

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO RURAL

Gisele Cristina Justen<sup>1</sup>; Rosângela Bergamasco<sup>2</sup>; Angélica Marquetotti Salcedo Vieira<sup>3</sup>;  
Aparecido Nivaldo Módenes<sup>4</sup>; Fernando Rodolfo Espinoza Quiñones<sup>5</sup>

## Resumo

A saúde humana está intimamente ligada à qualidade da água de consumo. A disponibilidade de água subterrânea, a facilidade de perfuração de poços, o baixo custo de captação e tratamento, a menor suscetibilidade a contaminação, vem aumentando a quantidade de poços em sistemas de abastecimento públicos. Assim, este estudo visou avaliar a qualidade da água de 20 poços tubulares profundos de abastecimento público rural do município de Santa Helena - Paraná, por meio de análises de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*, no período de 2004 a 2008. Análises pontuais foram realizadas em 2004, sendo repetidas nos mesmos poços em 2008, com monitoramento de seis meses. Os resultados em 2004 mostraram a ocorrência de contaminação por coliformes totais (10 poços) e termotolerantes (2 poços). Ambos estão em desacordo com os padrões de potabilidade vigentes (Portaria N°518/2004-MS). Em 2008, constatou-se um aumento de poços contaminados em relação à 2004. O aumento de poços contaminados por coliformes totais foi na ordem de 30%. O aumento foi ainda mais expressivo e preocupante para coliformes termotolerantes, na ordem de 400%. Isso sugere que o crescimento de atividades geradoras de dejetos na zona rural do Município está contaminando o solo e infiltrando nos lençóis freáticos.

## Abstract

Human health is closely linked to the quality of drinking water. The availability of groundwater, the ease of drilling, the low cost of collection and treatment, the smallest susceptible contamination, has increased the number of wells in public water supplies. This study aimed to evaluate the quality of water from 20 deep wells for public supply rural municipality of Santa Helena - Paraná, through analysis of total coliform, thermotolerant and *Escherichia coli* in the period 2004 to 2008. Analyses were carried off in 2004 and repeated in the same wells in 2008, with monitoring of six months. The results in 2004 showed the presence of total coliforms (10 wells) and thermotolerant (2 wells). Both are at odds with the prevailing standards of potability (Ordinance No. 518/2004-MS). In 2008, there was an increase of contaminated wells in relation to 2004. The increase of wells contaminated by coliform group was in the order of 30%. The increase was more significant and worrying for fecal coliform, in the order of 400%. This suggests that the growth of waste-generating activities in rural municipality is contaminating the soil and seeping into aquifers.

**Palavras – chave:** poços; contaminação; coliformes.

<sup>1</sup>Universidade 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

<sup>2</sup>Universidade 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: [rosangela@deq.uem.br](mailto:rosangela@deq.uem.br)

<sup>3</sup>Universidade 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: [angelicamsalcedo@hotmail.com](mailto:angelicamsalcedo@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade 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: [modenes@unioeste.br](mailto:modenes@unioeste.br)

<sup>5</sup>Universidade 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](mailto:f.espinoza@terra.com.br)

## 1- INTRODUÇÃO

A água tem influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano (GONZAGA, 1996). A água doce líquida que circula em muitas regiões do mundo já não pode ser considerada recurso renovável, em função da degradação de sua qualidade, pela disposição de efluentes, resíduos domésticos e industriais sem tratamento ou tratamento inadequado. Diante disso, a água subterrânea vem assumindo papel relevante como fonte de abastecimento, pois diminui os custos com captação, adução e tratamento (CAPUCCI *et al.*, 2001).

Segundo a Portaria Nº518/2004 do Ministério da Saúde, água potável é a água para consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. A água contaminada pode veicular um elevado número de doenças. Dentre estas, destacam-se as diarreias e disenterias (criptosporidiose, diarreia por *Escherichia coli*, diarreia por rotavírus, salmonelose, disenteria bacilar, giardíase, cólera, balantíase, disenteria amebiana, enterite campylobacteriana), febre tifóide e paratifóide, poliomielite, hepatite A, leptospirose, ascaridíase e tricuriíase (LIMA e KOLLNBERGER, 1998).

