

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA SIMPLIFICADA PARA DESINFECÇÃO DE POÇOS TUBULARES

Gisele Cristina Justen¹; Rosângela Bergamasco¹; Aparecido Nivaldo Módenes²; Fernando Rodolfo Espinoza Quiñones²

¹Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química. Av. Colombo, 5790 Bloco D-90 (DEQ), zona 7, 87020-900 - Maringá, PR – Brasil, Telefone: (44) 2614408, e mail: giselejusten@bol.com.br

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Curso de Engenharia Química. Rua da Faculdade, 645, Jd. Santa Maria, 85903-000 - Toledo, PR - Brasil - Caixa-Postal: 625, Telefone: (45) 33797001, e mail: f.espinoza@terra.com.br

ABSTRACT – The groundwater availability and lower cost of this treatment, have contributed to the increase of wells in public water supply systems. In 2010, microbiological testing of water from 20 tubular wells in public water supply in rural zone of Santa Helena - PR showed the presence of total coliform and fecal coliform, respectively, in 65% and 50% of the wells. To that end, was proposed a chlorine feeder for tablets, manufactured with commercial pieces of pvc. The disinfection system (proposed feeder + trichloroisocyanuric acid in tablets) was tested on a contaminated well. The free residual chlorine (CRL) was measured at the outlet of the treatment. The coefficient of variation was 8%, indicating a low variability in the concentration of CRL. Thus, the adoption of chlorine feeder simplified is feasible, keeping the concentration of CRL in water within the standards for drinking water, with low cost and easy to reproduce.

KEYWORDS: chlorinator; contamination; water treatment.

INTRODUÇÃO

A contaminação das águas subterrâneas pode originar-se da superfície do solo, do solo da zona não saturada ou do solo da zona saturada. As águas subterrâneas podem sofrer contaminação principalmente pela infiltração, migração direta e troca entre aquíferos. Considera-se que a forma mais comum de contaminação seja a infiltração (Zaporozec & Miller, 2000).

Em países em desenvolvimento e em especial, nas zonas rurais, geralmente usa-se fontes naturais de água, como rios, lagos, água subterrânea ou de chuva. Estas fontes podem não ser adequadas ao consumo humano, contendo contaminantes químicos ou microbiológicos, que ocorrem principalmente devido à contaminação por dejetos de humanos e animais, ambos portadores ativos de doenças (Gadgil, 1998).

Segundo Mattos & Silva (2002), a contaminação da água subterrânea é devida à falta de estrutura sanitária, a má conservação dos poços, a falta de manutenção dos reservatórios, a baixa qualidade das redes de distribuição e, principalmente, o manejo inadequado de dejeções animais, incorporadas ao solo sem tratamento.

Diversos autores, analisando a qualidade das águas subterrâneas, verificaram a presença de bactérias do grupo coliforme (Quesado, 2001; Silva & Araujo, 2003; Eckhardt *et al.*, 2009). Os autores citam dentre os fatores que influenciaram na contaminação: atividades antrópicas no meio e nos entornos das fontes, tanto em áreas agrícolas quanto urbanas; a contaminação microbiológica sendo potencializada por problemas construtivos, com maior incidência de contaminação em poços rasos.

Estudo realizado por Mattos & Silva (2002), avaliando a qualidade microbiológica de água de poços domésticos destinados ao consumo humano, na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão, região de caráter agrícola e pecuário, teve como resultado 100% dos pontos investigados com presença de coliformes. Os autores sugerem que a alteração da qualidade microbiológica das águas de consumo não é resultante somente de fatores naturais como também de uso e ocupação deste ambiente. Isto pode ser confirmado pelo estudo realizado por Schneider *et al.* (2008), que amostraram águas superficiais e subterrâneas de áreas que sofrem influência direta de unidades agrícolas, e verificaram grande variabilidade de bactérias mesófilas em ambas, sendo que na água subterrânea a variação foi de $4,05 \times 10^1$ a $1,3 \times 10^4$ UFCmL⁻¹, tendo como mediana $6,4 \times 10^2$ UFCmL⁻¹.

