

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ÁGUA SUBTERRÂNEA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA
DO CÓRREGO RICO COMO FATOR DE RISCO À SAÚDE
HUMANA EM PROPRIEDADES RURAIS E URBANAS NO
MUNICÍPIO DE JABOTICABAL/SP.**

Alessandra Cristina Niero Ferreira Maximo

Médica Veterinária

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Agosto de 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ÁGUA SUBTERRÂNEA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO RICO COMO FATOR DE RISCO À SAÚDE
HUMANA EM PROPRIEDADES RURAIS E URBANAS NO
MUNICÍPIO DE JABOTICABAL/SP.**

Alessandra Cristina Niero Ferreira Maximo
Orientador: Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus Jaboticabal como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária Preventiva.

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Agosto de 2009

M464a Maximo, Alessandra Cristina Niero Ferreira
Água subterrânea da microbacia hidrográfica do Córrego Rico como fator de risco à saúde humana em propriedades rurais e urbanas no Município de Jaboticabal/SP./Alessandra Cristina Niero Ferreira Maximo. – – Jaboticabal, 2009
xiv, 67 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Luiz Augusto do Amaral
Banca examinadora: Oswaldo Durival Rossi Jr., Laudicéia Giacometti Lopes.
Bibliografia

1. Água. 2. Aspectos físico-químicos 3. Qualidade microbiológica.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 628.1:576.8

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ALESSANDRA CRISTINA NIERO FERREIRA MAXIMO – nascida em Jaboticabal – SP aos 04 dias do mês de outubro do ano de 1978, filha de Asley Carlos Ferreira e Ophélia Niero Ferreira. Em dezembro de 2005 graduou-se em Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV – Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Jaboticabal. Foi bolsista de Iniciação Científica (PIBIC – CNPq) do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, sob a orientação do Prof Dr. César Roberto Esper, no período de abril de 2003 a abril de 2005. Em 2005, desenvolveu o projeto de graduação para conclusão de curso, sob a orientação do Prof Dr. Waldir Barros Fernandes Jr. Em março de 2007 ingressou no curso de Pós Graduação em Medicina Veterinária, área de Medicina Veterinária Preventiva, curso de mestrado.

Oração de São Francisco

*Senhor, fazei-me instrumento de vossa paz.
 Onde houver ódio, que eu leve o amor,
 Onde houver ofensa, que eu leve o perdão,
 Onde houver discórdia, que eu leve a união,
 Onde houver dúvida, que eu leve a fé,
 Onde houver erro, que eu leve a verdade,
 Onde houver desespero, que eu leve a esperança,
 Onde houver tristeza, que eu leve a alegria,
 Onde houver trevas, que eu leve a luz.*

*Ó Mestre, fazei que eu procure mais
 consolar que ser consolado;
 compreender que ser compreendido,
 amar, que ser amado.
 Pois é dando que se recebe
 é perdoando que se é perdoado
 e é morrendo que se nasce para a vida eterna.*

“O princípio da Sabedoria é o desejo autêntico de instrução, e a preocupação pela instrução é o Amor. O Amor é a observância da Sabedoria. Por sua vez, a observância das leis é garantia de imortalidade. E a imortalidade faz com que a pessoa fique perto de DEUS. Portanto, o desejo de sabedoria conduz ao reino dos céus.”

(Sabedoria 6, 17-20)

“ Existem dons diferentes, mas o Espírito é o mesmo; diferentes serviços, mas o Senhor é o mesmo; diferentes modos de agir, mas é o mesmo Deus que realiza tudo em todos ”.

(1º Coríntios 12, 4-6)

A este Deus que é Pai, Filho e Espírito Santo, ofereço.....

Agradecimento Mais Que Especial

Aos meus pais Asley e Ophélia por me concederem o dom mais precioso, a Vida. A presença constante e verdadeira, a garantia de amor único e incondicional. Como expressar em palavras o sentimento de gratidão pelas batalhas para que eu estudasse e chegasse até aqui. Como expressar a significância da presença de vocês em minha vida, quando ela transcende qualquer certeza

Nada exigem em troca, a não ser o respeito, a integridade, e a crença de acreditar sempre em meu potencial. Marcas autênticas da presença de Deus em minha vida ...

AMO VOCÊS, MUITO.....

Ao meu esposo, amigo, companheiro, amor de minha vida, Tiago...

Não só pelo amor e companheirismo, que já seriam suficientes, mas pela presença certa, o auxílio de toda hora, e por acreditar que um dia eu chegaria lá, agradeço de coração.

Ah, pelo auxílio fundamental na elaboração, correção e análise estatística deste trabalho. Fora as noites e dias, e olha que foram muitas, ao meu lado, até chegarmos ao resultado final...

Sem palavras, a não ser, AMO MUITO VOCÊ....

A minha família, Érica, Gibson, Carla e Leandro, pela presença e por acreditar que quando temos pessoas especiais ao nosso lado, tudo fica muito mais fácil...

Aos meus sobrinhos Caio, Felipe, e Leticia (que já nasceu estrela, iluminando nossas vidas, luz para todos, e vitória garantida oferecida por Deus), pelos sorrisos sinceros, a alegria contagiante, e o aprendizado de que para ser feliz não é preciso muito, só o amor já basta....

As minhas cachorras Mel, Bali, e Bela, pelas incansáveis manifestações de amor sincero e verdadeiro. Pelas constantes abanadas de rabo, os latidos de apoio e incentivo, e por me fazer acreditar e continuar quando a cansaço me faria esmorecer. E estes focinhos de borracha, então. Simplesmente demais...

DEDICO

Agradecimento Especial

Ser Mestre

Ser mestre é um ato de fé. Fé na possibilidade de mudar o mundo educando, fé no indivíduo, fé na supremacia da riqueza intelectual.

Ser mestre é um ato de amor. Porque a entrega de si está implícita na tarefa, porque se dá com as mãos cheias, sem esperar retribuição.

Ser mestre é ser um sonhador. Crer, mais além desta época frívola e cética, no espírito do ser humano. E crer que algum dia, ao final do caminho, podemos transferir esta tocha a um discípulo, outro sonhador.

*Lídia Maria Riba
"Vocação de Ensinar"*

Ao mestre, antes de tudo um grande amigo, Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral. Pela presença, dedicação, perseverança, exemplo, e acima de tudo caráter, agradeço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, a oportunidade de aprender a cada dia, e a presença constante na realização de mais esta etapa.

Aos meus pais pela presença, amor e constante incentivo, obrigada.

Ao meu marido, pelo amor, compreensão sem medida, e me fazer acreditar e teimar sempre mais uma vez.

As minhas irmãs, carinho e atenção, e mostrar que sempre estarão ali ao lado.

Aos meus cunhados, Leandro e Gibson, pelas risadas de descontração.

Aos meus sobrinhos e afilhado, Caio e Felipe, e Letícia, claro, que mesmo em pensamento já estava ali me dando uma força, e “refrescando minha cuca”, com as horas passadas ao vosso lado.

As minhas meninas peludas, que amor e devoção sem esperar nada em troca, somente meu amor, por isso, também amo muito vocês.

A comadre, madrinha, Fabiana, pelo incentivo, encorajar-me quando tudo estava um pouco mais difícil. Ao meu afilhado- padrinho Héber, por me ensinar que na simplicidade das coisas é que estão os maiores tesouros. A minha afilhadinha Ana Be, presente de Deus para mim, e refúgio nas horas de cansaço. E agora a “Lulisinha” querida, uma boneca a mais, recém chegada na família, que pitchulinha !!!!

A minha grande e eterna amiga Ana Lúcia, que mesmo longe, soube me mostrar que não é necessária a presença física, quando o que realmente importa é o que guardamos e sentimos dentro do coração...

A minha amiga de toda hora, “Pink flower”, pelas risadas, a presença carinhosa, e a crença de que por mais difícil que as coisas possam parecer, ainda vale a pena acreditar. Por me agüentar nos dias de mau humor, a animação de sempre, e o carinho imenso que tem por mim. Pink, adoro muito você.

