

ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM PROPRIEDADES RURAIS DE UM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA

DRINKING WATER IN RURAL FARMS OF A LAND REFORM SETTLEMENT

Viviane Capoane

UFPR

capoane@gmail.com

Danilo Rheinheimer dos Santos

UFSM

danielonesaff@gmail.com

André Pellegrini

UFSM

andrepellegrini@yahoo.com.br

Gilmar Luiz Schaefer

UFSM

gilmar.geo08@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de fontes utilizadas para consumo humano relacionando-a ao uso da terra no entorno e condições de proteção da cavidade perfurada em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas no assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul. Coletaram-se amostras de água em 11 fontes nos meses de agosto e novembro de 2009 e janeiro e março de 2010. As condições de proteção da cavidade perfurada das fontes foram avaliadas no momento da coleta e as formas de uso da terra no entorno, em trabalhos de campo. As águas de todas as fontes monitoradas apresentaram bactérias do grupo coliformes totais e, mais de 90 % delas continha em pelo menos uma das coletas bactérias *Escherichia coli*. Além disso, em algumas fontes os parâmetros físicos e químicos como turbidez, potencial hidrogeniônico e nitrato estavam fora dos padrões de potabilidade para águas destinadas ao consumo humano. As péssimas condições de conservação e ausência de proteção da cavidade perfurada na maioria das fontes, aliado ao manejo inadequado das atividades agropecuárias no entorno, tornaram a água consumida nas propriedades um fator potencialmente prejudicial à saúde humana.

Palavras Chave: Água Potável; Saneamento Rural; Assentamentos de Reforma Agrária.

ABSTRACT

This study related the quality of drinking water sources to the land use around and the conditions of the protection of the perforated cavity in two small watersheds located in the Alvorada settlement, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul. Samples were collected from 10 water sources in the months of August and November of 2009 and January and March of 2010. The conditions for the protection of the perforated cavity were evaluated at collection and forms of land use in the surroundings, in the field. All the waters from the monitored sources showed coliform bacteria; over 90% of the water sources had *Escherichia coli* bacteria in at least one of its samples. Moreover, for some water sources, the physical and chemical parameters such as turbidity, nitrate concentration or hydrogen potential were violated the standards for drinking water intended for human consumption. The poor conservation conditions and the lack of protection of the perforated cavity for most water sources, combined with inadequate management of agricultural activities around the sources, made the water from these sources potentially harmful to human health.

Key Words: Drinking Water; Sanitation Rural; Agrarian Reform Settlements.

Recebido em: 27/04/2011

Aceito para publicação em: 30/06/2011

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida. Sem ela os seres humanos não viveriam por mais de alguns dias, pois desempenha papel vital em quase todas as funções do corpo, protegendo o sistema imunológico (OMS, 2003). Mas para fazer isso de forma eficaz, a água deve ser acessível e segura. Porém, mesmo que o acesso a um abastecimento regular de água potável seja um direito humano básico, assim como outros direitos, muitas pessoas não o têm.

Nas zonas rurais brasileiras o abastecimento de água é feito, principalmente através da utilização de poços rasos ou nascentes. Apesar de serem consideradas seguras para o consumo in natura, estas águas podem contaminar-se pelas impurezas que possam cair diretamente pela abertura superior, contaminação por águas das chuvas via escoamento superficial ou por contaminação direta do lençol freático por um foco de contaminação (Almeida et al., 2005).

Em áreas de assentamentos rurais a realidade de abastecimento de água potável é ainda mais crítica, pois na implantação muitas famílias não dispõem facilmente deste bem em seus respectivos lotes havendo a necessidade de buscá-la por meio da abertura de poços, cisternas ou cacimbas. Estes, quase que na totalidade, são inadequadamente vedados e próximos a fontes potenciais de contaminação como lavouras, fossas sépticas, sumidouros e áreas de pastagem ocupadas por animais. Isso leva à alta probabilidade de contaminação e ao aparecimento de surtos de doenças de veiculação hídrica.

As doenças de veiculação hídrica são transmitidas basicamente pela rota fecal-oral. Isso quer dizer que os microrganismos patogênicos são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimentos contaminados por fezes (Amaral et al., 2003). Entre os contaminantes patogênicos mais comuns são citados os vírus, os protozoários, os helmintos e as bactérias que veiculados pela água podem parasitar e/ou intoxicar o organismo humano (Souza et al., 1983). Quando estes microrganismos são encontrados na água, é sinal de que existe uma via de acesso que pode ser seguida também por germes ou agentes patológicos que são eliminados nas dejeções de pessoas infectadas.

Tendo em vista que o consumo de água, segundo os padrões de potabilidade adequados, é de importância fundamental para a saúde humana, a vigilância da qualidade da água no Brasil foi normatizada pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (Brasil, 2004). Essa normativa estabeleceu os Valores Máximos Permissíveis (VMP) para contaminantes radioativos, bacteriológicos e físico-químicos que representam riscos para a saúde. O propósito primário desta Portaria é a proteção da saúde pública. A aplicação desta legislação é obrigatória tanto pelo prestador de serviço de abastecimento de água (controle) quanto pelo setor de saúde (vigilância). Porém, no ambiente rural, à responsabilidade do monitoramento dos sistemas alternativos de abastecimento, em sua maioria, fica para os próprios usuários, uma vez que as Secretarias Municipais de Saúde através do Programa Saúde Família não atinge a totalidade das comunidades, além do que muitos dos funcionários encarregados pelas prefeituras são leigos e nunca receberam orientação sobre a importância da análise da água destinada ao consumo humano (Casali, 2008).

Diante deste quadro, o monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano no meio rural torna-se imprescindível, pois um diagnóstico das principais formas de contaminação poderá auxiliar no planejamento de ações que visem eliminar os riscos potenciais de contaminação e, conseqüentemente, um aumento da qualidade de vida dos usuários dessas águas. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de fontes utilizadas para consumo humano relacionando-a ao uso da terra no entorno e condições de proteção da cavidade perfurada em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas no assentamento Alvorada, município de Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

O assentamento Alvorada situa-se na porção Sul do município de Júlio de Castilhos, região central do Estado do Rio Grande do Sul. Seus limites encontram-se entre as coordenadas UTM 239000 a 244000 E e 6746000 a 6752000 S, sistema SAD 69 (Figura 1). A área total do assentamento é de 1569 ha. As duas pequenas bacias hidrográficas possuem 139,6 ha (PBH 1) e 80,8 ha (PBH 2) respectivamente.