As doenças hídricas podem ser minimizadas pela adoção de medidas de desinfecção, por meio de desinfetantes clorados, entre eles: gás cloro, hipoclorito de sódio, dióxido de cloro (Ayyildiz *et al.*, 2009), cloraminas orgânicas (Hua *et al.*, 2007), hipoclorito de cálcio, dicloroisocianurato de sódio e ácido tricloroisocianúrico (Blatchley III, 1994).

As cloraminas orgânicas são formadas pela reação entre o ácido hipocloroso e aminas, iminas, amidas e imidas (Dychdala, 1991). O NSF (National Sanitation Foundation), em 2002, aprovou o uso desses agentes desinfetantes para tratamento químico de água de abastecimento público. Em países como estados Unidos, Austrália, México, o limite de cloro e derivados, na água destinada a consumo humano é 30mg/L. O uso de cloraminas orgânicas reduzem a probabilidade de formação de trihalometanos (THM's), subprodutos do processo de desinfecção. Estudo desenvolvido por Macêdo (1997) mostrou que a formação dos THM's não é significativa comparando o uso de cloraminas aos desinfetantes clorados inorgânicos.

Peter-Varbanets *et al.* (2009) considera importante a realização de pesquisas para desenvolver sistemas descentralizados de tratamento de água, que apresentem baixo custo de instalação e manutenção.

De acordo com Mattos (2004), o processo de desinfecção com tabletes ou pastilhas de ácido tricloroisocianúrico proporciona a desinfecção ideal da água, com o menor risco possível tanto para os operadores quanto para os consumidores localizados nas proximidades da estação de tratamento de água. Parsekian (1998) destaca que ao se projetar um sistema de tratamento de água deve-se levar em conta fatores como: as características do manancial, questões tecnológicas, condições socioeconômicas da comunidade, capacidade do sistema de tratamento, disponibilidade de recursos, existência de pessoal qualificado para construção, operação e manutenção, disponibilidade de material de construção e de produtos químicos e o padrão de potabilidade. A escolha do tratamento deve, ainda, conduzir ao menor custo sem, contudo, comprometer a segurança na produção de água potável.

Assim, este trabalho visou desenvolver um sistema de desinfecção de água com simples montagem e instalação, baixo custo e seguro, para proporcionar água potável aos usuários da zona rural.

METODOLOGIA

Área de estudo

O trabalho experimental foi desenvolvido na zona rural do município de Santa Helena, região Oeste do Estado do Paraná, localizado na latitude de 24°51'37"S e longitude 54°19'58"O, com altitude média de 258 m. O Município possui uma área total de 758,229 km² e uma população de 22.725 habitantes. A escolha do local se deve à economia ser predominantemente agrícola. Conforme o último Censo Agropecuário, do ano de 2006, divulgado pelo IBGE (2007), a área de terras do Município ocupadas por lavouras é de 240,45 Km² e por pastagens é de 72,36 km², o que corresponde a um total de 41% de terras agricultáveis.

O sistema de abastecimento de água da zona rural é Municipal, e tem como fonte de abastecimento 84 poços tubulares profundos em funcionamento. Em Fevereiro de 2010 foram escolhidos aleatoriamente 20 poços, para análises microbiológicas de coliformes totais e coliformes termotolerantes.

Análises microbiológicas

A coleta das amostras de água dos poços tubulares foi realizada em uma torneira instalada na saída do poço. Cada frasco foi devidamente identificado, e posteriormente acondicionado em caixa térmica refrigerada. O tempo de coleta e a realização das análises não excedeu 24 horas (Coelho, 1987). As análises seguiram as normas recomendadas pela APHA (2005). O resultado final foi expresso como: presença (P) ou ausência (A) de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL de amostra.

Sistema de desinfecção

A estrutura física existente nos arredores dos poços tubulares de abastecimento público da zona rural de Santa Helena – PR é padronizada para todos os poços, contando com uma edificação que abriga internamente o quadro de comando elétrico do poço.