A Carol, refúgio, e reerguimento quando tudo parecia muito escuro e sem alternativa nenhuma de realização.

A Mariza, uma grande amiga, e praticamente minha segunda mãe, por me fazer enxergar sempre o lado bom das coisas, e pelo exemplo de perseverança e coragem. Obrigada pelas oportunidades que sempre me abriu.

A tia Nilda, Manu, Caio, Felipe, Pink, pelas horas no Messenger de descanso, bate papos e risadas. Sei não se iria agüentar tanto tempo neste computador....

Ao Prof Dr. Luiz Augusto de Amaral, antes de um mestre, um exemplo de ser humano, e bondade. Por toda a orientação, em tudo, atenção e carinho com que cuida de cada um de seus orientados. Um verdadeiro mestre e educador.

Ao prof Dr. Antonio Sérgio Ferraudo, pelo auxílio nas análises e correções estatísticas.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP- Jaboticabal, pela acolhida desde os tempos de graduação, e agora no programa de pós graduação, pelo ensino sólido e de qualidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida.

À FAPESP pela concessão do auxílio à pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Alimentos de Origem Animal e Água localizado no Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, da FCAV, Diba e Lila, pelo auxílio verdadeiro nas análises.

Aos professores do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos parceiros de laboratório, Fernanda, Argos, Bruna, pelo auxílio nas análises.

Ao SAAEJ pela disponibilidade do laboratório para as análises físico-químicas, e a cessão da química Laudicéia, que com muita atenção, disponibilidade, e carinho, soube nos auxiliar. Valeu, Lau.

Aos companheiros de viagem ao “meio do mato” da CATI, Gustavo e Sheila, pela disponibilidade, o aprendizado, auxílio nas colheitas, e as muitas risadas juntos. Foi muito bom. Vai deixar saudades.

Aos companheiros do GESA, pelas horas compartilhadas de aprendizado, discussão e troca de informações.

Aos “pic-nics” com bolo, ao final das disciplinas. Eita mulherada prendada, sô!

E também aos churrascos, pizzadas e afins, sempre para fechar com chave de ouro as disciplinas cursadas.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram na conclusão de mais esta etapa, e que a memória me impede de relembrar.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Colheita das amostras.....	14
3.2 Determinação do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais e <i>E.coli</i>	16
3.3 Determinação do número de microrganismos mesófilos.....	17
3.4 Clostrídios Sulfito Redutores.....	18
3.5 Nitrato.....	19
3.6 Cloreto.....	19
3.7 Amônia.....	19
3.8 Cor aparente e pH.....	20
4. Análise estatística dos resultados.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1 Aplicação do Questionário.....	22
5.2 Análises Microbiológicas.....	27
5.3 Análises Físico Químicas.....	41
5.4 Cálculo do Risco Relativo.....	50
6. CONCLUSÕES.....	53
7. REFERÊNCIAS.....	54
8. APÊNDICE.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág
1. Utilização de poços como fonte de abastecimento alternativo em propriedades rurais e urbanas, da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	23
2. Caracterização da presença dos fatores de proteção nas fontes de abastecimento (poços) nas propriedades estudadas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	24
3. Uso de filtro domiciliar e tratamento da água (cloração) de poços em propriedades do meio rural e urbano, da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	26
4. Número de propriedades dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para Número Mais Provável de Coliformes Totais na Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007	28
5. Número de propriedades dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para NMP de <i>E.coli</i> na Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	28
6. Número de propriedades dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para a contagem padrão de mesófilos Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	29
7. Número de propriedades dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para Unidades Formadoras de Colônias de Clostrídios da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	30
8. Número mais provável $[(\log x + 1)]$ de Coliformes Totais (NMP/100ML) dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e chuvas, 2007.....	32
9. Número mais provável $[(\log x + 1)]$ de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL) dos poços rurais e urbanos da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e chuvas, 2007.....	34
10. Número mais provável $[\log (x+1)]$ das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/mL) de microrganismos heterotróficos mesófilos dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e chuvas, 2007.....	37

Tabela	Pág
11. Número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC/100mL) de Clostrídios [(log x+1)] dos poços rurais e urbanos da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	40
12. Número de propriedades dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para os teores de Nitrato da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.....	41
13. Valores dos teores de Nitrato (mg / L NO ₃ - N) dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, durante os períodos de estiagem e chuvas, 2007.....	42
14. Valores da determinação da cor (uH) das amostras de água dos poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, estiagem e chuvas, 2007.....	45
15. Valores dos teores de Cloretos (mg Cl / L) nas amostras de águas dos poços rurais e urbanos da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, estiagem e chuvas, 2007.....	46
16. Valores de pH das amostras de água dos poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, na estiagem e chuvas, 2007.....	48
17. Valores dos teores de Amônia (mg N-NH ₃ / L) dos poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, na estiagem e chuvas, 2007	49
18. Valores do Risco Relativo (RR) e do Intervalo de Confiança (Ic) de acordo com a ausência dos fatores de proteção nos poços das propriedades rurais da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, durante os períodos de estiagem e chuvas, 2007.	51

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág
1. Bacia Hidrográfica do Córrego Rico.....	14
2. Colheita de água do poço.....	15
3. Incubação em cartela Quanti-Tray/2000 e contagem sob fluorescência.....	16
4. Amostras acondicionadas em ágar padrão para incubação.....	17
5. Incubação de placas em anaerobiose para posterior contagem.....	18
6. Amostra positiva para <i>E.coli</i>	35
7. Amostra positiva para Clostrídio.....	39

Água subterrânea da microbacia hidrográfica do Córrego Rico como fator de risco à saúde humana em propriedades rurais e urbanas no Município de Jaboticabal/SP.

RESUMO: O município de Jaboticabal está localizado em região onde prevalece a atividade agrícola e há uma elevada utilização da água de poços tanto para consumo humano, como animal, pertencentes a Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico. O mesmo se observa em propriedades situadas na área urbana, com água advinda de poços particulares, que abastece uma grande parcela da população. O presente estudo teve como objetivo avaliar a situação deste tipo de abastecimento alternativo no município. A avaliação foi conduzida em duas amostragens, período de seca e chuva, em 30 poços na área urbana e 30 poços da área rural. Foi pesquisada a qualidade microbiológica (Coliformes Totais, *Escherichia coli*, Clostrídios Sulfito Redutores e microorganismos mesófilos), bem como características físico-químicas (concentrações de cloreto, nitrato e amônia, cor aparente e pH). O método estatístico utilizado foi o teste do Qui quadrado a 1% e 5% de significância, e cálculo do Risco Relativo para padrões fora e dentro de potabilidade. Um grande número de propriedades do meio rural encontrava-se em desacordo com os padrões de potabilidade para água, durante os períodos de estiagem e chuvas, quando comparadas ao ambiente urbano. A ausência dos fatores de proteção, e tratamento da água evidenciou o alto risco que esta água oferece para consumo, bem como a má qualidade higiênico-sanitária da mesma, e a provável fonte de ocorrência e perpetuação de doenças de veiculação hídrica. Pretendeu-se com isso, obter subsídios para futuras ações corretivas e preventivas para preservação da saúde humana, e dos recursos hídricos locais.

Palavras chave: água, aspectos físico-químicos, microbacia, qualidade microbiológica.

Ground water of Córrego Rico watershed as factor of risk to the health human being in country and urban properties in Jaboticabal City- State of São Paulo.