Este assentamento encontra-se sobre duas formações geológicas distintas: Formação Serra Geral e Formação Tupanciretã. A Formação Serra Geral (Grupo São Bento) datada do Jurássico pode ser encontrada entremeadada aos depósitos mais recentes. A sequência básica é constituída predominantemente por rochas efusivas, as quais são reunidas em três grandes grupos: basaltos, andesitos e basaltos vítreos. As efusivas ácidas normalmente encontradas são agrupadas em quatro grandes tipos petrográficos: basaltos pórfiros, dacitos e rioclitos felsíticos, riolitos felsíticos e fenobasaltos vítreos (Frasca & Sartori, 1998). A Formação Tupanciretã é composta por um conjunto litológico bastante heterogêneo em que predominam conglomerados, arenitos e intercalações de delgadas camadas de argila. Os solos derivados dessa Formação são bastante arenosos e altamente susceptíveis a processos erosivos. A classe de solo predominante no assentamento é argissolo e, em menores proporções encontram-se neossolos, cambissolos e gleissolos.

As características do relevo em si estão inteiramente relacionadas à litologia do local, de modo geral, constituído por colinas suaves, bem arredondadas, regionalmente conhecidas por coxilhas. Os topos são planos as vertentes suaves com baixas declividades, o que propicia diversos usos. A área de estudo está inserida na Região Geomorfológica Planalto das Missões, sobre a Unidade Geomorfológica do Planalto de Santo Ângelo (IBGE, 1986).

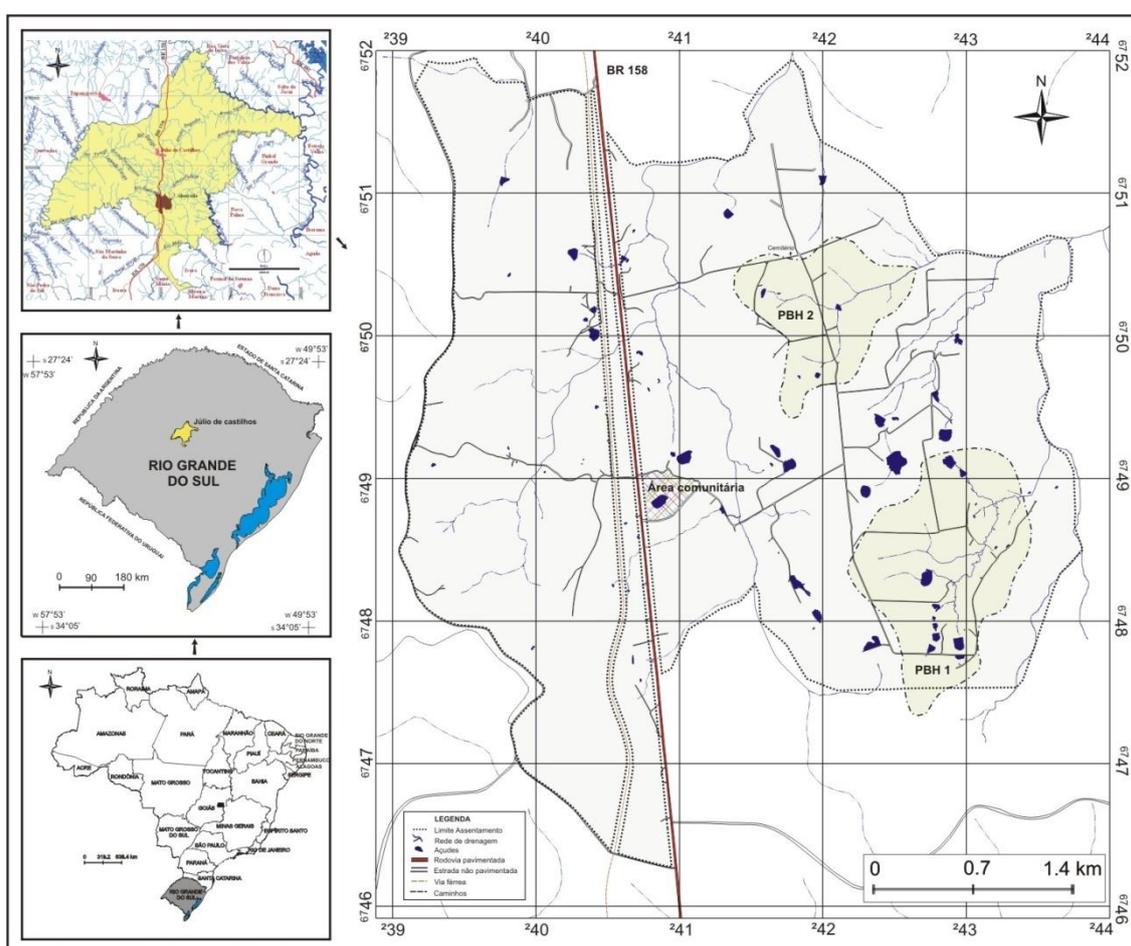


Figura 1 - Localização do assentamento Alvorada e pequenas bacias hidrográficas, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul. Elaboração: CAPOANE, V.

O clima da região corresponde ao Cfa, com verões quentes de temperaturas médias de 22°C, invernos amenos com temperatura superior a -3°C e distribuição uniforme de precipitação ao longo do ano (Köppen, 1948).

A rede de drenagem do assentamento é formada por vários pequenos cursos d'água que fluem para o arroio Felício a leste e para outros dois arroios que cortam o assentamento e direcionam-se para o norte. As várias nascentes de cursos d'água que se situam dentro do assentamento têm comportamento intermitente, sujeitas a influência de períodos de estiagem e frequentemente ficam secas. Nas áreas de topografia mais baixa e plana, os arroios assumem um comportamento mais perene. Além da rede de drenagem natural, existem ainda vários espelhos d'água artificiais (açudes), geralmente usados para a dessedentação animal e em alguns casos, para a piscicultura. As águas do assentamento drenam para a bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

Os remanescentes florestais estão sob o domínio da Floresta Estacional Decidual com Vegetação Secundária e Atividades Agrárias, como também do contato desta tipologia florestal com a Estepe com Atividades Agrárias.