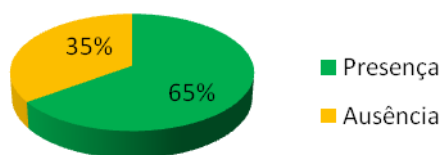
A proposta de construção de um dosador de cloro simplificado surgiu após a avaliação dos resultados das análises microbiológicas. Em um primeiro momento, verificaram-se os equipamentos comerciais para esta finalidade, bem como os custos de aquisição. Analisou-se o mecanismo de funcionamento desses dosadores. Em seguida, propôs-se desenvolver um dosador, cuja funcionalidade fosse idêntica, entretanto, utilizando-se materiais comerciais de fácil aquisição, como tubos, conexões e registros de PVC (policloreto de vinila). Os custos de ambos os dosadores (comerciais e proposto) foram comparados ao término do trabalho.

O dosador foi projetado de maneira a atender um mínimo de cloro residual livre (CRL) de 0,5mgL⁻¹ na saída do tratamento, conforme a Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Levando em consideração a estrutura física presente nos arredores do poço, instalou-se o dosador em um dos poços. O agente desinfetante utilizado nos testes com o dosador foi o ácido tricloroisocianúrico, em tabletes, por se tratar de um de um agente desinfetante de dissolução lenta. A concentração do CRL no dosador proposto foi testada durante 14 dias consecutivos, com uma tomada diária, sempre no mesmo horário (09h00min), sendo que na primeira tomada, o fluxo que passa pelo dosador foi ajustado de modo a manter a concentração do CRL em 0,8 mgL⁻¹. Foram colocados no dosador 80 tabletes de 10g de ácido tricloroisocianúrico e marcado internamente o nível superior dos tabletes. O consumo da água do poço foi medido diariamente com um hidrômetro. A reposição dos tabletes de ácido tricloroisocianúrico foi efetuada diariamente, sempre após a tomada. A concentração do CRL foi determinada *in loco* através do método de comparador colorimétrico com disco, intervalo de 0,1 a 3,5mgL⁻¹, pelo método DPD (N,N dietil p-fenileno diamina), conforme a APHA (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados das análises microbiológicas dos 20 poços tubulares profundos de abastecimento público da zona rural. Verificou-se que ocorreu algum tipo de contaminação, demonstrado pela presença de coliformes totais em 13 poços (65%). Já os coliformes termotolerantes, ou seja, bactérias de origem fecal, ocorrem em 10 poços (50%) analisados.

Coliformes totais



Coliformes termotolerantes

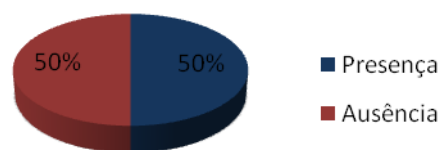


Figura 1 - Coliformes totais (%) e coliformes termotolerantes (%) em 20 poços de abastecimento público da zona rural de Santa Helena - PR.

Os resultados estão em desacordo com a Portaria Nº 518/04 do Ministério da Saúde, que regulamenta o padrão de potabilidade da água. De acordo com a mesma, não é admitido a presença desses bacilos na saída do sistema de abastecimento de água para consumo humano.

Autores como Gonzalez *et al.* (1982); Bridgman *et al.* (1995); Collins & Rutherford, 2004; Garcia-Armisen & Servais (2007); Bertrand & Roig (2007) justificam a ocorrência de contaminação microbiológica em águas subterrâneas e superficiais pela percolação e infiltração de chuvas em locais de pastagens, que arrastam excretas humanas e animais.

Amaral *et al.* (2003) relata que apesar do conceito dos produtores rurais indicar que a qualidade da água de consumo na propriedade rural é boa, as análises, entretanto, demonstraram elevadas percentagens de amostras de água de fontes (nascentes e poços) fora dos padrões microbiológicos de potabilidade para água de consumo humano, tanto no período de ocorrência de chuva, como no de estiagem, (90% e 83%, respectivamente).

A baixa qualidade das águas subterrâneas, em relação à presença de coliformes totais e termotolerantes, comprovada por também por outros autores em outras localidades (Quesado, 2001; Silva & Araujo, 2003; Eckhardt *et al.*, 2009), dá-se, principalmente, à fatores como atividades antrópicas no meio e atividades antrópicas nos entornos, expressos por áreas agrícolas e urbanas, com a contaminação microbiológica sendo potencializada por problemas construtivos e a maior incidência de contaminação em poços rasos.