Summary: The city of Jaboticabal is located in region where it takes advantage the agricultural activity and it has one in such a way raised use of the water of wells for human consumption, as animal, pertaining at Córrego Rico watershed. The same it is observed in situated properties in the urban area, with water of particular wells, that supplies a great parcel of the population. The present study will have as objective to evaluate the situation of this type of alternative supplying in the city. The evaluation was lead in two samplings, period of drought and rain, in 30 wells in the urban area and 30 wells of the agricultural area. The microbiological quality was searched (mesophylic microorganism, Total Coliforms, *Escherichia coli*, *Clostridium sulfite reducing*), as well as characteristics physico-chemistries (concentrations of chloride, nitrate and ammonia, apparent color and pH). The used statistical method was the test of the squared Qui 1% and 5% of significance, and calculation of the Relative Risk for standards and inside of potability. A great number of properties of the agricultural way met in disagreement with the standards of potability for water, during the periods of drought and rains, when compared with the urban environment. The absence of the protection factors, and treatment of the water evidenced the high risk that this water offers for consumption, harm sanitary hygienical quality of the same one, and probable source of occurrence and perpetuation of wet illnesses propagation. It was intended with this, to get subsidies for future corrective and preventive actions for preservation of the health human being, and the local wet resources.

Key Words: microbiological quality, physical-chemical parameters, water, watershed.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano, agrícola e industrial brasileiro tem produzido impactos sobre os mananciais superficiais e subterrâneos. No meio rural, a água de dessedentação humana e animal é motivo de preocupação principalmente por ser uma importante via de transmissão de doenças causadas por microorganismos patogênicos ou compostos tóxicos (resíduos de atividades industriais ou agrícolas relacionadas à adubação de lavouras e utilização de defensivos diversos). Em áreas periurbanas e nas cidades, a atividade antrópica e seus subprodutos (efluentes domésticos e industriais, além de resíduos tóxicos e de aterros sanitários), podem levar à contaminação de águas superficiais e subterrâneas, as quais na maioria das vezes são amplamente utilizadas para consumo humano.

A bacia hidrográfica do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, é responsável pela água que abastece 70 % do município de Jaboticabal-SP, tem apresentado indícios de impacto ambiental decorrente da ocupação desordenada do entorno do Córrego Rico. O Programa Mata Ciliar visa a recuperação das nascentes entre a divisa dos municípios Jaboticabal-Monte Alto e a captação de água do município de Jaboticabal, monitorando a qualidade microbiológica e físico-química do Córrego Rico, o principal corpo d'água desta bacia. Esta região engloba parcela da população que faz uso de fontes de abastecimento de água alternativos (poços). O uso de água advinda destas fontes de abastecimento alternativo na região considerada, representa grande risco no que se refere a doenças de veiculação hídrica, devida a precariedade de informações a respeito da qualidade de água.

A Portaria 518 de 25/03/2004 (BRASIL, 2004), estabelece os padrões físicos, organolépticos, químicos, e microbiológicos para caracterizar “água potável” como

aquela destinada ao consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça risco à saúde. Esta portaria estabelece limites da presença de contaminantes para o padrão microbiológico, presença de Coliformes Totais (bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*), e Coliformes Fecais ou Termotolerantes, da qual a *E. coli* é a espécie mais representativa, e indicadora de poluição fecal, sendo sua ocorrência restrita a fezes humanas e animais homeotermos. Os padrões atuais de potabilidade para consumo humano estabelecem ausência de *E. coli* em 100 mL de amostra, tolerância de até 10 microorganismos do grupo dos Coliformes Totais em 100 mililitros de amostra de água, e até o valor limite de 500 UFC/mL de microorganismos heterotróficos mesófilos na água de consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais, como poços, minas, e nascentes naturais (BRASIL, 2004).

Com a finalidade de obter informações sobre a qualidade microbiológica e físico-química da água das fontes de abastecimento alternativo (poços) em 60 propriedades, compreendidas no meio rural e urbano, do município de Jaboticabal – SP, a fim de fornecer subsídios que visem ações corretivas e preventivas a serem implantadas para preservação dos recursos hídricos, o presente trabalho teve como objetivos: efetuar levantamento das características construtivas e da presença de fatores de proteção dos poços utilizados, no abastecimento alternativo urbano e rural no município de Jaboticabal-SP; analisar as variações na qualidade higiênico-sanitária da água destas fontes durante o período de estiagem e de chuvas, utilizando como indicadores Coliformes Totais, *E. coli*, Clostrídios Sulfito Redutores, e microorganismos heterotróficos mesófilos; avaliar as características físico-químicas destas fontes por meio de análise de cor aparente, pH, nitratos, cloretos e amônia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Na natureza, 97,5% da água presente é salgada; o restante, 2,5% dividem-se da seguinte forma: 68,9% em calotas polares e geleiras; 29,9% em águas subterrâneas; 0,3% rios e lagos e 0,9% outros reservatórios (GORBACHEV, 2000).

A água é o mais importante recurso natural do mundo: sem ela a vida não pode existir. Em 1854, uma epidemia de cólera em Londres causou 10.000 mortes e relacionou pela primeira vez uma doença com contaminação da água de consumo por bactérias entéricas em decorrência da poluição da mesma por esgoto doméstico (BATES, 2.000).

O desenvolvimento econômico da sociedade moderna tem levado à contaminação das águas superficiais, representada por rios, lagos e reservatórios, águas subterrâneas e do ambiente costeiro. Neste processo mais evidente, observou-se um grande impacto sobre as águas superficiais. Da mesma forma, o crescente aumento da população urbana tem levado ao somatório de contaminantes, lançados no aquífero, relacionados com o homem urbano, como: fossas sépticas, óleos e graxas de postos de gasolina, depósitos de lixo urbanos, lançamento de resíduos industriais de forma geral. Outra tendência paralela a esta ocorreu na agricultura onde a expansão das fronteiras agrícolas, a produção anual crescente de novos produtos químicos utilizados na agricultura criaram fontes crescentes e variadas de componentes que contaminam a água superficial e subterrânea (TUCCI & CABRAL, 2003).

No Brasil o volume de água subterrânea está estimado em 112 mil km³ (REBOUÇAS, 2002). Cerca de 15,6 % dos domicílios (26,5 milhões de habitantes)

utilizam exclusivamente a água subterrânea de poços ou nascentes. A exploração de águas subterrâneas vem registrando um expressivo incremento nos últimos anos. Vários núcleos urbanos abastecem-se de água subterrânea de forma exclusiva ou complementar. Indústrias, propriedades rurais, escolas, hospitais e outros estabelecimentos utilizam, com frequência, água de poços (CETESB, 2001).

De acordo com a pesquisa nacional de saneamento básico referente ao ano de 2000, dentre 5655 distritos com abastecimento de água, 4.236 distritos contam com captação de águas superficiais, dos quais 56 % apresentam situação de risco potenciais para a poluição ou contaminação na área da captação de água. As principais ameaças são: lançamento de esgoto sanitário, despejo de resíduos industriais, vazadouro de lixo, atividade mineradora, presença de resíduos de agrotóxicos, entre outras (CETESB, 2001).

No Brasil, a água como veículo de enfermidades já era motivo de preocupação nos fins do século XIX, com os primeiros estudos de Oswald Cruz a respeito da qualidade microbiológica da água. A partir de 25/03/2004 pela portaria Nº 518 do Ministério da Saúde, os padrões de potabilidade da água de consumo humano (ausência de *E. coli* em 100 mL de amostra, tolerância de até 10 microorganismos do grupo dos Coliformes Totais em 100 mililitros de amostra de água, e até o valor limite de 500 UFC/mL de microrganismos heterotróficos mesófilos).

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS, cerca de 85% das doenças são de veiculação hídrica, ou seja, estão relacionadas à água (BRASIL, 2004). As doenças de veiculação hídrica são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidos basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída com fezes (GRABOW, 1996).

Grabow (1996) relata que as poucas informações sobre doenças de veiculação hídrica tende a criar um falso senso de segurança, principalmente na área rural e em países em desenvolvimento e essa parece ser a situação em nosso país. Vale ressaltar que, segundo Stukel et al. (1990), o risco da ocorrência de surtos de doenças veiculadas pela água no meio rural é alto, principalmente pela possibilidade de

contaminação bacteriana dessas águas, que são captadas em poços muitas vezes velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação como fossas e áreas de pastagens de animais. Somando a essas colocações, Conboy & Goss (2000) citam que a deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito usada no meio rural no país, aumenta o risco da contaminação da água subterrânea.