Quanto aos aspectos sócio-econômicos, após a efetivação do assentamento surgiu uma nova configuração no espaço agrário Castilhense, espaço este, até então dominado pela pecuária extensiva e a lavoura agroexportadora de soja. Além do crescimento populacional que alterou a dinâmica demográfica, houve à inserção da agricultura familiar e esta vem colaborando com a economia local, pois são 72 famílias que movimentam recursos financeiros ajudando a dinamizar a economia do município de Júlio de Castilhos (Moreira, 2008).

Com relação à infraestrutura do assentamento Alvorada, esta pode ser considerada, de modo geral, boa. As residências são todas de alvenaria, com boa qualidade. Existe acesso à energia elétrica para todas as famílias. A rede viária principal tem boa densidade, porém baixa qualidade. Vinte e duas famílias possuem abastecimento de água encanada proveniente de um poço artesiano, o qual não possui cloração. As demais, 50 famílias, ainda obtêm água individualmente de cacimbas, poços rasos e vertentes, sem nenhum tipo de tratamento antes do consumo.

Monitoramento da qualidade da água nas fontes

Foram definidos 11 pontos de amostragem, cinco na pequena bacia hidrográfica 2 (F1, F2, F3, F4 e F5) e seis na pequena bacia hidrográfica 1 (F6, F7, F8, F9, F10 e F11) (Figura 2). Os parâmetros avaliados foram: coliformes totais e *Escherichia coli*, fósforo solúvel (Ps), nitrogênio amoniacal, nitrato, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cor aparente, turbidez, cálcio (Ca), magnésio (Mg), dureza, sódio (Na), potássio (K) e ferro (Fe). A representatividade destes parâmetros foi avaliada nos meses de agosto (25/08/09), novembro (05/11/09), janeiro (07/01/10) e março (01/03/10), num total de 44 amostras. Posteriormente, os resultados obtidos foram enquadrados quanto à potabilidade para o consumo humano na Portaria nº 518 do Ministério da Saúde.

A coleta e acondicionamento das amostras seguiram as recomendações do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (AWWA, 2005). Após a coleta, as amostras foram transportadas até o Laboratório de Análises de Águas Rurais do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria.

Na chegada ao laboratório determinaram-se o pH, a CE, a turbidez e a cor aparente utilizando um pHmetro de bancada, condutivímetro Digimed DM31, turbidímetro e colorímetro, respectivamente. As amostras destinadas à determinação dos parâmetros químicos foram filtradas em membrana de celulose com 0,45 µm de diâmetro de poro e mantidas em geladeira (2-8°C).

As concentrações de Ca, Mg e Fe foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica; a dureza da água foi obtida pela fórmula: concentração equivalente de carbonato de cálcio (mg L⁻¹) = 2,497*(Ca em mg L⁻¹) + 4,118*(Mg em mg L⁻¹); K e Na por espectrofotometria de emissão de chama. Os teores de nitrogênio amoniacal e nitrato foram obtidos usando a metodologia de arraste de vapores em destilador semi-micro Kjeldahl (Tedesco et al., 1995).

A concentração de Ps foi determinada por espectrofotocolorimetria UV – Visível (Makris, 2002). As análises microbiológicas consistiram na determinação do número mais provável de coliformes totais e *Escherichia coli*. O meio de cultura utilizado foi o caldo Fluorocult LMX (Merck). Todas as soluções foram preparadas com água destilada e deionizada pelo sistema Milli-Q (Millipore) e reagentes de grau analítico (P.A.).

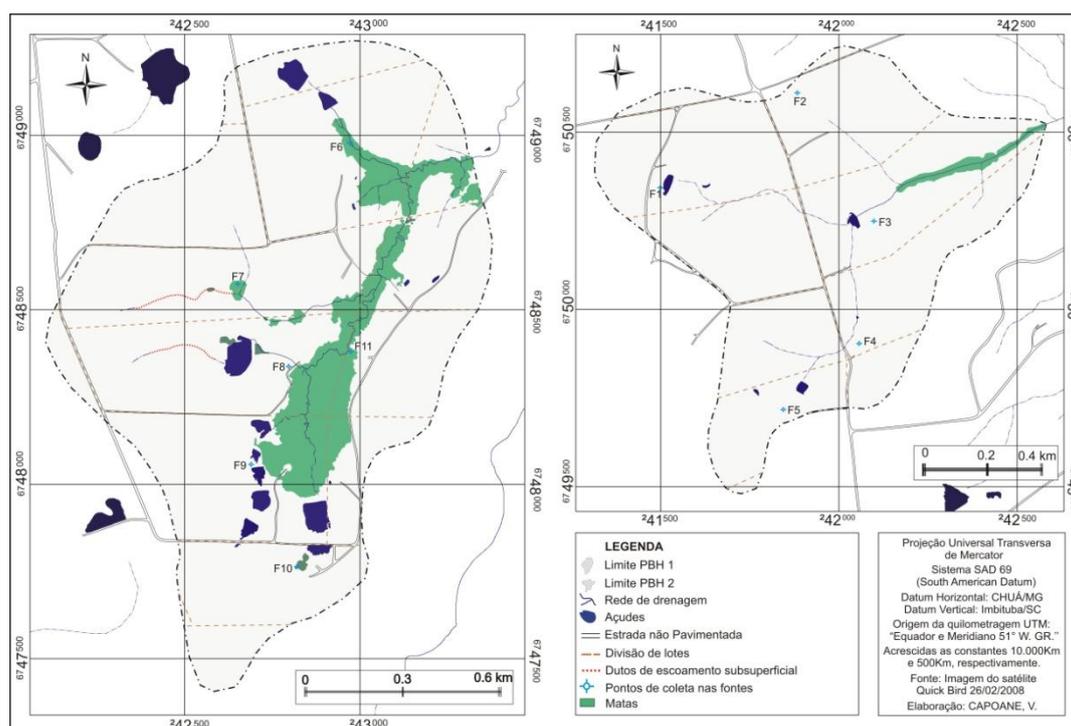


Figura 2 - Localização dos pontos de coleta monitorados nas duas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas duas pequenas bacias hidrográficas, durante a primeira coleta realizada em agosto de 2009, todas as famílias consumiam águas oriundas de cacimbas e poços pouco profundos. Estes, quase que na totalidade, eram inadequadamente vedados e próximos a fontes potenciais de contaminação como lavouras, fossas sépticas, sumidouros e áreas de pastagem ocupadas por animais. Com a renovação do contrato para atendimento em assistência técnica, social e ambiental entre a Emater/RS-Ascar e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), foram construídas três fontes drenadas, duas na PBH 1 e uma na PBH 2.