Assim, as contaminações detectadas nos poços sugerem uma fonte de contaminação antrópica, pela presença de fossas “negras” e pelo grande desenvolvimento agrícola e agropecuário da região, com atividades de confinamento de animais, cujos dejetos não são tratados adequadamente e são comumente utilizados na adubação de lavouras, como as de soja e milho, predominantes no Município. A adoção de medidas para desinfecção destes poços tornou-se imprescindível.

Entre os dosadores de cloro comerciais que emprega agentes desinfetantes em tabletes verificados, optou-se pelo que dispensa o uso de energia elétrica, que opera por diferencial de pressão, onde o CRL é controlado pelo fluxo de água através do dosador (Figura 2). O custo médio de aquisição desses equipamentos é de R\$ 250,00.



Figura 2 - Dosadores de cloro comerciais.

Apesar de relativamente simples e barato, comparado a outros dosadores, como a bomba peristáltica ou hidrojetor, o investimento torna-se alto, quando há necessidade de aquisição em grande quantidade, como é o caso da aplicação nos poços tubulares da zona rural de Santa Helena - PR. Para tanto, apresenta-se na Figura 3, o modelo de dosador proposto a partir de tubos, conexões e registros de PVC comerciais.

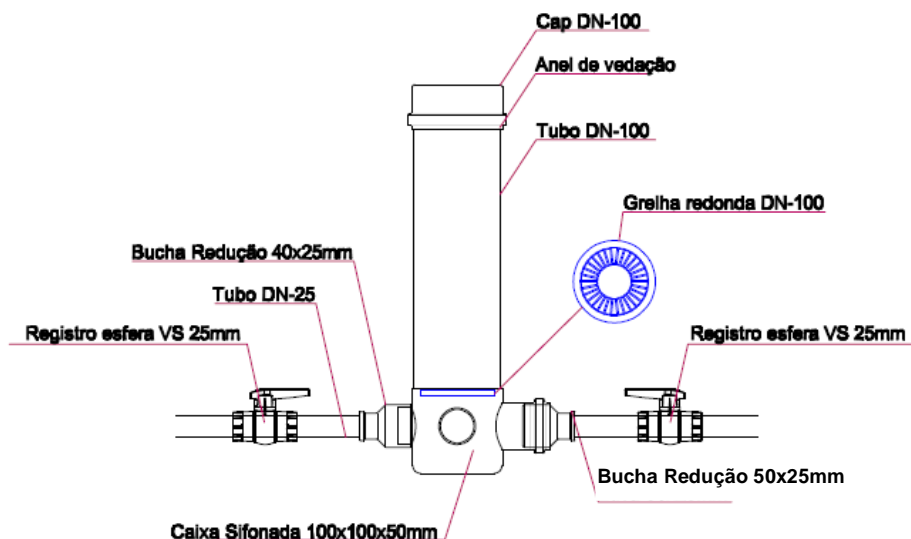


Figura 3 - Dosador de cloro simplificado.

A Tabela 1 apresenta o memorial descritivo do material utilizado na confecção do dosador de cloro proposto, bem como os custos de aquisição.

Tabela 1 - Memorial descritivo do material utilizado para confecção do dosador simplificado.

Discriminação do Material	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Anel de vedação para CAP DN-100	1 un	1,00	1,00
Bucha de redução 40x25 mm	1 un	1,50	1,50
Bucha de redução 50x25 mm	1 un	1,60	1,60
CAP DN-100	1 un	3,80	3,80
Caixa sifonada 100x100x50 mmm completa	1 un	8,10	8,10
Registro de esfera VS 25 mm	2 un	11,10	22,20
Tubo 100 mm	0,3 m	1,00	1,00
Cola (uso fracionado)	1 un	0,10	0,10
Mão de obra (aproximado)			10,00
TOTAL			49,30

Comparando o custo médio do dosador comercial e do dosador proposto, tem-se uma variação de mais de 500%, ou seja, custo de aquisição de um dosador de cloro comercial equivale a confecção de mais de cinco dosadores de cloro simplificados (PVC).

