISCO DE ASSIS	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. ROQUE GONZALES	
Localidade:	Coordenadas:	
	55° 25' 5"	29° 21' 7"
		Número de usuários: 90
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		
		

Município: JAGUARI	Ponto de monitoramento: COMUNIDADE VILA BELUNO	
Localidade: VILA BELUNO	Coordenadas: 55° 8' 29" 29° 19' 27"	
Entorno do ponto:		Observações:
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:



Município: SÃO FRANCISCO DE ASSIS	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. JOÃO OCTAVIO N. LEIRIA	
Localidade: TOROQUÁ	Coordenadas:	
	55° 7' 25"	29° 27' 2"
		Número de usuários: 314
Entorno do ponto:		Observações:
		
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		
		


Município: SÃO FRANCISCO DE ASSIS		Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. SÃO CONRADO	
Localidade: PIQUIRI		Coordenadas:	
		54° 51' 5"	29° 29' 47"
		Número de usuários: 98	
Entorno do ponto:		Observações:	
 			
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:	
			

Município: SÃO FRANCISCO DE ASSIS	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. OSVALDO ARANHA		
Localidade: PORTEIRA DO TOROQUÁ	Coordenadas:		Número de usuários: 11
	54° 55' 3"	29° 28' 4"	
Entorno do ponto: 		Observações:	
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água: 	



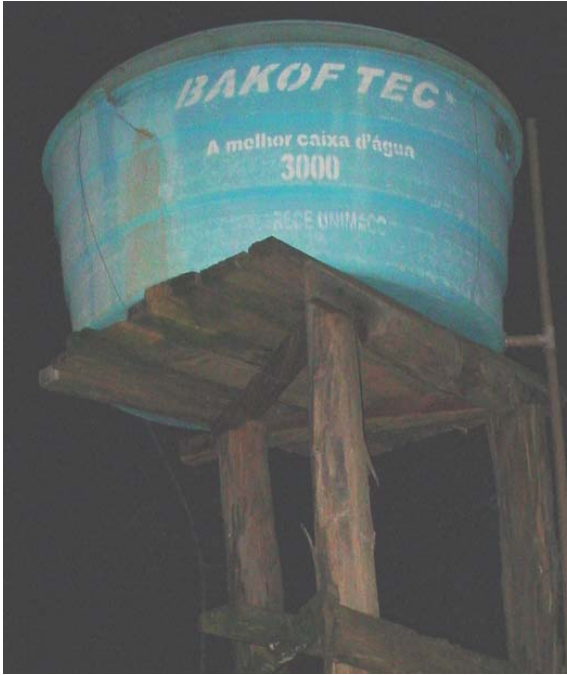
Município: SÃO FRANCISCO DE ASSIS	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. GABRIEL MACHADO	
Localidade: CINAMOMO	Coordenadas:	
	54° 58' 2"	29° 25' 54"
		Número de usuários: 25
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		
		





Município: SÃO FRANCISCO DE ASSIS	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. JOÃO AGUIAR	
Localidade: VILA KREMER	Coordenadas:	
	55° 2' 37"	29° 27' 36"
		Número de usuários: 250
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: SÃO FRANCISCO DE ASSIS	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. RAMÃO GUARESCHI	
Localidade: TOROQUÁ	Coordenadas:	
	55° 1' 8"	29° 29' 22"
		Número de usuários: 30
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		 


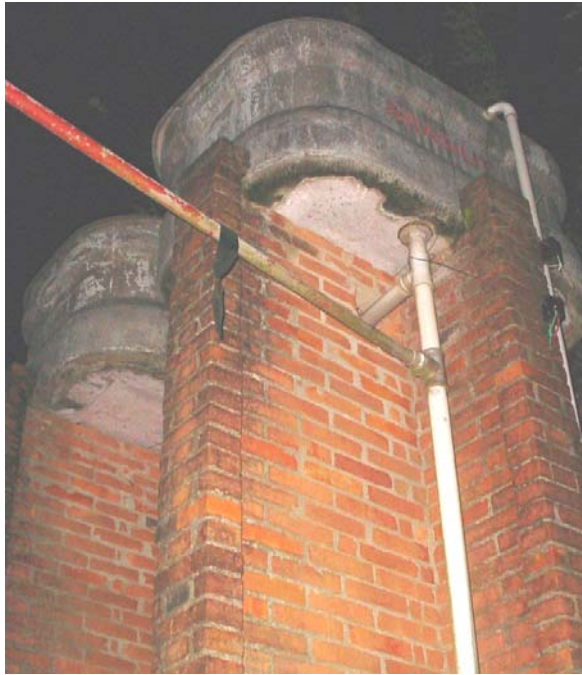
Município: SANTA MARIA	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. MAJOR T. PENNA DE MORAES	
Localidade: PALMA	Coordenadas:	
	54° 0' 31"	29° 41' 27"
		Número de usuários: 157
Entorno do ponto:		Observações:
 		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
 		