As fontes de poluição da água subterrânea são muito diversas, como resultado do uso do solo urbano, industrial e agrícola. As substâncias poluentes resultantes dessas atividades incluem principalmente, substâncias químicas orgânicas, pesticidas, metais pesados, nitratos, bactérias e vírus (ZAPOROZEC e MILLER, 2000).

Uma importante fonte de contaminação das águas refere-se à poluição causada pelas atividades de pecuária em sistemas de confinamento, como a suinocultura, a pecuária de leite e a avicultura. Os problemas causados por essas atividades tendem a crescer no Brasil, devido, principalmente, ao crescimento do consumo interno e da exportação de carne de aves e suínos. A região sul do Brasil concentra cerca de 70% das atividades de suinocultura (DARTORA *et al.*, 1998). Os dejetos de suínos são resíduos altamente poluidores, que prejudicam o meio ambiente, em especial a qualidade da água e o desenvolvimento de peixes e outros organismos aquáticos. Esses dejetos são 100 vezes mais poluentes que o esgoto urbano e representam grande problema ambiental (DOURMAD *et al.*, 1999; VAN DER PEET-SCHWERING *et al.*, 1999).

Em plantéis homogêneos concentrados em confinamento, a incidência de doenças de veiculação hídrica aumenta. Os animais infectados eliminam patógenos através da urina, fezes e outros meios, de modo que a deposição de microrganismos fique sobre o piso das instalações, estando presente nos resíduos líquidos dos animais (OLIVEIRA, 1994).

A Secretaria de Estado, da Agricultura e do abastecimento do Paraná – SEAB - PR, divulga anualmente dados da produção agropecuária do Estado. A Figura 1 mostra a produção de dejetos

bovinos, suínos e aves, baseada no número de animais abatidos no ano, do município de Santa Helena - PR.