A instalação do dosador de cloro simplificado, executada em um dos poços contaminados por coliformes, é ilustrada na Figura 4. A linha de entrada do dosador foi conectada a uma derivação da saída do poço tubular. A linha de saída da solução clorada do dosador foi conectada a outra tubulação, que segue para o interior do poço tubular, na linha do crivo da bomba, de forma que quando esta é acionada, promoverá a mistura da solução clorada à água in natura. Assim, a água é tratada no interior do poço tubular, seguindo para o reservatório de armazenamento e posteriormente, para a rede de distribuição.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos testes de manutenção da concentração do CRL na saída da tubulação edutora, o consumo de água medido (m^3), a massa de reposição diária dos tabletes (g), bem como a médias (\bar{X}), os desvio padrões (S) e os coeficientes de variação (CV) calculados.

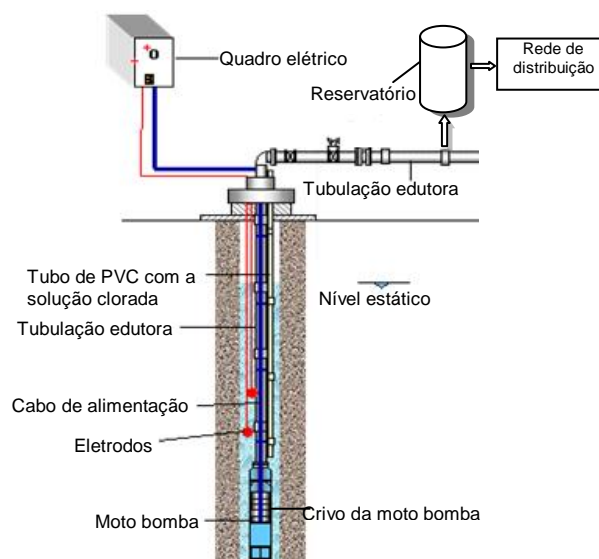
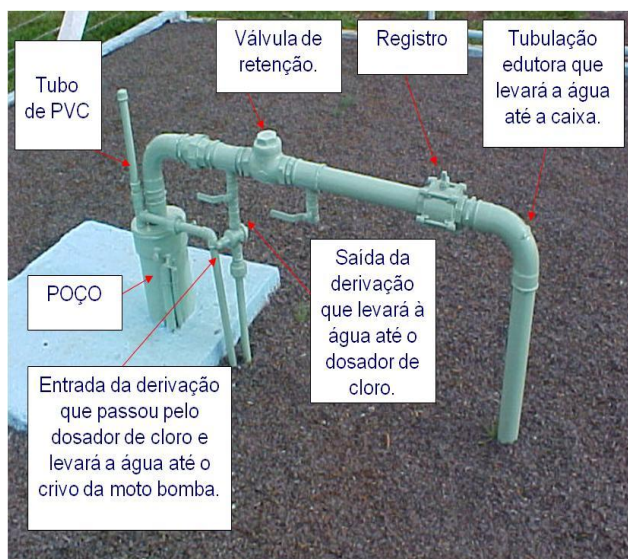


Figura 4 - Esquema da derivação na saída do poço.

Tabela 2 - Concentração diária do CRL na saída da tubulação edutora; consumo de água (m³) e massa de reposição diária dos tabletes (g).

Dia da semana	CRL (mgL ⁻¹)	Consumo de água (m ³)	Reposição diária dos tabletes (g)
Seg	0,8	-	-
Ter	0,7	152	130
Qua	0,7	142	120
Qui	0,7	147	130
Sex	0,7	150	130
Sáb	0,6	167	150
Dom	0,6	163	140
Seg	0,7	157	140
Ter	0,7	150	130
Qua	0,7	142	120
Qui	0,7	132	110
Sex	0,7	157	140
Sáb	0,6	160	140
Dom	0,6	158	140
Ā	0,7	152	132
S	0,1	9	10
CV (%)	8	6	8