Município: SANTA MARIA	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. BERNARDINO FERNANDES	
Localidade: PAINS	Coordenadas:	
	53° 52' 2"	29° 53' 10"
		Número de usuários: 147
Entorno do ponto:		Observações:
		
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		
		

Município: SANTA MARIA	Ponto de monitoramento: COMUNIDADE PASSO DAS TROPAS	
Localidade: PASSO DAS TROPAS	Coordenadas:	
	53° 43' 2"	29° 55' 22"
		Número de usuários: 13 FAMILIAS
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		


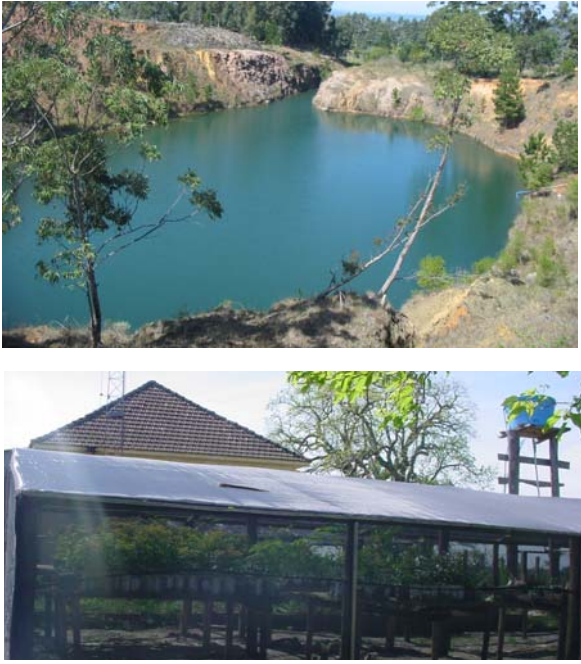


Município: SANTA MARIA	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. SANTA FLORA	
Localidade: SANTA FLORA	Coordenadas:	
	53° 45' 4"	29° 45' 15"
		Número de usuários: 163
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: SANTA MARIA	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. IRINEO ANTOLINI	
Localidade: PASSO DO VERDE	Coordenadas: 53° 42' 1" 29° 44' 59"	
Entorno do ponto: 	Observações:	
Sistema de captação de água: 	Sistema de armazenamento de água: 	

Município: SANTA MARIA	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. ALMIRO BELTRAME		
Localidade: BOCA DO MONTE	Coordenadas:		Número de usuários: 169
	53° 34' 4"	29° 43' 30"	
Entorno do ponto:	Observações:		
Sistema de captação de água:	Sistema de armazenamento de água:		
			

Município: SÃO SEPÉ	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. JOÃO PESSOA	
Localidade: TUPACI	Coordenadas: 53° 50' 2" 30° 8' 39"	
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: SÃO SEPÉ	Ponto de monitoramento: COMUNIDADE MATA GRANDE	
Localidade: MATA GRANDE	Coordenadas:	
	53° 46' 2"	30° 18' 4"
		Número de usuários: 10 FAMILIAS
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: SÃO SEPÉ	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. CORONEL CHANANÉCO	
Localidade: CERRITO DO OURO	Coordenadas: 53° 39' 5"	Número de usuários: 231
Entorno do ponto: 		Observações: 
Sistema de captação de água: 		Sistema de armazenamento de água: 

Município: SÃO SEPÉ	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. ENO BRUM PIRES	
Localidade: JASIDAS	Coordenadas: 53° 32' 2" 30° 9' 26"	
Entorno do ponto:	Observações:	
		
Sistema de captação de água:	Sistema de armazenamento de água:	
 		