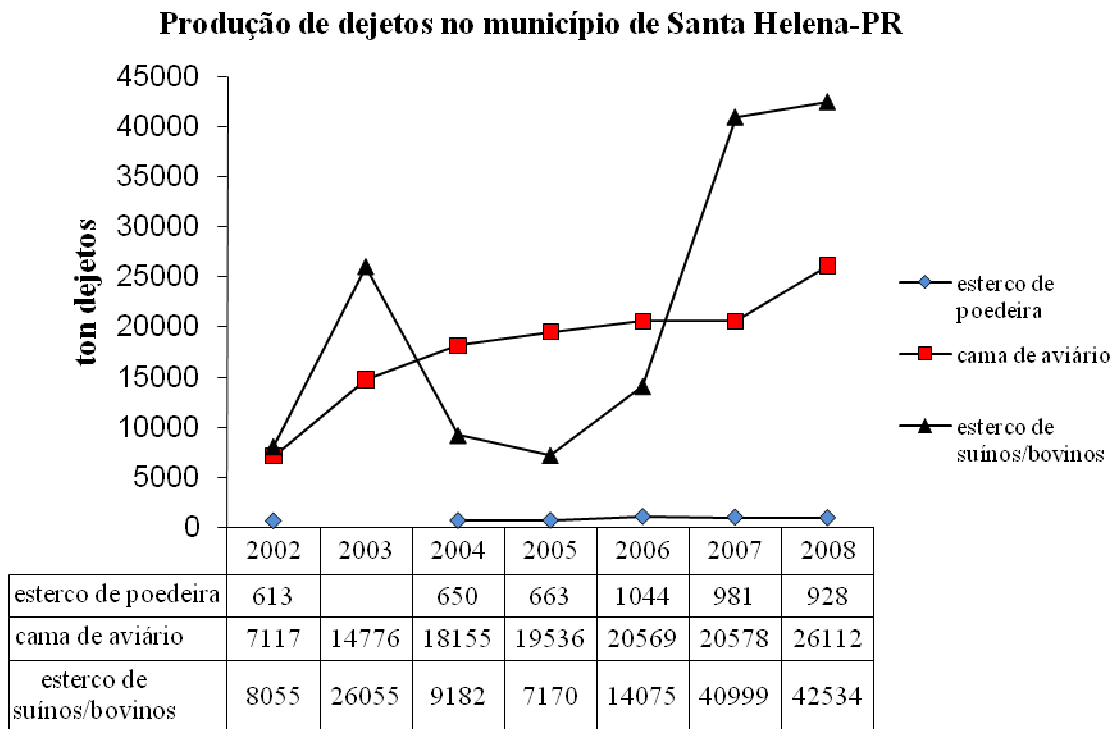


Figura 1. Produção de dejetos, baseada no número de animais abatidos no ano, do município de Santa Helena-PR. Fonte: SEAB, 2002 a 2008.

Diante da importância de avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano e dada a constação de diversas atividades agrícolas e pecuárias na zona rural do município de Santa Helena - PR, o objetivo deste trabalho foi verificar a presença dos seguintes agentes patogênicos na água de abastecimento público rural: coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 – Área de Estudo

O trabalho experimental foi desenvolvido na zona rural do município de Santa Helena, região Oeste do Estado do Paraná. O Município está localizado à latitude 24°51'37" Sul, longitude 54°19'58" Oeste, e altitude média de 258 m. O Município possui uma área total de 758,229 km<sup>2</sup> e uma população de 22.725 pessoas. Conforme o último Censo Agropecuário (2006), divulgado pelo IBGE (2007), a área de terras do Município ocupadas por lavouras é de 240,45 Km<sup>2</sup> e por pastagens é de 72,36 km<sup>2</sup>, o que corresponde a um total de 41% de terras cultivadas e por consequência adubadas.

## 2.1 – Amostragem e coleta

Foram selecionados 20 poços tubulares profundo de abastecimento público da zona rural, onde, com o auxílio da ferramenta de georreferenciamento GPS (Global Position System), a partir de um aparelho receptor para GPS, do fabricante GARMIN's®, modelo GPSmap 60CSx, os poços foram localizados geograficamente. O sistema de coordenadas geográficas adotado no levantamento foi o UTM (Universal Transverso Mercator). O cronograma das análises microbiológicas da água dos 20 poços foi executado conforme Tabela 1.

Tabela 1. Cronograma de realização das análises laboratoriais de 20 poços tubulares profundos de abastecimento público rural.

<i>Etapas de análises (Mês/Ano) (frequência)</i>	<i>Tipo de análise</i>
Março/2004 (pontual)	Coliformes Totais Coliformes Termotolerantes
Janeiro-Junho/2008 (mensal - período de 6 meses)	Coliformes Totais Coliformes Termotolerantes <i>Escherichia coli</i>

A coleta de amostras de água foi realizada na saída do poço, onde foram instaladas torneiras. A assepsia das mãos foi realizada com água e sabão. As torneiras foram higienizadas com algodão embebido em álcool 70%. A torneira foi aberta de 1 a 2 minutos; em seguida, lavada com hipoclorito de sódio a  $100 \text{ mgL}^{-1}$  para desinfecção. A torneira foi novamente aberta, sendo recolhida a amostra de água. As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro de 200 ml, previamente esterelizados em autoclave à  $121^\circ\text{C}$ , por 15 minutos. Cada frasco foi devidamente identificado, e posteriormente acondicionado em caixa térmica com gelo. O tempo de coleta e a realização das análises não excederam 24 horas (COELHO, 1987).

## 2.2 – Análises microbiológicas

A técnica de análise adotada foi a dos Tubos Múltiplos, consistindo da inoculação de volumes decrescentes (10,0 mL, 1,0 mL e 0,1 mL) da amostra, numa série de três tubos, conforme a Standard Methods (APHA, 1998; APHA, 2005). Em 2004, as amostras foram avaliadas quanto à presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes. Em 2008 avaliou-se ainda, a presença de *Escherichia coli*.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a localização geográfica dos 20 poços tubulares profundos de abastecimento público analisados. Verifica-se que os poços selecionados para análise encontram-se bem distribuídos ao longo da zona rural do município de Santa-Helena - PR.