A Tabela 2 mostra que a concentração do CRL, após a regulagem do fluxo de água no dosador (0,8 mgL⁻¹ de CRL), oscilou entre 0,6 e 0,7 mgL⁻¹, com um CV de 8 %, o que indica baixa variabilidade da amostra. Um dos motivos dessa variação é o próprio consumo diário de água, que não é constante. O aumento da vazão leva ao aumento do consumo do agente desinfetante. Durante os 14 dias avaliados, o dosador de cloro simplificado atendeu as concentrações de CRL mínimas exigidas pela legislação vigente. A dissolução dos tabletes de ácido tricloroisocianúrico foi lenta, de modo a não permitir alterações bruscas na concentração do CRL.

Ainda, com base nesses testes, mantendo-se uma concentração de CRL média de 0,7 mgL⁻¹, verifica-se que cerca de 900 mg de ácido tricloroisocianúrico são suficientes para clorar 1 m³ de água.

Foram encontrados poucos trabalhos relacionados à dosadores de cloro para tabletes. Dentre eles, cita-se Mattos (2004, 2004a), que testou a eficiência do ácido tricloroisocianúrico, utilizando dosador de cloro semelhante, no sistema de abastecimento de água de Guararema, operado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Entre as vantagens do uso do sistema o autor citou: fácil manuseio; nenhuma perda de residual de cloro no meio ambiente, reduzindo efeitos prejudiciais à saúde dos operadores; preciso, controle somente do fluxo de alimentação de água e de tablete na torre; manutenção mínima e simples, necessidade mínima de limpeza, confiável, seguro e de operação simples.

Além das vantagens, ressalta-se que os custos estimados e comparativos com logística, materiais e equipamentos no sistema de desinfecção de água potável, com cloro gás alcançam R\$35.022,20 enquanto o sistema com ácido tricloroisocianúrico tem custo de R\$518,00, para a mesma quantidade de água tratada. A SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) também realizou testes com ácido tricloroisocianúrico, comparando seu uso ao do hipoclorito de cálcio na ETA Balsa Nova-PR. Constatou-se que existe um ganho de tempo utilizando o ácido tricloro, com maior segurança no manuseio (OXYCHEM, 2005).

O SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Itabirito, MG, realizaram testes de desinfecção em poços com: hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio (tabletes), ácido tricloroisocianúrico (tabletes), dicloroisocianurato de sódio (grânulos), utilizando bomba dosadora, hidroejetor e dosador de coluna. A conclusão do trabalho foi que o dosador de coluna, juntamente com o tablete de ácido tricloroisocianúrico apresentaram melhores resultados, em função das condições de armazenamento, suprimento e transporte serem equacionadas com maior facilidade. A frequência de suprimento do ácido tricloroisocianúrico é menor e as condições de conservação das edificações e veículos de transporte são melhores, pois não diminui riscos de vazamento.

CONCLUSÃO

Em função dos dados apresentados podemos concluir que o sistema de desinfecção proposto é eficiente, apresentando um teor de CLR na saída do tratamento dentro dos padrões exigidos pela legislação. O CV foi de 8%, o que indicou uma baixa variabilidade na concentração de CRL.

A simplicidade de operação, o baixo custo final e a eficiência do dosador simplificado justificam a sua utilização por comunidades rurais que utilizam sistemas de abastecimento de água por poços tubulares.

REFERÊNCIAS

Amaral, L.; Nader Filho, A.; Rossi Junior, O. D.; Ferreira, F. L. A.; Barros, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Rev. Saúde Pública*. v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

APHA (American Public Health Association). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21 ed. Washington, DC, 2005.

Ayyildiz, O.; Ileri, B.; Sanik, S. Impacts of water organic load on chlorine dioxide disinfection efficacy. *Journal of Hazardous Materials*, v. 168, p. 1092–1097, 2009.

Bertrand, R.; Roig, B. Evaluation of enrichment -free PCR- based detection on the rfbE gene of *Escherichia coli* O157 – Application to municipal wastewater. *Water Research*, v. 41, p. 1280-1286, 2007.

Blatchley III, E. R. Disinfection and antimicrobial processes. *Water Environment Research*, v. 66, n. 4, p. 361-368, 1994.