Moriñigo et al. (1990) afirmam que microrganismos patogênicos de origem fecal são detectados em baixos números nas amostras de água, são de difícil detecção e aparecem de forma intermitente nas amostras, e por essas razões, o nível de poluição fecal em amostras de água é avaliado com a utilização de outros microrganismos indicadores entre eles, os coliformes totais e coliformes fecais. Os coliformes fecais são os indicadores mais fidedignos, e quanto maior o nível de contaminação, maior a correlação entre os coliformes fecais e *Salmonella* sp. Nemedi (1984), citado por Geldreich (1998) verificou que quando as contagens de coliformes fecais eram da ordem de 10^6 , 10^5 , 10^4 , 10^3 , 10^2 e 10 as porcentagens de isolamentos de salmonela da água foram de: 100,0%, 99,0%, 66,0%, 33,0%, 21,0% e 11,0%, respectivamente.

No Estado de São Paulo mais de 20.000 poços profundos, e uma quantidade muito maior de poços rasos, fornecem água para o abastecimento público, uso industrial e irrigação (VENDEMIATTI, 2003). O monitoramento de patógenos específicos é impraticável e por esse motivo pesquisa-se os indicadores de poluição fecal como coliformes totais, *Escherichia coli*, e Clostrídios Sulfito Redutores, os quais podem estar presentes em maior número e sobreviver tanto quanto microrganismos patogênicos (BURGE & HUNTER, 1990, citado por LOPES, 2005). A determinação de coliformes totais e *E. coli* em água indicam contaminação recente, enquanto que a determinação de Clostrídios sugere contaminação remota. O uso de água subterrânea contaminada, não tratada ou inadequadamente desinfetada foi responsável por 44% dos surtos de doenças de veiculação hídrica nos Estados Unidos, entre 1981 e 1988 (CRAUN, 1991).

A contaminação de água subterrânea nos centros urbanos ocorre com bastante intensidade em quase todos os estados brasileiros. A falta de saneamento básico, vazamento de redes de esgoto, lixões e aterros sanitários contribuem para a

contaminação bacteriológica e físico-química: nitratos, metais e outros compostos (FOSTER et al., 2003).

Para a Resolução Conama nº 357 (BRASIL, 2005) de 17/03/2005 a água subterrânea é caracterizada como classe especial, destinada ao consumo humano apenas com desinfecção, de acordo com o artigo 4 desta resolução. Portanto a presença de microrganismos indicadores de poluição deve ser monitorada, visando-se evitar a dispersão de uma possível contaminação pontual para poços utilizados para consumo.

O grupo coliforme consiste de bacilos gram-negativos, anaeróbios facultativos, não esporulados, que fermentam lactose formando ácido e gás em 24 – 48 h em meio líquido ou sólido na faixa de 32 – 35°C (TORTORA et al., 2002). Os gêneros incluídos no grupo coliforme são *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Escherichia*. Os coliformes totais são comumente encontrados nas fezes de animais de sangue quente, material vegetal e no solo, por isso a *E. coli* é a mais utilizada como indicador direto de contaminação por fezes, pois sua presença está intimamente ligada à presença de contaminação fecal. Segundo Nola et al. (2002), a abundância de *E. coli* e *S. faecalis* nas águas subterrâneas da área equatorial da República de Camarões, foi correlacionada com parâmetros físico-químicos, como pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, cloretos, sódio, potássio, cálcio e magnésio em simulação de um biótopo de primavera em laboratório, onde o aumento no valor desses parâmetros favoreceu o aumento da população destes microrganismos.

No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, fontes bastante susceptíveis à contaminação. No Reino Unido, após analisar-se amostras de água de fontes privadas, verificou-se que 100% das amostras dos poços e 63% das nascentes estavam fora dos padrões de potabilidade, representando um risco considerável a saúde dos consumidores (FEWTRELL et al, 1998).

O dejetos bovino depositado no solo representa risco de contaminação das fontes de água, uma vez que esses animais são reservatórios de diversos microrganismos como *Criptosporidium parvum* e *Giardia* sp., causadores de enfermidades humanas.

Isso mostra o papel desses animais na contaminação ambiental por esses importantes patógenos de veiculação hídrica (FAYER et al., 2000).

Muitas doenças são perpetuadas pela rota fecal – oral de transmissão, onde patógenos se abrigam nas fezes humanas ou de animais, sendo veiculados pela água contaminada e ingeridos. Exemplos de doenças, tais como, febre tifóide e cólera, são causadas por bactérias que se alojam somente nas fezes humanas (TORTORA et al., 2002).

Viana et al (1973) citados por Souza & Cortês (1992), analisando amostras de água oriundas de fontes localizadas no meio rural, no estado de Minas Gerais, verificaram que 87,2% das amostras de água de poços rasos, 81,8% dos poços profundos e 87,5% das nascentes estavam em desacordo com os padrões de potabilidade para o consumo humano sob o aspecto microbiológico.

Quando se objetiva conhecer a qualidade higiênico-sanitária da água é importante realizar análises microbiológicas tanto durante o período de chuva como no período de estiagem. Em muitas ocasiões existe uma relação direta entre a quantidade de chuva e a profundidade das águas subterrâneas. A chuva pode conduzir à contaminação bacteriana da água subterrânea devido à infiltração desde a superfície, pois muitos microrganismos são pequenos o suficiente para se mover através dos poros do solo e podem alcançar as águas subterrâneas. Esse movimento é lento, entretanto pode ser tornar muito rápido no período de chuva quando a água de escoamento percola rapidamente através do solo e o nível da água subterrânea se aproxima mais da superfície (COGGER, 1988 ; VILLEGAS, 1988). A esse respeito Cho et al. (2.000) afirmam que a chuva facilita o transporte de bactérias patogênicas, que chegam ao solo através da deposição inadequada de resíduos orgânicos no meio rural, até as águas subterrâneas e esses agentes podem sobreviver, nessas águas, colocando em risco a saúde dos consumidores.

Segundo Geldreich (1998) a água de escoamento superficial, durante o período de chuva é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água. A precipitação tem um efeito determinante na contaminação de águas subterrâneas por microrganismos, promovendo a penetração destes no solo pela ação

de arraste provocado pela água da chuva. A esse respeito, Gonzalez et al. (1982), em estudo realizado no México, verificaram que a presença de coliformes nas amostras de água obtidas nos mananciais estudados e nos domicílios tiveram relação direta com a presença de chuva, devido ao arraste de excretas humanas e animais e que a ausência de tratamento favoreceu o alto nível de contaminação encontrado.

Lindskog & Lindskog (1988) verificaram que durante o período de chuva houve uma deterioração na qualidade microbiológica da água dos poços e minas estudados, sendo que a água dos poços foram as mais afetadas. Os autores verificaram, ainda, que durante a distribuição ocorreram aumentos nas contaminações das águas. A esse respeito, Genthe et al. (1997) também verificaram significativa deterioração da qualidade microbiológica da água após sua captação, pois a água colhida no ponto de uso apresentou elevação nos níveis de microrganismos indicadores. Barraclough et al. (1988) em estudo realizado em água de poços, no Reino Unido, verificaram a maior porcentagem (62,0%) das amostras fora do padrão de potabilidade no período da chuva.

Guillemin et al. (1991), estudando 66 poços perfurados na região de Sebba, oeste da África, durante a estação seca, observaram que 9 deles (11,8%) continham águas contaminadas por coliformes fecais, e que ao final da estação chuvosa, 16 poços perfurados (21,0%) encontravam-se contaminados por esses microrganismos. Charriere (1994), em estudo visando o monitoramento da qualidade microbiológica de fontes de água de bebida, verificaram que em águas que receberam pesadas chuvas com afluência de material suspenso e microrganismos, das 813 amostras analisadas, 92,1% estavam contaminadas por indicadores de poluição fecal e entre estas 95,0% continham coliformes fecais termotolerantes, sendo na maioria dos casos *Escherichia coli*.