Município: SÃO SEPÉ	Ponto de monitoramento: COMUNIDADE QUILOMBOLA PASSO DOS BRUMM	
Localidade: PASSO DOS BRUMM	Coordenadas:	
	53° 27' 4"	30° 4' 57"
Entorno do ponto:		Número de usuários: 15 FAMILIAS
		Observações: 
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: SÃO SEPÉ		Ponto de monitoramento: COMUNIDADE VILA SCHIRMER	
Localidade: VILA SCHIRMER		Coordenadas:	
		53° 18' 2"	30° 4' 46"
		Número de usuários: 35 FAMILIAS	
Entorno do ponto:		Observações:	
			
			
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:	
			

Município: TUPANCIRETÃ	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. SÃO PEDRO	
Localidade: LAGEADO DO CELSO	Coordenadas: 54° 17' 0" 28° 58' 0"	
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
 		

Município: TUPANCIRETÃ	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. MARIA ALEYDAH M. BONUMÁ	
Localidade: ASSEN. N. S. APARECIDA	Coordenadas:	
	54° 11' 0"	29° 9' 0"
		Número de usuários: 58
Entorno do ponto:		Observações:
		
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		
		

Município: TUPANCIRETÃ	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. MARIA OLILA TERRA BONUMÁ	
Localidade: ESPINILHO GRANDE	Coordenadas: 53° 57' 0" 29° 7' 0"	
Entorno do ponto:	Número de usuários: 80	
	Observações: 	
Sistema de captação de água:	Sistema de armazenamento de água:	
		

Município: TUPANCIRETÃ	Ponto de monitoramento: ESCOLA EST. FELIX DA CUNHA	
Localidade: SANTA TECLA	Coordenadas: 53° 38' 6" 29° 0' 0"	
	Número de usuários: 86	
Entorno do ponto: 	Observações: 	
Sistema de captação de água: 	Sistema de armazenamento de água: 	

Município: TUPANCIRETÃ	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. DÉCIO SEBASTIÃO BURTET	
Localidade: SÃO BERNARDO	Coordenadas: 54° 8' 0"	Número de usuários: 45
Entorno do ponto: 		Observações: 
Sistema de captação de água: 		Sistema de armazenamento de água: 

Município: TUPANCIRETÃ	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. ASSENTAMENTO CACHOEIRA	
Localidade: ASSENTAMENTO CACHOEIRA	Coordenadas:	
	54° 2' 59"	28° 54' 0"
Entorno do ponto:		Número de usuários: 40
		Observações: 
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:
		

Município: TUPANCIRETÃ	Ponto de monitoramento: ESCOLA MUN. DEODORO DA FONSECA		
Localidade: SÃO XAVIER	Coordenadas:		Número de usuários: 15
	53° 55' 6"	28° 53' 0"	
Entorno do ponto:		Observações:	
			
Sistema de captação de água:		Sistema de armazenamento de água:	
			
			

ANEXO C – Lista de controle da presença dos participantes das reuniões realizadas com os representantes do município e dos pontos monitorados.

REUNIÃO:

QUALIDADE DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ESCOLAS E COMUNIDADES RURAIS DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

MUNICÍPIO: _____ DATA: ____/____/____

LOCAL: _____

LISTA DE PRESENÇA			
	NOME	ASSINATURA	SÉRIE/PROFISSÃO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

ANEXO D – Lista de controle da presença dos participantes das reuniões realizadas com os usuários das escolas rurais.

REUNIÃO:

QUALIDADE DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ESCOLAS E COMUNIDADES RURAIS DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

MUNICÍPIO: _____ DATA: ____/____/____

LOCAL: _____ ESCOLA: _____

LISTA DE PRESENÇA			
	NOME	ASSINATURA	SÉRIE/PROFISSÃO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

ANEXO E – Folder educativo sobre qualidade da água no meio rural, destinado ao público escolar.

DICAS DE HIGIENE E PRESERVAÇÃO DAS ÁGUAS



Escove os dentes após as refeições e sempre fechar a torneira durante a escovação.

Tome banho ao menos uma vez por dia. Cada minuto de banho gasta de 3 a 6L de água. Por isso, 5 minutos de chuveiro são suficientes.



Lave as mãos antes das refeições e sempre quando usar o banheiro. Não esqueça a torneira aberta!

Não jogue lixo em rios, fontes de água ou florestas. Sempre separe o lixo orgânico do lixo seco (papel, metal e plástico).



Seja detetive dos vazamentos de água da sua casa, evitando o desperdício.

Procurar evitar a entrada de animais domésticos dentro de casa, pois eles podem transmitir doenças.