Uma das fontes drenadas construídas consiste numa caixa de concreto na nascente, tampada com uma laje. Isso não resolve o problema, pois há possibilidade de entrada da enxurrada no espaço entre a estrutura de concreto e a laje. A gravidade do problema pôde ser comprovada pela presença, no interior da fonte, de três ratões do banhado (*Myocastor coypus*) mortos em estágio de decomposição. As outras duas fontes drenadas consistiram em poços escavados com uma patola, após foram colocados tubos de concreto armado, perfurados na lateral para a infiltração da água, posteriormente foram colocadas pedras no entorno dos tubos, lona sobre as pedras e depois solo, porém em uma delas (fonte F3 na PBH 2), devido à demora dos técnicos da Emater em montar a estrutura, o proprietário do lote colocou os tubos, mas não as pedras nem a lona para impedir a entrada de poluentes. Esta fonte foi a que apresentou os maiores problemas de potabilidade tanto microbiológicos quanto físico e químicos.

Análises físico-químicas e microbiológicas das águas das fontes de abastecimento doméstico

Os valores de CE das águas das fontes variaram de 11,3 a 188,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Tabela 1). As maiores médias foram obtidas nas águas das fontes F3 (139,6 $\mu\text{S cm}^{-1}$) e F6 (75,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados.

As concentrações médias dos cátions avaliados variaram de: Ca= 1,6 a 16,7 mg L⁻¹; Mg= 0,1 e 7,2 mg L⁻¹; Na= 0,8 a 7,9 mg L⁻¹; K= 0,6 a 6,5 mg L⁻¹. As concentrações obtidas estão bem

abaixo dos limites máximos estabelecidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde e não comprometem a potabilidade da água (Tabela 1).

Embora todos os pontos monitorados tenham apresentado concentrações de elementos químicos bem abaixo dos valores máximos permissíveis para águas destinadas ao consumo humano e que não representem riscos à saúde, a água das fontes F3 e F6 apresentaram concentrações mais elevadas que os demais pontos monitorados para todos os cátions avaliados. A fonte F3 foi alocada muito próximo de onde havia uma estrebaria e, na escavação para a construção da fonte o revolvimento do solo pode ter contribuído para o aumento da concentração desses cátions na água. A fonte F6 situa-se a menos de dois metros de um curso d'água com áreas agrícolas a montante e entorno. No ano de 2007 o proprietário do lote calcareou o solo antes do plantio e nos anos seguintes adicionou fertilizantes nas lavouras. Como os solos da pequena bacia hidrográfica têm o horizonte superficial bastante arenoso o processo de lixiviação e fluxo de macroporos é favorecido (Resende et al., 2007). Um agravante para esse processo é que os solos são manejados de forma incorreta o que pode resultar na degradação de sua estrutura favorecendo ainda mais o deflúvio superficial, conseqüentemente, grande parte dos insumos adicionados nas lavouras acaba sendo carregado para o curso d'água e estando à fonte próxima a este, a concentração de nutrientes obtida refletiu o uso antrópico do entorno.

Tabela 1

Valores obtidos de condutividade elétrica, sódio, potássio, cálcio, magnésio e dureza das águas coletadas nas fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – RS