A evidência da importância da contaminação da água por resíduos provenientes do meio rural pode ser observada no trabalho realizado na Inglaterra e País de Gales por Seager et al. (1992), que verificaram no ano de 1988 a ocorrência de 4.114 incidentes de poluição de água causada por águas residuárias de propriedades rurais.

No ano de 1989, esse número foi de 2.889 ocorrências, sendo explicada essa diminuição pela pequena quantidade de chuva no período.

Craun (1991) relata que o uso de água subterrânea contaminada, não tratada ou inadequadamente desinfetada foi responsável por 44,0% dos surtos de doenças de veiculação hídrica durante o período de 1981 a 1988, nos Estados Unidos.

Galbraith et al. (1987) citam que de 1937 a 1986, no Reino Unido, 43,0% dos surtos de doenças veiculadas pela água foram em decorrência da ingestão de água oriunda de fontes privadas, afetando em torno de 2.000 pessoas. Embil et al. (1984) e Dennis et al. (1993) verificaram na Nova Escócia e Inglaterra relações positivas entre consumo de água oriunda de poços e a prevalência de giardíase e parasitismo por *Ascaris lumbricoides*, respectivamente, enquanto Bergeisen et al. (1985) relacionaram a ocorrência de surto de hepatite A, nos Estados Unidos, com o consumo de água de minas não tratadas.

Deve-se ressaltar que o risco de aquisição e a gravidade de enfermidades de veiculação hídrica podem aumentar quando enfocamos parcelas da população que apresentam maior susceptibilidade como jovens, idosos, mulheres grávidas e imunossuprimidos. Moore et al. (1994), em estudo realizado nos Estados Unidos, verificaram que nos surtos de doenças de veiculação hídrica ocorridos em 1991-1992, os coliformes estavam presentes em 88,0% das amostras. Dos 34 surtos ocorridos nesse período, 26 (76,0%) foram causados por água oriunda de poços, em 12 (46,0%) a água não era tratada e em 23 (67,6%) a água envolvida era oriunda de poços particulares.

A contaminação de águas subterrâneas por bactérias indicadoras de poluição fecal tem sido verificada em diversos países o que evidencia a qualidade inadequada dessas águas, independente da localização das fontes.

Amaral et al. (1994), analisando amostras de água de poços rasos, localizados na zona urbana do município de Jaboticabal/SP, encontraram 92,1% das amostras fora dos padrões microbiológicos de potabilidade para consumo humano.

Amaral et al. (2.000) em estudo realizado em propriedades suinícolas, situadas na região nordeste do Estado de São Paulo, verificaram que 62,5 % das amostras das

fontes de abastecimento estavam fora dos padrões de potabilidade humana em decorrência da presença de coliformes totais e coliformes fecais nas amostras analisadas.

Arnade (1999) estudou a contaminação da água subterrânea por coliformes em quatro regiões de Palm Bay, Flórida (EUA). Nesse trabalho foram comparadas às concentrações de coliformes durante as estações seca e chuvosa, através da monitoração por poços. As concentrações de coliformes durante a estação chuvosa, foram praticamente duas vezes maiores do que as encontradas na estação seca em todas as quatro regiões.

A presença de bactérias heterotróficas mesófilas é indicadora da qualidade bacteriológica da água (TRYLAND & FIKSDAL, 1998) e deve-se considerar ainda que a água com elevados números de microrganismos mesófilos pode apresentar a contaminação por bactérias do grupo coliforme subestimada (LeCHEVALLIER & McFETERS, 1985), e sendo essas bactérias os indicadores de poluição fecal da água mais utilizados em todo o mundo, pode-se denotar a importância desse fato.

Outro indicador da qualidade microbiológica da água é a presença de Clostrídios Sulfito-Redutores. Sua presença é indicador de contaminação de origem fecal de natureza remota ou intermitente devido aos longos períodos de permanência e às condições de sobrevivência de seus esporos. O grupo dos Clostrídios anaeróbios, esporulados, e redutores de sulfito, é um grupo relativamente homogêneo, resistente a depuração natural e ao cloro. E possui uma espécie de grande interesse como indicadora de poluição fecal. É um organismo em forma de bastonete, anaeróbio, habitante do trato intestinal do ser humano e de animais. Representa cerca de 95% dos organismos anaeróbios, redutores de sulfito, presentes nas fezes e em águas residuais, em menor número que os enterococos e os coliformes (LOPES, et al., 2005).

Outro problema que vem afetando a qualidade da água em todo mundo é a presença de substâncias químicas nocivas ao homem e aos animais, no meio rural, podemos destacar a presença de nitratos, pois a adubação das culturas com adubos químicos e orgânicos pode levar ao aparecimento desses compostos químicos na água de abastecimento.

Segundo Muhammetoglu (2002), numa área agrícola na Turquia, com área de 6 km por 5 km, foram instalados nove pontos de monitoramento da água subterrânea, onde se avaliou a penetração de fertilizantes e coliformes fecais na água subterrânea e parâmetros físicos do solo. Concluiu-se que as concentrações de compostos químicos aplicados no solo, bem como a qualidade da água de irrigação, determinam o grau de vulnerabilidade da água subterrânea às fontes difusas de contaminação agrícola. Isso demonstra que qualquer tipo de aplicação no solo requer um rigoroso estudo e monitoração de impactos no próprio solo e na água subterrânea.

Segundo o European Chemical Industry Ecology and Toxology Centre (1988) as maiores fontes de nitratos para as águas subterrâneas, no meio rural, são os fertilizantes e o esterco animal aplicados ao solo. Brown (1993) afirma que 75,0% do nitrato encontrado na água provém de práticas agrícolas.

O nitrato é um ânion que promove o crescimento de algas e outras plantas aquáticas nos corpos d'água superficiais, o que afeta a qualidade de água para uso doméstico, recreação e crescimento de peixes. No Brasil, o limite para a concentração de nitratos em águas de consumo humano é $10 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$ (BRASIL, 2004). O nitrato pode ser reduzido a nitrito, que por sua vez oxida o ferro da hemoglobina transformando-o em Fe^{+++} , formando a metahemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio às células. Para a saúde humana, altas taxas de NO_3^- têm efeito vasodilatador/cardiovascular e causar envenenamento em crianças (metahemoglobinemia). Além do que o custo para redução da movimentação, e redução destes ânions em reservatórios de água para consumo humano é elevado (VELOSO, 2006). A contaminação por nitratos se torna evidente em águas subterrâneas em proximidade com áreas utilizadas para agricultura (utilização de pesticidas), queima de combustíveis fósseis, sistemas sépticos ou esterco. Wang (2006) reportou que em pesquisas recentes realizadas na China, foram encontrados altos níveis de nitrato, valor superior a $10 \text{ mg de N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$ (o qual é altamente solúvel em água potável) presentes em água potável, amplamente utilizada para consumo humano no país. Este tipo de contaminação está acarretando sérios problemas em

saúde pública no país, por afetar o crescimento infantil, além de causar hemorragias e sérias complicações renais.

Bouwer et al. (1991) em estudos realizados na Alemanha entre 1984 e 1991 verificaram que a água de 41,0% dos poços rasos e 15,0% dos poços profundos, apresentaram concentrações de nitrato maior que 50 mg/L. Esses autores afirmam que as práticas agrícolas como excesso de fertilizantes e aplicação de adubos orgânicos são responsáveis por essa concentração de nitratos nas águas examinadas. A esse respeito Nagarajah et al. (1988) citam que a presença de nitrato na água de poços está associada à prática agrícola.

Hafner & Lauer (1996), em estudo realizado na Romênia, analisando águas de poços com profundidade que variaram de 8 a 80m encontraram 64,2% das 75 amostras analisadas com teores de nitrato superiores a 50 mg/L. Enquanto nos EUA, Richards et al. (1996) verificaram que 3,4% das 35.000 amostras de água oriundas de poços, de cinco estados americanos excederam os padrões de nitrato para água potável.