Projeto:

Monitoramento da qualidade da água para consumo humano e educação ambiental em escolas e comunidades rurais da região Central do Rio Grande do Sul

Autores:

Rodrigo Pivoto Mulazzani
Carlos Alberto Casali
Jaderson dos Anjos Toledo
Danilo Rheinheimer dos Santos
André Carlos Cruz Copetti
João Batista Rossetto Pellegrini
Caroline Casali

Realização:



Apoio:

FIEX/UFMS – Fundo de incentivo à extensão

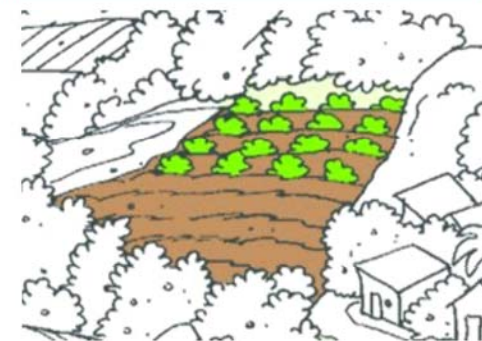
Prefeituras municipais de:
(gestão 2004/2008)

- Jaguari
- Tupanciretã
- São Sepé
- Santa Maria
- São Francisco de Assis

Material baseado no Portal CanalKids e website da Agência Nacional das Águas -ANA



Qualidade da água no meio rural



IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água é o solvente universal e indispensável a todas as formas de vida, pois a maior parte do nosso corpo, dos animais e das plantas tem água na sua constituição.



Cerca de 75% do nosso corpo é composto de água!

A água também é essencial para as atividades humanas de:



DE ONDE VEM A ÁGUA?

A água que chega na torneira da nossa casa percorre um longo caminho. O grande reservatório de água do planeta Terra é o oceano. A água sai dele e volta para ele através do ciclo da água na natureza.

CICLO DA ÁGUA



Esse ciclo da água pode ser alterado naturalmente ou pelo desmatamento, mau uso do solo, irrigação excessiva, barragens mal projetadas e até pelo efeito estufa.

FONTES DE CONTAMINAÇÃO

Durante seu ciclo, a água pode ser contaminada através de:

- ❖ Esgoto doméstico.
- ❖ Água usada na limpeza de estrebarias e pocilgas jogada em riachos sem tratamento.
- ❖ Uso excessivo de agrotóxicos e adubos nas lavouras.
- ❖ Erosão do solo por falta de conservação.
- ❖ Lixo não descartado corretamente.
- ❖ Emissão de poluentes na atmosfera.

CONSEQÜÊNCIAS DA CONTAMINAÇÃO

A água contaminada pode transmitir várias doenças, como cólera, dengue, diarreia e hepatite.

Cerca de 80% das doenças humanas estão relacionadas à água não tratada, saneamento precário e falta de higiene!



Além de provocar doenças, a água contaminada também prejudica a vida dos rios, dos lagos e dos oceanos e assim:

- ❖ Não terá peixe para pescar.
 - ❖ Não terá água para nadar.
 - ❖ Não terá água para beber.
- Depois que a água está contaminada é muito difícil a sua recuperação!!

COMO EVITAR CONTAMINAÇÕES

- ❖ Proteger a mata e as fontes de água.
- ❖ Impedir que animais usem a mesma água que os humanos.
- ❖ Evitar que dejetos cheguem até os rios e as fontes de água.
- ❖ Construir banheiros, patentes, fossas e esterqueiras no mínimo a 30m de distância da fonte de água.
- ❖ Separar lixo orgânico do seco.

ANEXO F – Folder educativo sobre qualidade da água no meio rural, destinado ao público adulto.

Projeto:

Monitoramento da qualidade da água para consumo humano e educação ambiental em escolas e comunidades rurais da região Central do Rio Grande do Sul

Autores:

Rodrigo Pivoto Mulazzani
 Carlos Alberto Casali
 Jaderson dos Anjos Toledo
 Danilo Rheinheimer dos Santos
 André Carlos Cruz Copetti
 João Batista Rosseto Pellegrini
 Caroline Casali

Realização:

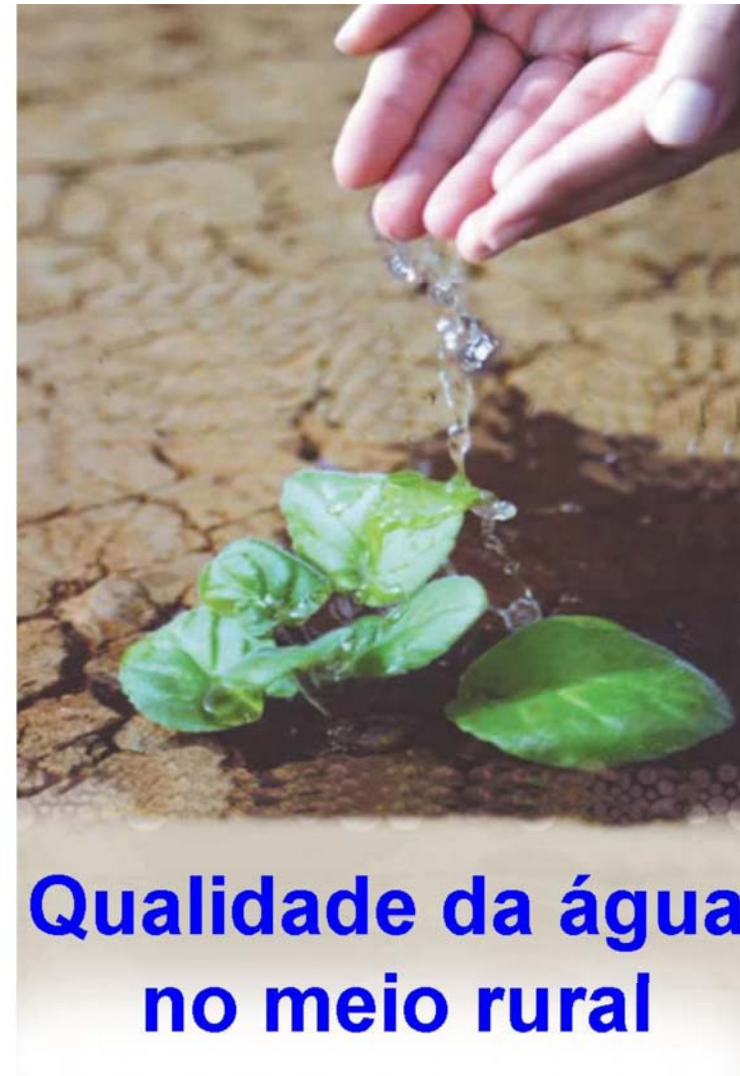


Apoio:

FIEX/UFSM – Fundo de incentivo à extensão

Prefeituras municipais (gestão 2004/2008) de:

- Jaguari
- Tupanciretã
- São Sepé
- São Francisco de Assis
- Santa Maria



1. Importância da água

A água é importante para todos os seres vivos, inclusive animais e plantas. Cerca de 75% do corpo humano é composto por água. Além disso, muitas atividades humanas como alimentação, higiene, transporte, lazer, processos industriais, comerciais e agrícolas demandam de água em qualidade e quantidade adequadas.

2. Origem da água

A água que utilizamos participa de um ciclo natural que inicia com a evaporação da água dos oceanos, rios e lagos. Depois essa água subirá na atmosfera, formará as nuvens, condensará e acabará retornando à superfície da terra na forma de chuva ou neve, recarregando os rios, lagos e oceanos, fechando assim o ciclo.



3. Os caminhos da água

A água, no seu ciclo, passa por diferentes ambientes. Quando a chuva atinge a superfície terrestre, ela poderá percorrer dois caminhos:

- 💧 1º: infiltrar no solo e atingir lençóis freáticos e aquíferos. Esse é o caminho natural, mas mesmo assim pode carregar consigo substâncias solúveis que podem poluir essas águas.
- 💧 2º: escoar sobre o solo até atingir os córregos e rios. Nesse caso, a água carregará tudo o que for solúvel (fertilizantes, pesticidas) ou o que conseguir arrastar (solo, material orgânico).

4. Água no meio rural

No Brasil, cerca de 61% de toda a água usada é consumida pela agricultura. Essa água é destinada à irrigação de plantas, tratamento de animais, piscicultura, higienização de instalações e consumo doméstico.

Para se ter uma idéia da importância da água na produção agrícola, são necessários 2.000 litros de água para produzir 1 kg de soja e 100.000 litros de água para criar um boi.

5. Contaminação da água e suas conseqüências

A água é dita contaminada quando possui algum microrganismo que possa causar doença ou alguma substância tóxica (agrotóxico ou elemento químico).