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1 ^a	31,0	18,6	188,9	29,8	38,2	52,7	20,5	12,6	20,8	21,5	25,5
	2 ^a	32,3	18,0	134,5	32,5	30,4	84,3	22,4	22,2	20,8	22,1	27,0
	3 ^a	30,2	20,8	153,8	25,5	54,8	86,0	22,7	22,7	17,6	19,3	20,6
	4 ^a	43,5	16,9	81,3	26,2	19,9	78,7	20,5	11,3	17,3	20,4	14,7
	<i>Média</i>	<i>34,3</i>	<i>18,6</i>	<i>139,6</i>	<i>28,5</i>	<i>35,8</i>	<i>75,4</i>	<i>21,5</i>	<i>17,2</i>	<i>19,1</i>	<i>20,8</i>	<i>22,0</i>
Sódio (mg L^{-1})	1 ^a	0,3	0,5	10,1	2,3	1,4	7,9	3,2	1,4	2,8	4,1	3,5
	2 ^a	1,8	1,6	8,2	2,5	2,2	9,4	4,0	3,1	4,2	5,4	4,8
	3 ^a	0,8	0,8	9,4	1,7	1,7	5,3	2,8	1,9	2,6	3,0	3,0
	4 ^a	1,0	0,5	3,7	1,2	0,7	5,2	2,0	1,0	1,7	2,5	1,7
	<i>Média</i>	<i>1,0</i>	<i>0,8</i>	<i>7,9</i>	<i>1,9</i>	<i>1,5</i>	<i>6,9</i>	<i>3,0</i>	<i>1,8</i>	<i>2,9</i>	<i>3,7</i>	<i>3,3</i>
Potássio (mg L^{-1})	1 ^a	0,6	0,6	11,2	0,8	1,2	11,6	6,0	2,0	5,8	9,0	6,0
	2 ^a	1,8	1,4	9,3	0,8	1,4	10,8	5,5	4,3	5,3	8,8	5,9
	3 ^a	0,2	0,2	8,3	1,9	1,5	4,4	2,3	0,8	1,9	2,9	2,3
	4 ^a	1,0	0,2	1,2	0,2	0,4	3,9	2,1	0,8	1,6	2,9	1,6
	<i>Média</i>	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>	<i>7,51</i>	<i>0,9</i>	<i>1,1</i>	<i>7,7</i>	<i>4,0</i>	<i>2,0</i>	<i>3,6</i>	<i>5,9</i>	<i>3,9</i>
Cálcio (mg L^{-1})	1 ^a	2,9	1,6	24,8	2,4	3,9	14,6	1,7	1,2	2,2	1,6	2,8
	2 ^a	4,7	1,9	15,9	2,5	3,5	15,6	2,6	3,5	2,8	2,2	3,2
	3 ^a	5,5	1,4	15,8	2,1	9,9	14,7	1,7	1,0	1,7	1,4	2,2
	4 ^a	10,4	1,4	10,6	1,7	1,9	15,1	1,5	1,0	1,5	1,3	1,5
	<i>Média</i>	<i>5,9</i>	<i>1,6</i>	<i>16,7</i>	<i>2,2</i>	<i>4,8</i>	<i>15,0</i>	<i>1,9</i>	<i>1,7</i>	<i>2,0</i>	<i>1,6</i>	<i>2,4</i>
Magnésio (mg L^{-1})	1 ^a	2,1	0,7	8,4	1,4	2,1	3,1	0,4	0,3	0,7	0,4	0,7
	2 ^a	1,7	0,7	7,9	1,2	1,1	3,0	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8
	3 ^a	1,2	0,7	7,3	0,9	1,8	2,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,8
	4 ^a	2,6	0,7	5,4	1,1	0,7	2,4	0,5	0,3	0,6	0,4	0,4
	<i>Média</i>	<i>1,9</i>	<i>0,7</i>	<i>7,2</i>	<i>1,1</i>	<i>1,4</i>	<i>2,8</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,7</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>
Dureza (mg L^{-1} CaCO_3)	1 ^a	16,0	6,8	96,6	11,9	18,5	49,1	5,9	4,2	8,6	5,7	9,7
	2 ^a	18,7	7,4	72,0	11,3	13,5	51,6	8,7	11,0	10,3	7,6	11,2
	3 ^a	18,8	6,5	69,4	9,0	32,0	47,5	6,6	4,6	7,2	5,6	8,8
	4 ^a	36,8	6,7	48,6	8,9	7,7	47,9	5,8	3,9	6,1	4,7	5,2
	<i>Média</i>	<i>22,6</i>	<i>6,8</i>	<i>71,6</i>	<i>10,3</i>	<i>18,0</i>	<i>49,0</i>	<i>6,7</i>	<i>5,9</i>	<i>8,0</i>	<i>5,90</i>	<i>8,7</i>

As baixas concentrações nos demais pontos podem ser atribuídas à localização no espaço geográfico, pois as pequenas bacias hidrográficas em análise encontram-se na região do planalto do Rio Grande do Sul, local onde o grau de intemperismo e lixiviação são elevados, logo as altas precipitações pluviiais fazem com que naturalmente ocorram baixos teores desses

cátions nos solos e nas águas e, ao histórico de uso do solo, campo nativo na época da fazenda e baixa utilização de insumos agrícolas após a implantação do assentamento Alvorada.

As médias de dureza das águas variaram de 5,9 a 71,6 mg L⁻¹ de CaCO₃, estando todos os pontos monitorados bem abaixo do valor máximo de 500 mg L⁻¹ de CaCO₃ estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004). Como os valores de dureza são obtidos através da concentração equivalente de carbonato de cálcio, as fontes F3 e F6 apresentaram os maiores valores (Tabela 1). Os resultados obtidos para o parâmetro dureza permitem classificar as águas das fontes F1, F2, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10 e F11 como água mole, em virtude dos resultados apresentarem valores menores que 50 mg L⁻¹ de CaCO₃ e a água da fonte F3, dureza moderada - 50 a 150 mg L⁻¹ de CaCO₃ (Von Sperling, 1996).

Os valores médios de Ps encontrados nas águas das fontes, com exceção do ponto de coleta F6, variaram de 1,1 a 8,1 µg L⁻¹ (Tabela 2). As baixas concentrações devem-se ao histórico de uso do solo e das baixíssimas doses desse elemento adicionadas pelos agricultores. Como o fósforo é fortemente retido nas partículas do solo, a magnitude de concentração desse elemento na água das fontes é praticamente desprezível. A água da fonte F6 apresentou concentração média de Ps de 228,6 µg L⁻¹. A concentração obtida nesse ponto foi atribuída à aplicação de fertilizante fosfatado em áreas agrícolas próximas. Dessa forma, assim como para as concentrações de Ca, Mg, Na e K, a concentração de fósforo solúvel nesse ponto pode ser atribuída ao uso antrópico do entorno. No que se refere à saúde, o enriquecimento da água com fósforo não trás maiores problemas, já que se trata de um elemento requerido em elevadas quantidade pelos animais (Resende, 2002).

A concentração de ferro manteve-se abaixo do valor máximo de 0,3 mg L⁻¹ estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004) nas quatro coletas efetuadas (Tabela 2). O limite recomendado para o ferro presente na água de 0,3 mg L⁻¹ é baseado no gosto e aparência, ao invés de qualquer efeito prejudicial para a saúde dos consumidores. Em pequenas concentrações esse elemento é essencial, pois faz parte do mecanismo de transporte do oxigênio no sangue e sua deficiência pode resultar em anemia.

Tabela 2

Concentrações de fósforo solúvel, ferro, nitrogênio amoniacal e nitrato na água coletada nas fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada.