Bridgman, S. A.; Robertson, R. M. P.; Syed, Q.; Speed, N.; Andrews, N. Outbreak of cryptosporidiosis associated with a disinfected groundwater supply. *Epidemiol Infect*, n. 115, p. 555-566, 1995.

Coelho, L. *Técnicas de laboratório clínico: guia de coleta e preservação de amostras de água*. 1 ed. São Paulo: Cetesb, 1987.

Collins, R., Rutherford, K. Modelling bacterial water quality in streams draining pastoral land. *Water Research*, v. 38, p. 700-712, 2004.

Dychdala, G. R. Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCK, S. S. *Disinfection, sterilization, and preservation*. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p.131-42, 1991.

Eckhardt, R. R.; Diedrich, V. L. Ferreira, E. .R ; Strohschoen, E.; Demaman, L. C. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado - RS. *Ambi-água*, Taubaté, v.4, p.58-80, 2009.

Gadgil, A. Drinking water in developing countries. *Annu. Rev. Energy Environ*, v. 23, p. 253–86, 1998.

Garcia-Armisen, T.; Servais, P. Respective contributions of point and non-point sources of *E. coli* and enterococci in a large urbanized watershed (the Seine river- France). *Journal of Environmental Management*, v. 82, p. 512-518, 2007.

Gonzalez, R. G, Taylor, M. L, Alfaro, G. Estudio bacteriano del agua de consumo en una comunidad Mexicana. *Bol Oficina Sanit Panam*, v. 93, p. 127-140, 1982.

Hua, G.; Reckhowa, D.A. Comparison of disinfection byproduct formation from chlorine and alternative disinfectants. *Water Research*, v. 41, p. 1667-1678, 2007.

IBGE (Instituto brasileiro de geografia e estatística). *Censo Agropecuário 2006*. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/brasil_2006/. Acesso em: Agosto 2009.

Macêdo, J. A. B. *Determinação de trihalometanos em águas de abastecimento público e indústria de alimentos*. Tese (Doutorado), 1997, 90p. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 1997.

Mattos, A. A. *Tratamento de água para abastecimento público com o uso de tabletes de ácido tricloroisocianúrico*. In: Assembléia Nacional da ASSEMAE, 34. São Paulo: ASSEMAE (Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento), 2004.

Mattos, A. A. *Desinfecção de água para abastecimento público com o uso de ácido tricloroisocianúrico em tablete*. In: Encontro Técnico AESABESP, XV. São Paulo: AESABESP (Associação dos Engenheiros da SABESP), 2004a.

Mattos, M. L. T.; Silva, M. D. *Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão*. Comunicado Técnico, 61. EMBRAPA: Pelotas, RS, 2002.

NSF. *NSF Certified Products – Public Water Supply Treatment Chemicals*. Disponível em: <<http://www.http://www.nsf.org/certified/>>. Acesso em Junho 2011.

Oxichem do Brasil. *Discussão dos Resultados de Testes Realizados em Companhias Estaduais de Saneamento com Tabletes de ACL@90 em Processos de Desinfecção & Oxidação de Água para Consumo Humano*. In: Encontro Técnico, 2005.

Parsekian, M. P. S. *Análise e proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do estado de São Paulo*, 1998. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP.

Quesado, N. JR. *Contribuição da Hidrogeologia à Problemática de Doenças de Veiculação Hídrica no Município de Fortaleza-Ceará*, 2001, 164p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

Schneider R. N.; Nadvorny A.; Santos M. A. A.; Schmidt, V. Caracterização da microbiota mesófila aeróbia de águas superficiais e subterrâneas da microbacia do Lajeado Suruvi. *Acta Scientiae Veterinariae*. v, 36, p. 7-12, 2008.

Silva, R. C. A.; Araujo, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência e Saúde Coletiva*. Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

Peter-Varbanets, M.; Zurbrügg, C.; Swartz, C.; Pronk, W. Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology. *Water Research*, v.43, p. 245-265, 2009.

Zaporozec, A.; Miller, J. C. *Ground-water pollution*. Paris; UNESCO, 2000, 24 p.