Esses contaminantes podem entrar na água quando ela passa por um ambiente contaminado (solo, por exemplo), ou quando ela está armazenada em local inadequado.

O esgoto doméstico e animal, o lixo e a água usada na limpeza das instalações (estrebrias, pocilgas) se forem indevidamente lançados no meio ambiente podem vir a contaminar a água.



O mau uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos e orgânicos, associados à erosão e práticas que degradam o solo, são fontes de contaminação da água. Teores elevados de nitrato, metais pesados e agrotóxico podem provocar alterações genéticas como o câncer e levar à morte, enquanto que o fósforo e o nitrogênio em excesso levam a proliferação de algas em rios, lagos e oceanos. Isso causa a morte de peixes e outros animais aquáticos.



A água contaminada é um problema de saúde pública. Estima-se que no mundo a cada 14 segundos morre uma criança vítima de doenças hídricas e que 80% de todas as moléstias (cólera, diarreia, hepatite) e um terço dos óbitos de países pobres são causados pelo consumo de água contaminada, saneamento precário e falta de higiene.

6. Como evitar a contaminação

💧 Nas fontes:

- ⇒ Construir fonte/poço acima do nível de rios, açudes e lagos, mantendo uma distância mínima de 30 m dos mesmos.
- ⇒ Manter a fonte/poço sempre bem coberta, evitando a entrada de água da chuva ou água que escoar pela superfície do solo, pois podem trazer contaminantes.
- ⇒ Manter uma área de vegetação de, pelo menos, 10 m ao redor da fonte/poço para a sua proteção.
- ⇒ Evitar o acesso de animais e a circulação de pessoas em fonte/poço de captação de água.



💧 Nas lavouras:

- ⇒ Construir e manter os terraços nas lavouras, para regularizar a saída da água.
- ⇒ Nunca fazer as linhas de plantio na mesma direção da declividade.
- ⇒ Respeitar a mata ciliar e as margens dos rios, que servirão como filtros de substâncias prejudiciais que escoam das lavouras.
- ⇒ Respeitar as doses e carência dos agrotóxicos e fertilizantes, sempre buscando orientação de profissionais como agrônomos e veterinários.
- ⇒ Manter a lavoura sempre coberta com palhada ou vegetação e evitar o revolvimento do solo.



💧 Na criação de animais:

- ⇒ Não jogar nos rios a água usada para limpar as instalações dos animais.
- ⇒ Não permitir que os animais bebam a mesma água ou tenham acesso a fonte de captação da água do homem.
- ⇒ Não permitir o acesso de animais às matas ciliares e margens de rios, protegendo-as com cercas.

💧 Residência:

- ⇒ Não utilizar caixa de água de amianto.
- ⇒ Limpar a caixa de água pelo menos 1 vez ao ano.
- ⇒ Não usar poços velhos como fossa ou depósito de lixo.
- ⇒ Separar o lixo seco (coletar) do orgânico (horta/lavoura).
- ⇒ Canos e mangueiras expostas facilitam o aquecimento da água pelo sol, o que causa a proliferação de microorganismos. Portanto sempre manter os canos e mangueiras enterrados.



7. Consciência ambiental de pai para filho

A água é um recurso natural não renovável, portanto, é dever de todos preservá-la. A água exerce papel importante em nossa higiene pessoal. Cuide para que seus filhos:

- ⇒ Escovem os dentes após as refeições, fechando a torneira durante a escovação.
- ⇒ Lavem as mãos após usar o banheiro e antes das refeições, sem esquecer a torneira aberta.
- ⇒ Tomem banho uma vez ao dia, lembrando que 5 minutos de banho são suficientes.
- ⇒ Não convivam com animais dentro de casa.

ANEXO G – Portaria nº 518 de 2004, emitida pelo Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.



MINISTÉRIO DA SAÚDE

PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no Art. 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977,

RESOLVE:

Art. 1º Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2º Fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses, contados a partir da publicação desta Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais esta Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Art. 3º É de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 4º O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nesta Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação.

Art. 5º Fica delegada competência ao Secretário de Vigilância em Saúde para editar, quando necessário, normas regulamentadoras desta Portaria.