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
Fósforo solúvel (µg L ⁻¹)	1 ^a	0,3	2,1	0,9	1,5	0,3	183,1	4,2	1,8	5,1	8,3	3,6
	2 ^a	4,6	3,6	1,2	6,3	1,2	225,7	14,3	0,9	12,0	9,3	4,3
	3 ^a	1,0	0,0	0,9	19,1	1,2	246,5	9,8	0,0	10,3	2,3	2,5
	4 ^a	0,0*	0,0	3,7	1,4	1,8	258,9	4,0	1,8	2,9	0,0	0,0
	Média	1,5	1,4	1,7	7,1	1,1	228,6	8,1	1,1	7,6	5,0	2,6
Ferro (mg L ⁻¹)	1 ^a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	2 ^a	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	3 ^a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4 ^a	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
	Média	0,05	0,07	0,03	0,05	0,04	0,07	0,06	0,08	0,05	0,05	0,08
Nitrogênio amoniacal (mg L ⁻¹)	1 ^a	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,4	0,1	0,6	0,4	0,3	0,6
	2 ^a	0,0	0,5	0,7	0,8	1,0	0,1	0,8	0,2	0,6	0,7	0,8
	3 ^a	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,3	0,0
	4 ^a	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,1
	Média	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	0,3	0,3	0,2	0,5	0,6
Nitrato (mg L ⁻¹)	1 ^a	2,9	1,7	17,5	2,5	3,5	0,3	0,9	0,6	0,6	1,0	1,4
	2 ^a	1,7	1,1	14,7	2,3	1,7	0,2	1,3	0,5	0,3	1,4	1,4
	3 ^a	0,6	1,0	12,6	1,6	3,7	0,0	1,2	0,5	0,1	1,1	1,8
	4 ^a	2,3	2,5	15,2	3,3	2,6	0,3	1,9	0,0	0,0	1,3	1,2
	Média	1,9	1,6	15,0	2,4	2,9	0,2	1,3	0,4	0,2	1,2	1,4

A concentração média de nitrogênio amoniacal das águas variou de 0,1 a 0,6 mg L⁻¹ (Tabela 2), estando todos os pontos abaixo do valor máximo de 1,5 mg L⁻¹ estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004). Já as concentrações médias de nitrato, com exceção da água coletada

na fonte F3, variaram de 0,2 a 2,9 mg L⁻¹ (Tabela 2). A água da fonte F3 foi a que apresentou as maiores concentrações de nitrato, estando acima do valor máximo permitido de 10 mg L⁻¹ estabelecido pela Portaria nº 518 nas quatro coletas efetuadas. Por essa razão foram feitas novas coletas nesse ponto. A hipótese levantada foi a que a contaminação seria decorrente da escavação para a construção da fonte, realizada dois meses antes do início do monitoramento, pois esta foi feita muito próximo de onde havia uma estrebaria. Com o monitoramento percebeu-se um declínio nas concentrações de nitrato (coletas: 1^a – 17,5 mg L⁻¹; 2^a – 14,7 mg L⁻¹; 3^a – 12,6 mg L⁻¹; 4^a – 15,2 mg L⁻¹; 5^a 13/05/10 – 9,2 mg L⁻¹; 6^a 28/07/10 – 6,7 mg L⁻¹; 7^a 03/09/10 – 6,9 mg L⁻¹; 8^a 02/12/10 – 1,5 mg L⁻¹), o que foi atribuído a precipitação pluviométrica do período, pois sendo o nitrato muito solúvel e por não se ligar às partículas do solo, ele teria sido transportado pelo fluxo hídrico, o que comprova a hipótese levantada.

Na coleta do dia 02/12/10 para a análise de nitrato também foram avaliados o Na, K, Ca, Mg e dureza, os valores obtidos seguiram a mesma tendência (decréscimo) que o nitrato Na= 1,6 mg L⁻¹; K= 0,8 mg L⁻¹; Ca= 4,3 mg L⁻¹; Mg= 2,2 mg L⁻¹; Dureza= 19,2 mg L⁻¹ CaCO₃.

Os valores de pH variaram de 5,1 a 7,4 (Tabela 3). Conforme estabelecido na Portaria nº 518 (Brasil, 2004) o pH de águas destinadas ao consumo humano deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5. A água das fontes F2, F4 e F8 mantiveram-se abaixo do mínimo recomendado nas quatro coletas efetuadas. Nas demais, o pH variou de 5,2 a 7,4. A tendência ácida observada pode ser reflexo do pH dos solos e das condições de proteção do entorno e cavidade perfurada, pois estando a maioria das fontes desprotegidas, isso faz com que os teores de matéria orgânica sejam maiores. No processo de decomposição da matéria orgânica o pH é reduzido pelo aumento da concentração de gás carbônico que ao dissolver-se na água forma o ácido carbônico, e este ao dissociar-se libera H⁺ para o meio reduzindo o pH. Também por reação direta do gás carbônico com a água formando ácido carbônico que ao dissociar-se liberará ainda mais hidrogênios para o meio. Como as águas das fontes são paradas, as reações químicas são mais intensas que a dos arroios que estão em constante circulação.

O parâmetro turbidez, em alguns pontos, encontrava-se acima do valor máximo permitido de 5 UNT estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004). Os pontos fora dos padrões de potabilidade foram F1, F2, F4 e F8 (Tabela 3). Os valores de cor aparente obtidos para esses mesmos pontos, em algumas coletas, também estiveram bem acima do valor máximo permissível por esta Portaria que é de 15 uH (Tabela 3). Os maiores valores foram observados na segunda e terceira coletas e podem ser atribuídos aos usos da terra no entorno, ausência de proteção na cavidade perfurada e condições do tempo, precipitação antecedente à coleta (62,7 e 310,5 mm, respectivamente).