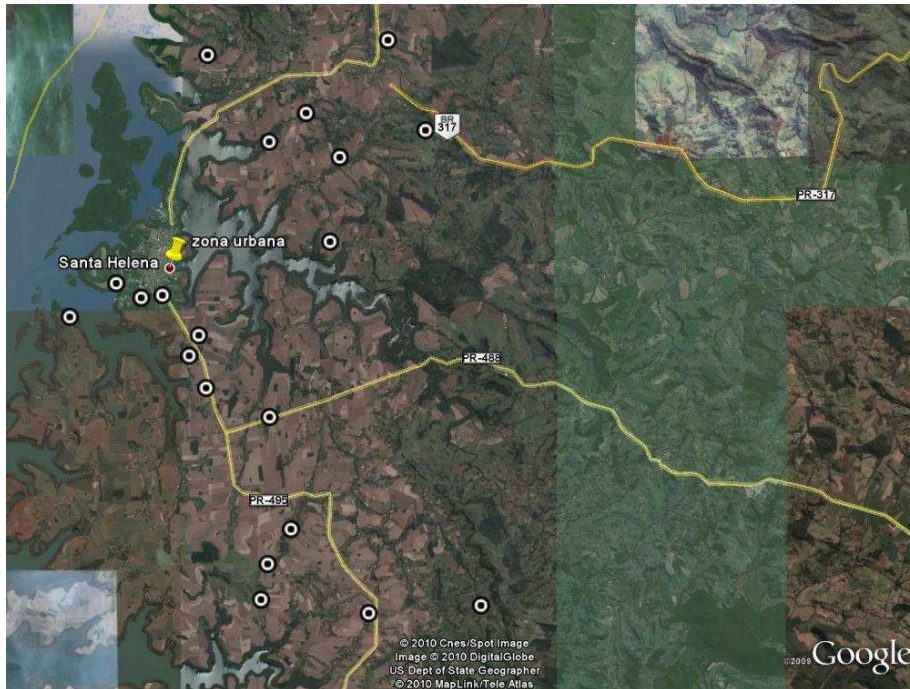


Figura 2. Localização geográfica dos 20 poços tubulares de abastecimento públicos rurais analisados.

A Figura 3 ilustra percentualmente os resultados das análises microbiológicas dos 20 poços tubulares de abastecimento público.

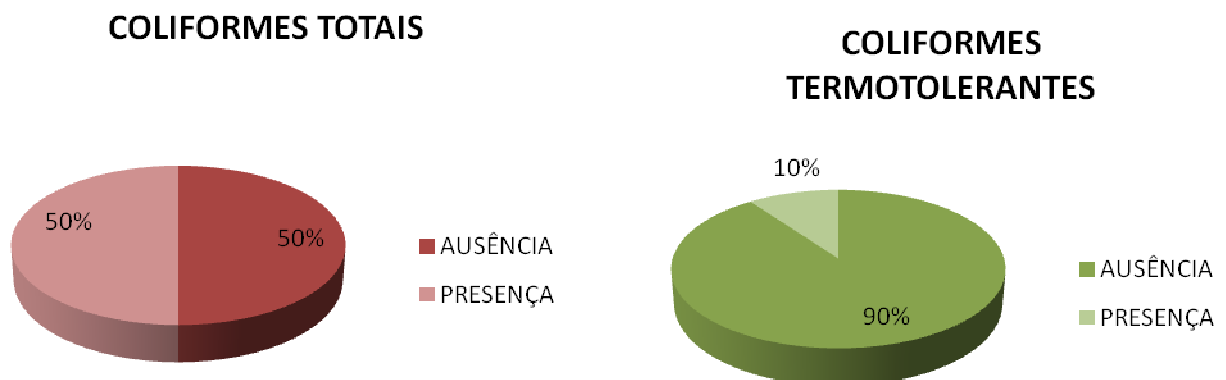


Figura 3. Percentual de contaminação por coliformes totais e coliformes termotolerantes nos 20 poços tubulares profundos de abastecimento público em 2004.