Art. 6º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

HUMBERTO COSTA
ANEXO A PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004

NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

CAPÍTULO I
DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

CAPÍTULO II
DAS DEFINIÇÕES

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

I. água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II. sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III. solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;

IV. controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V. vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende à esta Norma e para avaliar os riscos

que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

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

VII. coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII. *Escherichia Coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX. contagem de bactérias heterotróficas - determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: $35,0 \pm 0,5$ °C por 48 horas;

X. cianobactérias - microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI. cianotoxinas - toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

a) microcistinas - hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;

b) cilindrospermopsina - alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos;

c) saxitoxinas - grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

CAPÍTULO III DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES

Seção I Do Nível Federal

Art. 5º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS:

I. promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II. estabelecer as referências laboratoriais nacionais e regionais, para dar suporte às ações de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano;

III. aprovar e registrar as metodologias não contempladas nas referências citadas no artigo 17 deste Anexo;

III. definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS; e

IV. executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação estadual, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção II Do Nível Estadual e Distrito Federal

Art. 6º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal:

I. promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II. garantir, nas atividades de vigilância da qualidade da água, a implementação de um plano de amostragem pelos municípios, observadas as diretrizes específicas a serem elaboradas pela SVS/MS;

III. estabelecer as referências laboratoriais estaduais e do Distrito Federal para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e

IV. executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação municipal, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção III Do Nível Municipal

Art. 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

I. exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;

II. sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como, pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

III. estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;

IV. efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

- a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;
- b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;
- c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e
- d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

V. auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;

VI. garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9 deste Anexo;

VII. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;

IX. informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

X. aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9;

XI. implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante diretrizes específicas elaboradas pela SVS; e

XII. definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa.

Seção IV

Do Responsável pela Operação de Sistema e/ou Solução Alternativa

Art. 8º Cabe ao(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água.

Parágrafo único. Em caso de administração, em regime de concessão ou permissão do sistema de abastecimento de água, é a concessionária ou a permissionária a responsável pelo controle da qualidade da água.

Art. 9º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I. operar e manter sistema de abastecimento de água potável para a população consumidora, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e com outras normas e legislações pertinentes;

II. manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

a) controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;

b) exigência do controle de qualidade, por parte dos fabricantes de produtos químicos utilizados no tratamento da água e de materiais empregados na produção e distribuição que tenham contato com a água;

c) capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água; e

d) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema de abastecimento.

III. manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída;

IV. encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento a esta Norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;

V. promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI. fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;

b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e

c) ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII. comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 deste Anexo; e

IX. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 deste Anexo, incumbe:

I. requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser

fornecida, incluindo os parâmetros de qualidade previstos nesta Portaria, definidos por critério da referida autoridade;

II. operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e com outras normas e legislações pertinentes;

III. manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

IV. encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral;

V. efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando, imediatamente, à autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII. comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

CAPÍTULO IV DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano	
PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
<i>Água para consumo humano</i> ⁽²⁾	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
<i>Água na saída do tratamento</i>	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
<i>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</i>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

§1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§2º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§3º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e confirmação dos resultados positivos.

§4º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (coleta).

§5º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§6º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na Tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em coleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§7º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§8º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp.

§9º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Art. 12. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser observado o padrão de turbidez expresso na Tabela 2, abaixo:

Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP ⁽¹⁾
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT ⁽²⁾
Filtração lenta	2,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de turbidez.

§ 1º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos na Tabela 2, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§ 2º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp., recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§ 3º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso na Tabela 2, deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

Art.14. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3

Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP ⁽¹⁾
INORGÂNICAS		
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto ⁽²⁾	mg/L	1,5
Merúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
ORGÂNICAS		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroetano	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroetano	µg/L	70
AGROTOXICOS		
Alaclor	µg/L	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300
Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (γ-BHC)	µg/L	2
Metolacoloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6
Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20
Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20
CIANOTOXINAS		
Microcistinas ⁽³⁾	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO		
Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre ⁽⁴⁾	mg/L	5
Monocloramina	mg/L	3
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

§ 1º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§ 2º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente.

Art. 15. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de radioatividade expresso na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4
Padrão de radioatividade para água potável

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP ⁽¹⁾
Radioatividade alfa global	Bq/L	0,1 ⁽²⁾
Radioatividade beta global	Bq/L	1,0 ⁽²⁾

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Art. 16. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5
Padrão de aceitação para consumo humano

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH ⁽²⁾	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável ⁽³⁾
Gosto	-	Não objetável ⁽³⁾
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT ⁽⁴⁾	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

§ 3º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez nas Tabelas 6 e 7.