Tabela 3

Valores de turbidez, cor aparente e potencial hidrogeniônico na água das fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
Turbidez UNT	1 ^a	2,6	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,2	1,5	4,0
	2 ^a	11,8	29,9	0,5	7,3	0,7	0,2	0,0	9,5	0,0	0,0	0,5
	3 ^a	9,1	5,3	1,6	6,8	1,9	0,1	0,0	4,7	0,8	4,1	1,2
	4 ^a	6,4	3,8	1,1	0,7	0,00	4,9	0,1	4,6	0,8	2,6	1,4
	<i>Média</i>	<i>7,5</i>	<i>10,6</i>	<i>0,8</i>	<i>3,7</i>	<i>0,6</i>	<i>1,3</i>	<i>0,0</i>	<i>6,6</i>	<i>0,4</i>	<i>2,1</i>	<i>1,8</i>
Cor aparente (uH)	1 ^a	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	5,0	10,0
	2 ^a	70,0	100	15,0	60,0	10,0	10,0	5,0	50,0	5,0	5,0	10,0
	3 ^a	40,0	5,0	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	10,0	5,0	10,0	0,0
	4 ^a	40,0	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	5,0
	<i>Média</i>	<i>38,7</i>	<i>28,7</i>	<i>3,7</i>	<i>25,0</i>	<i>2,5</i>	<i>3,8</i>	<i>1,2</i>	<i>23,7</i>	<i>2,5</i>	<i>6,2</i>	<i>6,2</i>
pH	1 ^a	5,4	5,4	6,7	5,3	5,2	7,0	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0
	2 ^a	6,4	5,4	5,2	5,3	5,2	6,5	5,7	5,7	5,7	5,4	5,5
	3 ^a	7,4	5,4	6,2	5,7	6,0	6,6	5,9	5,3	5,6	5,5	5,3
	4 ^a	6,6	5,4	5,6	5,2	5,1	6,4	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7
	<i>Média</i>	<i>6,4</i>	<i>5,4</i>	<i>5,9</i>	<i>5,4</i>	<i>5,4</i>	<i>6,6</i>	<i>5,8</i>	<i>5,6</i>	<i>5,7</i>	<i>5,6</i>	<i>5,6</i>

Com relação aos aspectos microbiológicos, nas quatro coletas efetuadas, as águas das 11 fontes apresentaram bactérias do grupo coliformes totais e, 90 % delas continham, em pelo menos uma das coletas, bactérias *Escherichia coli* (Tabela 4). A Portaria nº 518 (Brasil, 2004) estabelece como padrão de potabilidade para águas destinadas ao consumo humano, ausência em 100 mL de amostra, de bactérias do grupo coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Desse modo, há risco a saúde da população local pela possibilidade de propagação de doenças como diarreia, cólera, febre tifóide e paratifóide, hepatite infecciosa, salmonelose, desintéria bacilar, gastroenterites, parasitose, teníase dentre outras (Ziese et al. 1996; Tortora et al. 2000).

As principais formas de contaminação microbiológica das águas das fontes identificadas foram; à presença de fossas sépticas fora dos padrões exigíveis localizadas a poucos metros de onde se encontram algumas das fontes monitoradas, proximidade de lavouras que utilizam práticas de manejo do solo inadequadas, conseqüentemente carreamento de partículas de solo e poluentes nas épocas de chuva além do contato direto com fezes de animais decorrente de escoamento superficial.

No momento da coleta foi observado que grande parte das fontes não apresentava nenhuma proteção na cavidade perfurada. A maioria delas era rasa e as mais profundas, inferiores a cinco metros, o que limita o poder filtrante do solo. Como agravante, além de estar exposta a contaminação por vias superficiais, a água das fontes podem ser contaminadas por vias subterrâneas, uma vez que algumas se localizam próximas a pontos potenciais de contaminação como fossas sépticas e sumidouros.

Tabela 4

Populações de coliformes totais e *Escherichia coli* na água das fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
Coliformes totais (NMP 100 mL ⁻¹)	1 ^a	23054	23054	1275	23054	2716	23054	12753	12753	23054	2716	23054
	2 ^a	23054	23054	23054	23054	2716	23054	23054	23054	23054	2716	23054
	3 ^a	13826	1275	23054	138	3126	23054	23054	2716	13826	23054	23054
	4 ^a	780	49	12753	138	49	327	23	33	16	78	33
	Média	15178	11858	15034	11596	2152	17372	14721	9639	14987	7141	17299
<i>Escherichia coli</i> (NMP 100 mL ⁻¹)	1 ^a	0,0	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
	2 ^a	7,7	1,9	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	1,9	0,0	1,9	1,9
	3 ^a	4,4	1,9	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9
	4 ^a	1,9	0,0	0,0	4,4	0,0	6,8	1,9	0,0	0,0	1,9	1,9
	Média	3,5	1,4	0,5	1,1	0,5	2,2	0,5	0,5	0,0	1,4	1,9

Nos trabalhos de campo para identificar os usos da terra no entorno das fontes verificou-se que as áreas agrícolas eram muito mal manejadas. Em quase todas as propriedades ainda é usado o sistema convencional de plantio, utilizando lavrações e gradagens como nas décadas de 70-90 ou adotando-se a semeadura após dessecação da vegetação espontânea com baixíssima cobertura do solo. Alguns denominam plantio direto, mas nada mais é do que plantar sem lavrar. Independente da denominação que se dê, não há cobertura do solo suficiente para amenizar a energia cinética da chuva, não há obras físicas de contenção da enxurrada e as operações de semeadura e aplicação de agrotóxicos são feitas no sentido do declive. Há presença de erosão laminar forte e erosão em sulcos que poderá evoluir para voçorocas. Todas essas operações são tremendamente impactantes, pois os solos são naturalmente frágeis devido ao substrato litológico. É visível a transferência de sedimentos e, certamente de agrotóxicos e nutrientes, para os cursos d'água, açudes e fontes utilizadas para abastecimento doméstico durante os eventos pluviais.

As áreas de pastagens eram pobres e, na maioria das propriedades não é esperado o tempo necessário até que elas atinjam a altura mínima para pastoreio, logo a baixa qualidade da pastagem, o pisoteio do rebanho e ausência de palhada também contribui para a erosão laminar do solo e carreamento de contaminantes para as fontes e cursos d'água. Algumas fontes localizam-se dentro de poteiros sem ou com estrutura precária de cercamento. Dessa forma o gado tem acesso direto a água que será consumida pelos moradores o que poderá vir

a causar enfermidades humanas, pois esses animais são fontes de diversos patógenos de veiculação hídrica (Fayer et al., 2000).

Cabe ressaltar que a água consumida nas propriedades das PBHs não passa por nenhum tipo de tratamento, requisito fundamental para garantir a manutenção da saúde e evitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica. Esta realidade é a mesma de um número considerável de pequenas propriedades rurais do País e das periferias das cidades. Tão grave é a situação de abastecimento de água para consumo humano que as estatísticas da Organização Mundial de Saúde mostram que, no Brasil morrem atualmente 29 pessoas/dia por doenças decorrentes da má qualidade da água e do não tratamento de esgotos e cerca de 70 % dos leitos dos hospitais são ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água contaminada.