Conforme a Figura 3, cerca de 50% dos poços tubulares de abastecimento público rural analisados apresentaram algum tipo de contaminação, sendo evidenciado pela presença de coliformes totais e 10% apresentaram coliformes termotolerantes. Ambos os resultados estão em desacordo com a Portaria N°518/2004 do Ministério da Saúde, que regulamenta o padrão de potabilidade da água. De acordo com a mesma, não é admitida a presença desses bacilos na saída do sistema.

É imprescindível que sejam adotadas medidas para desinfecção destes poços. A Portaria N°518/2004 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Conforme Artigo 3º desta é de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria. E, conforme Artigo 27, as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios estarão sujeitas à suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nesta Portaria.

A Figura 4 apresenta um comparativo entre o número de poços contaminados por coliformes totais e coliformes termotolerantes em 2004 e 2008. É importante ressaltar que durante o período de monitoramento (2008), os resultados das análises em cada poço não diferiu no decorrer dos seis meses analisados, o que permitiu unificar os resultados dessas análises.

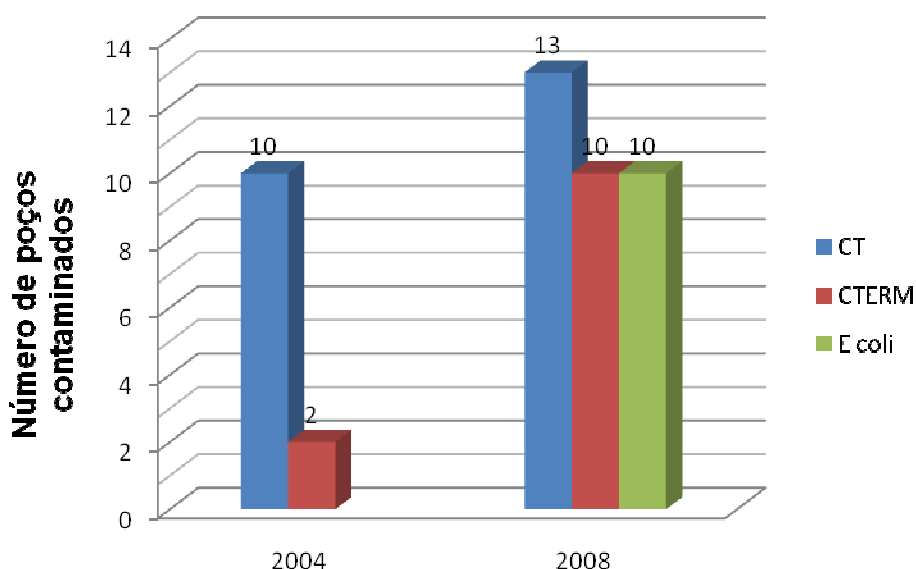


Figura 4. Presença de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTERM) nos 20 poços tubulares profundos de abastecimento público rural em 2004 e 2008.

Pela Figura 4, verifica-se um aumento de poços contaminados em 2008. Dos 20 poços analisados, 13 apresentaram contaminação por coliformes totais, 10 por coliformes termotolerantes

e 10 por *Escherichia coli*. Assim, evidencia-se que ocorreu um aumento na ordem de 30% de poços contaminados por coliformes totais e um aumento ainda mais expressivo de poços contaminados por coliformes termotolerantes, de 400%. Conforme explícito, a presença da bactéria *Escherichia coli* ocorreu em todos os poços contaminados por coliformes termotolerantes (50% dos poços analisados). Desta forma, 50% dos poços analisados apresentaram água imprópria para o consumo humano em 2008.

Com base nessa variação, fica implícita uma evolução agrícola e/ou pecuária no Município de Santa Helena - PR, uma vez que essa fonte de contaminação é exclusivamente fecal. O Município desenvolveu-se muito no setor agropecuário, com atividades de confinamento de animais. E ainda, predominam na mesma atividade agrícola, como lavouras de soja e milho.

Diversos autores analisaram a qualidade das águas subterrâneas e verificaram a presença de coliformes (QUESADO, 2001; ECKHARDT *et al.*, 2009; SILVA; ARAÚJO, 2003). Citam dentre os fatores que influenciaram na contaminação: águas poluídas, como resultado direto de atividades antrópicas no meio, atividade antrópicas nos entornos, expressos por áreas agrícolas e urbanas, a contaminação microbiológica sendo potencializada por problemas construtivos e a maior incidência de contaminação em poços rasos.