Pelley (2006) reportou que nos EUA uma equipe médica conduziu um experimento com crocodilos e encontraram que valores de nitrato consideráveis atuam como perturbadores endócrinos. Ou seja, dos animais avaliados, que viviam em locais com alta concentração de nitrato dissolvido na água, a síntese de testosterona foi alterada, bem como a regulação de outros fatores hormonais. Segundo o autor ao se fazer uma analogia com o ser humano, correlacionaram o fato de que, em regiões onde o consumo de água possa sofrer este tipo de contaminação, certamente a saúde humana poderá ser afetada, e ocorrerá uma considerável alteração hormonal no homem, além dos problemas supracitados.

A amônia é outro composto de nitrogênio, que se encontra em diferente estado de oxidação em relação ao nitrato. A amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. Entretanto, a ocorrência de concentrações elevadas pode ser resultante de fontes de poluição próximas, bem como da redução de nitrato por bactérias ou por íons ferrosos presentes no solo (BATALHA et al., 1993; FORMAGGIA et al, 1996; SOCIETY

FOR WATER TREATMENT AND EXAMINATION, 1970). A presença da amônia produz efeito significativo no processo de desinfecção da água pelo cloro, através da formação de cloraminas, que possuem baixo poder bactericida (BATALHA et al., 1993).

O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (dentre elas destaca-se a amônia, contaminante físico-químico, que em excesso pode acarretar prejuízos à saúde do consumidor) (SILVA & ARAÚJO, 2007).

Excetuando-se as águas que circulam em aquíferos cársticos-fissurais ou em poços mal desenvolvidos com produção de argila, silte e areias, as águas subterrâneas não possuem sólidos em suspensão (Feitosa & Manuel Filho, 1997). As amostras recolhidas em poços no município de Alagoinhas, na Bahia, em 2007 apresentaram, sem exceção, sólidos em suspensão em concentrações consideradas elevadas para águas subterrâneas, principalmente os poços localizados sobre depósitos de lixo. E o cloreto, foi considerado contaminante com valores excedidos em expressividade, devido à localização dos poços no presente trabalho (PEREIRA & LIMA, 2007).

Os procedimentos utilizados nos pontos de colheita (poços) foram: as amostras foram colhidas de maneira asséptica, diretamente do poço, em ponto anterior à chegada ao reservatório de armazenamento, preenchendo-se o frasco até 2/3 do volume, através de bomba de sucção. Após desprezar-se 1/3 da amostra, seguiu-se o recomendado para acondicionamento. Todas as amostras foram colhidas deixando-se escoar a água por 5 minutos e foram armazenadas assepticamente em frascos de vidro de 500 mL esterilizados conforme recomendação de Bischofberger et al., (1990).



Figura 2. Colheita de água do poço

As amostras, acondicionadas em caixa isotérmica contendo cubos de gelo, foram conduzidas ao Laboratório de Alimentos de Origem Animal e Água localizado no Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Estas foram processadas dentro de um período de 24h após a colheita.

3.2 Determinação do número mais provável (NMP) de Coliformes Totais e *Escherichia coli* (APHA, 1992).

Para utilização de método do substrato cromogênico, foram transferidos 100 mL de amostra para frasco de vidro estéril de 250 mL e adicionado o meio Colilert (Idexx). Após agitação e completa dissolução, a mistura foi transferida para cartela Quanti-Tray/2000, selada logo após em seladora Quanti-Tray.

Após incubação das cartelas a 35°C por 24 horas, para determinação do NMP de coliformes totais, foram contadas as concavidades que desenvolverem coloração amarela e consultando a tabela de Número Mais Provável (NMP), sendo os resultados expressos em NMP (100 mL⁻¹).

A exposição da mesma cartela à luz ultravioleta de 365 nm possibilitou a contagem de concavidades com fluorescência produzida por *Escherichia coli* quando se utiliza β -gluconidase para metabolizar MUG (4 metil umberliferil β -d- glucoronídeo), que foram expressas após consultada a tabela de Número Mais Provável como NMP (100 mL⁻¹).

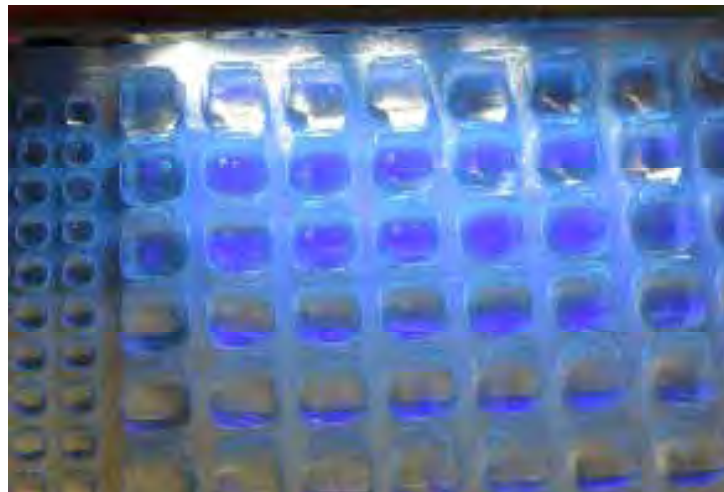


Figura 3. Incubação em Cartela Quanti-Tray/2000 e contagem sob fluorescência.

3.3 Determinação do número de microorganismos mesófilos (APHA, 1992)

Para a realização das contagens de microrganismos mesófilos e com incubação a 35°C por 48 horas, 1,0 mL da amostra e de suas diluições decimais foram depositados, em duplicata, em placas de Petri esterilizadas, às quais foram adicionados cerca de 15 mL de ágar padrão para contagem previamente fundido e resfriado até a temperatura em torno de 45°C. Após a homogeneização e solidificação, em temperatura ambiente, as placas foram incubadas a 35°C por 48 horas, respectivamente.



Figura 4. Amostras acondicionadas em ágar padrão para incubação.

As contagens foram realizadas em aparelho apropriado, sendo utilizadas as placas que apresentarem entre 25 e 250 colônias. A média do número de colônias contadas nas placas em duplicata, multiplicada pelo fator de diluição correspondente, expressou o número de microrganismos por mL da amostra.

3.4 Clostrídios Sulfito Redutores (SARTORY et al., 1998)

Para a contagem de clostrídios sulfito redutores utilizou-se o método desenvolvido por Sartory et al. (1998), realizada a partir de volumes de 100 mL de cada amostra de água, filtrada através do emprego de um aparelho de filtração Millipore contendo membranas filtrantes com porosidade 0,45 μm .

Depois da filtração, as membranas foram transferidas para placas de Petri contendo meio SPS preparado com Ágar Base Perfringens de acordo com as instruções do fabricante. As placas foram incubadas em jarra de anaerobiose contendo Anaerobac (Probac), para geração do ambiente adequado. Utilizou-se a temperatura de 35°C por 24 horas. As colônias negras foram contadas como Unidades Formadoras de Colônias (100 mL⁻¹) da amostra.



Figura 5. Incubação de placas em anaerobiose para posterior contagem.

3.5 Nitrato

A determinação do teor de nitratos foi realizada pelo método de redução por cádmio (APHA, 1992) com adaptação citada pelo HACH COMPANY MANUAL (s.d.) em que o volume de 25 mL da amostra foi medido diretamente na cubeta e adicionou-se NitraVer 5 Nitrate Reagent Powder Pillow (Hach) seguido de agitação durante 1 minuto.

Depois da mistura permanecer em repouso por 5 minutos, o branco (amostra sem adição de reagente) foi utilizado para zerar o espectrofotômetro. Em seguida, foi feita a leitura da amostra expressa em mg de nitrogênio na forma de nitrato por litro de amostra ($\text{mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$).