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da *publicação Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e *Water Environment Federation (WEF)*, ou das normas publicadas pela ISO (*International Standardization Organization*).

§ 1º Para análise de cianobactérias e cianotoxinas e comprovação de toxicidade por bioensaios em camundongos, até o estabelecimento de especificações em normas nacionais ou internacionais que disciplinem a matéria, devem ser adotadas as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua publicação *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*.

§ 2º Metodologias não contempladas nas referências citadas no § 1º e “caput” deste artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nesta Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pelo Ministério da Saúde.

§ 3º As análises laboratoriais para o controle e a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

CAPÍTULO V DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6

Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (NÚMERO DE AMOSTRAS POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor Turbidez pH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
CRL ⁽¹⁾	Superficial	1	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
Cianotoxinas	Superficial	1 (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	1	1 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾
	Subterrâneo	-	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
Demais parâmetros ⁽³⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾

NOTAS: (1) Cloro residual livre.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(4) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 7

Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (FREQUÊNCIA POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor Turbidez pH Fluoreto	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
	Subterrâneo	Diária			
CRL ⁽¹⁾	Superficial	A cada 2 horas	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-	Anual	Semestral	Semestral
Demais parâmetros ⁽²⁾	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾

NOTAS: (1) Cloro residual livre.

(2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(3) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 8

Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

PARÂMETRO	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)			
	População abastecida			
	< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

NOTA: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, 2 (duas) amostra semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, 4 (quatro) amostras semanais.

Tabela 9

Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (para água canalizada)	NÚMERO DE AMOSTRAS RETIRADAS NO PONTO DE CONSUMO ⁽¹⁾ (para cada 500 hab.)	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Cor, turbidez, pH e coliformes totais ⁽²⁾	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
⁽³⁾ CRL ⁽²⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

NOTAS: (1) Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, 3 pontos de consumo de água.

(2) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada 1 (uma) análise de CRL em cada carga e 1 (uma) análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, PH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(3) Cloro residual livre.

§ 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I. distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II. representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

§ 2º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto na Tabela 8, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§ 3º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§ 4º Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no § 3º deste artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

§ 5º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml (2mm³/L de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Art. 19. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas e de soluções alternativas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

§ 1º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer frequência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou 1mm³/L de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor. § 2º É vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias ou qualquer intervenção no manancial que provoque a lise das células desses microrganismos, quando a densidade das cianobactérias exceder 20.000 células/ml (ou 2mm³/L de biovolume), sob pena de comprometimento da avaliação de riscos à saúde associados às cianotoxinas.

Art. 20. A autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, deve implementar um plano próprio de amostragem, consoante diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS.

CAPÍTULO VI DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Art. 21. O sistema de abastecimento de água deve contar com responsável técnico, profissionalmente habilitado.

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico desta Norma.

Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

Art. 24. Em todos os momentos e em toda sua extensão, a rede de distribuição de água deve ser operada com pressão superior à atmosférica.

§ 1º Caso esta situação não seja observada, fica o responsável pela operação do serviço de abastecimento de água obrigado a notificar a autoridade de saúde pública e informar à população, identificando períodos e locais de ocorrência de pressão inferior à atmosférica.

§ 2º Excepcionalmente, caso o serviço de abastecimento de água necessite realizar programa de manobras na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão inferior à atmosférica, o referido programa deve ser previamente comunicado à autoridade de saúde pública.

Art. 25. O responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve:

- I. garantir o uso exclusivo do veículo para este fim;

II. manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e, ou, sobre a fonte de água; e

III. manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água.

§ 1º A água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

§ 2º O veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição: “ÁGUA POTÁVEL”.

CAPÍTULO VII DAS PENALIDADES

Art. 26. Serão aplicadas as sanções administrativas cabíveis, aos responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água, que não observarem as determinações constantes desta Portaria.

Art. 27. As Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios estarão sujeitas a suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nesta Portaria.

Art. 28. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento desta Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde – SUS.

CAPÍTULO VIII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Art. 30. O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta Norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e, ou, em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Art. 31. Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública

competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente Norma.

Art. 32. Quando não existir na estrutura administrativa do estado a unidade da Secretaria de Saúde, os deveres e responsabilidades previstos no artigo 6º deste Anexo serão cumpridos pelo órgão equivalente.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)