Autores como GONZALEZ *et al.* (1982), BRIDGMAN *et al.* (1995), COLLINS e RUTHERFORD, (2004); GARCIA-ARMISEN e SERVAIS, (2007); BERTRAND e 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.

Estudo realizado por MATTOS e SILVA (2001), da 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. A pouca informação, a falta de estrutura sanitária, a má conservação dos poços domésticos de abastecimento, 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, são fatores humanos importantes.

Assim, na região de estudo, há evidências que as fontes de contaminação nos entornos, provocadas pela prática agrícola rural, como a fertilização com dejetos animais (tratados ou não) ou mesmo pela presença de agropecuária extensiva, gerando dejetos animais depositados diretamente no

solo. A contaminação que chega ao solo atinge, após algum tempo, a água subterrânea. Problemas relacionados ao perfil de construção dos poços podem potencializar ainda mais a contaminação.

#### 4 – CONCLUSÕES

As análises dos 20 poços tubulares de abastecimento público rural do município de Santa Helena – PR indicaram a presença de microorganismos coliformes fora dos padrões de potabilidade vigentes, em ambos os períodos de avaliação. Houve um aumento expressivo e preocupante de poços contaminados por coliformes termotolerantes (400%) de 2004 para 2008, e ainda em 2008, 50% dos poços tubulares profundos analisados estavam contaminados por *Escherichia coli*, bactéria indicadora de fezes, associada a um elevado número de patologias. Há evidências que o crescimento de atividades geradoras de dejetos na zona rural está contaminando o solo, e por infiltração, atingindo as águas subterrâneas.

#### 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20 th ed. Washington, APHA, AWWA, WEF, 1998.

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

BRASIL. *Portaria Nº 518, de 25 de Março de 2004 do Ministério da Saúde*. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. In: Diário Oficial da União, Brasília, n. 59, Seção 1, p. 266, 2004.

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.

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.

CAPUCCI, E.; MARTINS, A. M.; MANSUR, K. L.; MONSORES, A. L. M. *Poços tubulares e outras captações de água subterâneas: orientação aos usuários*. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 70p.

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



DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. *Manejo de dejetos de suínos*. Boletim Informativo BIPERS, v.7, n.11, p.4-33, 1998.

DOURMAD, J. Y.; GUINGAND, N.; LATIMIER, P.; SEVÉ, B. Nitrogen and phosphorus consumption, utilization and losses in pig production: France. *Livestock Production Science*, Shannon, v.58, p.199-211, 1999.

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*, v.4, p.58-80, 2009.

GARCIA-ARMISEN, T.; SERVAIS, P. Respectives 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.

GONZAGA, A. S. M. *Clorador por difusão: Avaliação de desempenho e de parâmetro de projeto*. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte. 1996. 72 p.

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.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006/Contagem da População 2007. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: abr. 2008.

LIMA, E., KOLLNBERGER, G. Tecnologias Modernas para Desinfecção de Água e Esgotos. *Revista Meio Ambiente Industrial*, v. 13, 1998.

OLIVEIRA, P. A. V. Impacto ambiental causado pelo dejetos de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNO, 1994. Concordia. *Anais...* Concordia: Concordia: CBNA, 1994. p.188.

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

SEAB - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Abates inspecionados. Boletim Informativo, 2002 a 2008.

SILVA, M.D. da; MATTOS, M.L.T. Microbiological quality of water for human consumption in the hydrographical microbasin of arroio Passo do Pilão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 21, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...*Foz do Iguaçu, 2001. p. 42.

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*, v.8, n.4, p.1019-1028, 2003.

VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C; JONGBLOED, A. W.; AARNINK, A. J. A. Nitrogen and phosphorus consumption, utilization and losses in pig production: The Netherlands. *Livestock Production Science*, Netherlands, v.58, p.213-224, 1999.

ZAPOROZEC, A.; MILLER, J. C. *Ground-Water pollution*. International Hydrological Programme, Paris: UNESCO, 2000, p.24.