CONCLUSÕES

As péssimas condições de conservação e a ausência de proteção na cavidade perfurada na maioria das fontes, aliado ao manejo inadequado das atividades agropecuárias no entorno, e PBHs como um todo, tornam a água consumida nas propriedades um fator potencialmente prejudicial à saúde dos moradores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Ficou comprovado neste trabalho que a água consumida pelos moradores nas duas pequenas bacias hidrográficas não atende aos padrões de potabilidade recomendados pelo Ministério da Saúde e seu consumo representa risco à saúde dos moradores.

Com os trabalhos de campo constatou-se que medidas paliativas como; proteção da borda das fontes por meio do revestimento das paredes em alvenaria e cobertura com tampa de concreto, não seriam suficientes para reduzir o risco de entrada de contaminantes, pois as fontes foram construídas nas porções mais baixas do terreno e, considerando o manejo inadequado das atividades agropecuárias nas PBHs, além do substrato litológico de origem sedimentar, os contaminantes certamente continuariam a atingir o interior das mesmas. Por isso, sugere-se a perfuração de poços tubulares ou mesmo artesianos e a instalação de uma rede de distribuição de água em todo o assentamento, visto que a realidade de abastecimento de água para consumo humano é a mesma que nas pequenas bacias hidrográficas monitoradas. Contudo, antes de construir uma captação de água subterrânea é necessário conhecer e obedecer à legislação vigente, no que se refere à proteção e uso dos recursos hídricos.

No campo, a primeira medida é certificar-se de que o local onde se pretende instalar o poço não esteja próximo de áreas contaminadas e fontes com potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas. Um item fundamental, após a perfuração, é a instalação do selo de proteção sanitária, que consiste na cimentação do espaço entre a tubulação e o furo, ou seja, a construção de uma laje de concreto ao redor do poço e colocação de uma tampa. Além disso, os poços devem ser protegidos por cerca para evitar a circulação de animais (Iritani, 2008).

Cumpridas todas as exigências, a água poderá ser distribuída. Porém, medidas de caráter preventivo terão de ser contínuas, não só nos poços, mas também nas propriedades, como: conservação e manutenção dos poços; análises periódicas de qualidade da água; o sistema de armazenamento e distribuição deve ser mantido conservado e livre de vazamentos; caixas d'água devem ser esvaziadas e limpas a cada seis meses; as torneiras devem estar em boas condições de uso e de preferência serem metálicas. Torneiras plásticas sofrem agressão interna e acúmulo de materiais formando filmes microbianos, observados, geralmente nas bordas (Mattos e Silva, 2002); o uso de filtro é recomendado e, na falta deste, a água deve ser fervida por alguns minutos (Mattos e Silva, 2002). A cloração das águas junto com um processo de educação ambiental e sanitária também é fundamental, pois podem prevenir a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Isto deve ficar a cargo do poder público local, em especial da Secretaria Municipal de Saúde.

Todas essas medidas, se tomadas, contribuirão grandemente para melhorar a qualidade de vida dos moradores do assentamento Alvorada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. A.; FONSECA, J. G.; SILVA, A. C. Estudo da Contaminação de Poços Superficiais na Comunidade Parque Santuário (Campos dos Goytacazes - RJ) e Conceitos

Associados à Água. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, Rio de Janeiro, 2005: UFRJ/UNIRIO, 2005. p. 2451-2457.

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**. 2003; 37(4): 510-514.

AMERICAN WATER AND WASTEWATER ASSOCIATION (AWWA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th. Denver. CP: AWWA 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25/03/2004. Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano. **Diário Oficial da União**. 2004.

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

FAYER, R, et al. Prevalence of *Cryptosporidium parvum*, *Giardia* and *Eimeria* infection in post-weaned and adult cattle in three Maryland farms. **Veterinary Parasitology** 2000; (93): 103-112.

FRASCÁ, M. H. B. O.; SARTORI, P. L. P. Minerais e rochas. In: OLIVEIRA, A. M. S. dos e BRITO, S. N. A. de. (ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação brasileira de geologia de engenharia, 1998. 1ª. ed. 586 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de recursos naturais do projeto RadamBrasil**. Folha SH.22. Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e Sl. 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986. 796 p.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S.; VARNIER, C. **Cadernos de Educação Ambiental**. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. 2008. 104 p.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 1948. 479 p.

MAKRIS, K. C. **Soil and colloidal phosphorus dynamics in three ky soils: bioavailability, transport and water quality implications**. 2002. 170 f. Dissertação (Master Science in the College of Agriculture at the University of Kentucky) - College of Agriculture at the University of Kentucky, Lexington, 2002.

MATTOS, M. L. T.; SILVA, M. D. Controle da Qualidade Microbiológica das Águas de Consumo na Microbacia Hidrográfica Arroio Passo do Pilão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002 (**Comunicado Técnico**).

MOREIRA, V. S. **Territorialidades rurais em Júlio de Castilhos-RS: da pecuária extensiva a agricultura familiar**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guidelines for drinking water quality**. 3. ed. 2003. Disponível em: <http://www.who.int/docstore/watersanitation_health/GDWQ/Updating/draftguidel/draftchap7.htm>. Acesso em: 19 jul. 2010.

RESENDE, A. V. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrados. **Documentos**, 2002. n.57, 29 p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para a distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras: UFLA; 2007.

SOUZA, L. C. et al. Bactérias coliformes totais e coliformes de origem fecal em águas usadas na dessedentação de animais. **Revista de Saúde Pública**. 1983; 17: 112-122.

SZEWZYK, U. et al. Microbiological safety of drinking water. **Annual Review Microbiology**. 2000; (54): 81-127.

TEDESCO, M. J. et al. Análises de solos, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (**Boletim técnico, 5**).

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed; 2000.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de águas residuárias**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG; 1996.

ZIESE, T, et al. Surto de Escherichia coli O157 na Suécia. **Relatórios de investigação de surtos**. 1996; 1(1): 16.