3.6 Cloreto (HACH, s. d. ¹)

O volume de 25 mL da amostra foi medido na cubeta onde foi adicionado 2,0 mL de solução Mercuric Thiocyanate (Hach). Depois da agitação, foi adicionado 1,0 mL de solução Ferric Ion (Hach) a cada cubeta contendo amostra, seguido de agitação. O tiocianato de mercúrio deveria reagir com os íons cloreto presente na amostra formando cloreto de mercúrio e liberando o íon tiocianato. O íon tiocianato reagiu com os íons férricos para formar o complexo tiocianato férrico de coloração alaranjada proporcional à concentração de cloretos. Depois de 2 minutos a leitura da intensidade da cor foi feita em 455 nm no programa 70 do Spectrophotometer Dr/2000 (Hach), tendo como branco, água destilada com os reagentes. Os resultados foram expressos em mg Cl.L^{-1} .

3.7 Amônia (HACH, s. d. ²)

O volume de 25 mL da amostra foi medido em uma proveta graduada onde foram adicionadas 3 gotas de Mineral Stabilizer (Hach). Depois da agitação foram

¹ Adaptado de Zall et. al., **Analytical Chemistry**, v.28, n.11., p.1665, 1956.

² Adaptação do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

adicionadas 3 gotas de Polyvinyl Alcohol Dispersing Agent (Hach). Novamente foi agitado e adicionado 1,0 mL de Nessler Reagent. A coloração amarela formada pela reação de íons amônio com reagente de Nessler é proporcional à concentração de íons amônio, cuja intensidade foi quantificada em 425 nm no programa 380 do Spectrophotometer Dr/2000 (Hach), tendo como branco, água destilada com os reagentes. Os resultados foram expressos em $\text{mg N-NH}_3\text{.L}^{-1}$.

3.8 Cor aparente (HACH, s. d.³) e pH

Foram adicionados 25 mL de amostra diretamente na cubeta, cuja absorbância foi medida em 455 nm no programa 120 do *Spectrophotometer* Dr/2000 (Hach), tendo como branco a água destilada. Os resultados foram expressos em unidades de cor PtCo (1 ppm de PtCo = 1 Hazen).

As medidas de pH foram realizadas por medição direta em pHmetro, modelo 310, marca Orion.

4. Análise estatística dos resultados

Foi realizado o teste do Qui-quadrado para comparação das propriedades da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, que estavam dentro e fora dos padrões de potabilidade da água, nos ambientes rural e urbano, nos períodos de estiagem e chuvas (STEEL & TORRIE, 1960).

A influência dos fatores de proteção dos poços foi determinada sobre a qualidade microbiológica da água por meio do cálculo do Risco Relativo para o fator de proteção com intervalo de confiança de 95% (SCHWABE et al., 1977).

Para calcular o Risco Relativo contou-se o número de amostras de água que estavam fora e dentro dos padrões microbiológicos de potabilidade humana segundo a Portaria nº 518 (BRASIL, 2004), associando esses resultados com atividade

³ Adaptado do *Standard Methods for the Water and Wastewater*.

antropogênica e ausência do fator de proteção nos poços. O cálculo de cada Risco Relativo foi feito após a montagem de tabelas como o exemplo:

Fator \ Amostras	Nº de amostras fora do padrão	Nº de amostras dentro do padrão
Fator Ausente	a	b
Fator Presente	c	d

$$\text{Risco Relativo (RR)} = \frac{a/(a+b)}{c/(c+d)}$$

Cálculo do Intervalo de Confiança de 95%

- Cálculo do Risco Relativo: **RR**
- Cálculo do logaritmo neperiano ($\log_e$) de $RR = Y$

- Erro Padrão (**EP**) = $\sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{c} - \frac{1}{a+b} - \frac{1}{c+d}}$

- $Y \pm 1,96. EP \left\{ \begin{array}{l} Y - 1,96. EP = \mathbf{N} \\ Y + 1,96. EP = \mathbf{M} \end{array} \right.$

- Intervalo de Confiança:

Antilog_e de **N** e **M**

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aplicação do questionário

Às propriedades visitadas foi aplicado um questionário aos moradores, sob forma de entrevista, e obtiveram-se as seguintes informações sobre parâmetros que auxiliam no monitoramento da qualidade da água do local em questão.

A entrevista é bastante adequada para obtenção de informações acerca do que as pessoas sabem, crêem, esperam, pretendem fazer, fazem ou fizeram, bem como acerca das suas explicações ou razões a respeito de coisas precedentes (GIL, 2007). Além disto, não necessita o entrevistado saber ler ou escrever, e sim como se expressa diante do questionamento.

A Tabela 1 apresenta a utilização das fontes de abastecimento alternativo dentro das propriedades rurais estudadas. Observa-se que em todas as 30 propriedades do meio rural (100%) utilizam-se o poço como fonte de abastecimento alternativo para consumo humano, e 26,7% (8 propriedades) também é utilizada para a irrigação, e 33,3% (10 propriedades) se utilizam destas fontes para consumo animal. Com relação ao meio urbano, todas as propriedades que disponibilizam da água de poços como fonte de abastecimento alternativo, em 100% delas (30 propriedades) o uso é para abastecimento humano.

Fato semelhante aconteceu nos Estados Unidos onde segundo SWOROBUCK (1987) quase 100% das fontes privadas são de águas de lençóis subterrâneos. No meio rural, as águas subterrâneas apresentam características atrativas para o consumidor, visto que há pequenas ou insignificantes alterações na cor da mesma no período de chuvas. Somado a isto, o fato de que mesmo em períodos de estiagem o volume das águas garante a constância no abastecimento. Apesar de se encontrarem no subsolo, e por isso teoricamente mais protegidos de contaminação, a água subterrânea foi

responsável por, no período de 1971 a 1979, 50% de surtos relacionados a ocorrência de doenças de veiculação hídrica (SWORBUCK, 1987). LACK (1999) afirmam que de 1986 a 1996, em 18 países da Europa, 56% dos surtos de doenças de veiculação hídrica ocorreram devido a ingestão de água subterrânea de fontes situadas no meio rural. Depreende-se, portanto, que a água consumida no meio rural, na grande maioria advinda de lençóis subterrâneos, e consumida sem nenhum tratamento, representa considerável risco à saúde do consumidor em várias partes do mundo. O mesmo dificilmente ocorre no meio urbano, uma vez que uma menor parcela da população utiliza água de fontes subterrâneas para abastecimento, e quando o fazem, procuram utilizar algum tipo de tratamento. Para Hoffmann et al. (1994), no Brasil a proteção das águas subterrâneas tem sido negligenciada, apesar de sua grande importância do ponto de vista econômico e estratégico, sendo, portanto necessária uma maior proteção contra as diversas fontes de contaminação das mesmas.

Tabela 1. Utilização de poços como fonte de abastecimento alternativo em propriedades rurais e urbanas, da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.

Propriedades	Humano (%)	Irrigação (%)	Animal (%)
Rural	100	26,7	33,3
Urbano	100	0	0

Ainda assim, encontra-se ainda pouca informação na literatura, sobre dados que evidenciem a participação deste tipo de abastecimento na ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica, a fim de que se pudesse dar maior importância a esse problema, datado de longa data, e evidenciado por Cruz (1892), quando de sua tese de doutoramento: “para a veiculação de doenças da água devem ser dirigidas as vistas daqueles que zelam pela saúde pública”.

A quase totalidade das propriedades estudadas no meio rural possuía a fossa negra (78%) e apesar do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (SÃO PAULO, 2007) incentivar a construção de fossas sépticas nas propriedades onde tal prática é benéfica, nenhum dos produtores visitados, quando questionados, se interessou pela mudança de sistema. Esses dados revelam um quadro de risco de

contaminação da água preocupante, quando constatamos que a origem da água utilizada nas residências são poços. Quanto ao meio urbano, este problema não era visualizado já que todas as propriedades possuíam esgoto encanado e água tratada.

A caracterização dos fatores de proteção dos poços evidenciou que 100% das propriedades utilizam tampa como um fator de proteção, bem como todos os 30 poços apresentavam revestimento interno como uma característica a mais com relação a este quesito. Já em 18 propriedades (60%) encontrou-se uma parede construída acima do solo a fim de desviar a água da chuva ou aquela que porventura carresse algum tipo de contaminante (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização da presença dos fatores de proteção nas fontes de abastecimento (poços) nas propriedades estudadas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.

Propriedades	Tampa (%)	Revestimento Interno (%)	Parede (%)
Rural	100	60	100
Urbano	100	100	100

No meio urbano, todas as 30 propriedades (100%) tinham poço com presença de tampa, revestimento interno, e proteção ao redor (calçada ou parede) construídos acima do solo. Segundo Kravitz et al. (1999), a proteção das fontes de abastecimento alternativo pode preservar a qualidade da água, principalmente, no meio rural, onde a desinfecção não é realizada. A ausência destes fatores de proteção em uma grande parcela das propriedades analisadas é preocupante, já que em muitas ocorre uma limitação do poder filtrante do solo, expondo as fontes à contaminação de qualquer natureza. Para Stukel et al. (1990), esse risco no meio rural é alto, principalmente pela possibilidade de contaminação bacteriana dessas águas que são captadas em poços, na maioria das vezes velhos, inadequadamente vedados, e próximos às fontes de contaminação como fossas sépticas e áreas de pastagens animais. No meio urbano, esta ocorrência já é mais rara, visto que a grande maioria dos poços, apresenta além dos fatores de proteção analisados, sendo em sua totalidade de 100%, algum tipo de tratamento para a água (adotar o sistema de cloração, por exemplo), e muito raramente

alguma fonte de contaminação. Havia tratamento e encanamento dos efluentes domésticos, não se descartava lixo doméstico em sua proximidade, e não havia atividade de criação animal, com descarte de seus dejetos próximos ou na localidade.

Considera-se ainda que todas as propriedades estudadas, do meio rural e urbano, faziam a sucção da água por bomba, o que dificulta a ocorrência de contaminação por agentes externos tanto na ocasião do consumo, quanto para colheita e posterior análise.

Os entrevistados das propriedades do meio rural, quando questionados a respeito da qualidade da água da propriedade ser de melhor qualidade que a do meio urbano, 17 (63,3%) deles responderam que a consideravam boa, e 13 (36,7%) a consideravam ótima, e todos 30 (100%), responderam que a água utilizada era melhor que a da cidade. Amaral (2001), que ao entrevistar 30 produtores de propriedades leiteiras do nordeste do estado de São Paulo, a respeito da qualidade da água utilizada para consumo humano, encontrou a mesma percentagem (100%).

No meio urbano, todos os entrevistados consideraram a água advinda da fonte de abastecimento alternativo em sua propriedade de ótima qualidade, fato este que inviabilizou a construção de uma nova tabela. Uma vez que já se encontravam no meio urbano, a questão sobre a qualidade da água ser de melhor qualidade que a do meio urbano, se fez desnecessária. Este fato pôde justificar a ausência de qualquer tratamento da água de bebida, inclusive o pequeno número de propriedades com filtro. Este comportamento segundo Seoane (1988) está relacionado com consumo de água das fontes por longo período sem problemas evidentes, somado a característica estética da água que dá ao consumidor a sensação de pureza da mesma. Estes fatos podem tornar-se barreiras negativas para que as pessoas que consomem essa água possam agregar algum juízo de valor no sentido de tratá-la, pelo menos com um processo de desinfecção, o que com certeza minimizaria muito o risco de veiculação de enfermidades.

Com relação ao questionamento sobre o fato da água transmitir alguma doença aos seres humanos e animais, nas propriedades do meio rural, 9 (30%) entrevistados desconheciam esta realidade, e 8 (26,7%) dos entrevistados conseguiram associar a

qualidade da água e veiculação de doenças hídricas para os animais, ao passo que para o ser humano possuíam total desconhecimento. No meio urbano obteve-se uma pequena diferença com relação ao conhecimento deste quesito. Dos 30 entrevistados, 24 (80%) consideravam existir alguma relação entre a qualidade da água e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, e a mesma porcentagem também acredita nesta ocorrência em animais.

De acordo com o exposto acima é visível a necessidade de uma maior atenção ao meio rural, uma vez que a precariedade de conhecimento e noções em saúde pública leva há um aumento no consumo de água com possível contaminação. Este fato se torna preocupante, uma vez que se sabe que esta é um veículo de transmissão de doenças de veiculação hídrica. E aliada à falta de qualquer tipo de tratamento (um bom exemplo seria cloração) que possa promover tal desinfecção, tornam esta parcela da população mais susceptível a aquisição e perpetuação destes tipos de enfermidades.

Quando perguntados a respeito do uso de algum tratamento da água utilizada para abastecimento, e se fazem uso de filtro domiciliar na água destinada ao consumo humano, no meio rural, 11 (36,7%) entrevistados responderam que sim, sendo que 7 (23,3%) deles disseram fazer somente uma lavagem do reservatório, e 3 (10%) uso de cloração, ao passo que 26 (86,7%) entrevistados no meio urbano usavam o sistema de cloração como desinfecção da água. E com relação ao uso de filtro, em 15 (50%) propriedades do meio rural ele é utilizado, ao passo que no meio urbano, todos os 30 (100%) utilizavam filtro na água de consumo humano (tabela 3).

Tabela 3. Uso de filtro domiciliar e tratamento da água (cloração) de poços em propriedades do meio rural e urbano, da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.

Propriedades	Uso de filtro domiciliar (%)	Tratamento da água (%)
Rural	50	36,7
Urbano	100	86,7

Por fim, 25 (83,3%) entrevistados do meio rural relatam fazer a lavagem e desinfecção do reservatório de água, e 13 (43,3%) deles já havia realizado a análise da qualidade da água na propriedade. E no meio urbano, 26 (86,7%) entrevistados relataram fazer a lavagem e desinfecção do reservatório na propriedade.

Os resultados evidenciados nos três últimos parágrafos refletem a situação experimentada na área do estudo. No meio urbano observa-se esforços das autoridades em implementar ações que visem fornecer à população uma água de boa qualidade, enquanto no meio rural estas ações praticamente inexistem. Este fato é relevante, pois estas populações estão expostas ao risco de enfermidades veiculadas pela água ao utilizá-la em condições inadequadas ao consumo. E em termos de saúde, deixar para o próprio consumidor o controle da qualidade da água é uma atitude incorreta, já que os seus conhecimentos a respeito dos riscos que a água pode oferecer à saúde praticamente inexistem.

5.2 Análises Microbiológicas

De acordo com Cetesb (2003), a poluição das águas tem diversas fontes, dentre as quais se destacam: efluentes domésticos, efluentes industriais, carga difusa e agrícola. Estas fontes são associadas ao tipo de uso e ocupação do solo. Além destas fontes pontuais existe ainda o deflúvio superficial urbano e agrícola, os quais consistem em fontes difusas. O deflúvio superficial urbano contém todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Já o deflúvio superficial agrícola apresenta características diferentes e de acordo com a prática agrícola utilizada em cada região. Depende também da época do ano em que se prepara o terreno para o plantio, aplicação de fertilizantes, defensivos e a colheita.

Diversos autores verificaram altas porcentagens de amostras de água subterrâneas fora dos padrões de potabilidade. SWOROBUCK et al. (1987) em pesquisa realizada nos Estados Unidos, verificaram a ocorrência de 66,5% das fontes subterrâneas com água fora dos padrões de potabilidade, enquanto que FALCÃO et

al.(1993) em trabalho realizado em Araraquara / SP, observaram que 50,0% das minas e 44,5% dos poços estavam com suas águas fora dos padrões de potabilidade humana.

O tratamento da água de bebida nas propriedades estudadas diminuiria a contaminação microbiológica encontrada. Nas Tabelas 4 e 5 os números de amostras de água fora dos padrões para coliformes totais e *E.coli* (ausência em 100 mL) no período de chuva aumentam principalmente no meio rural.

Tabela 4. Número de amostras da água das propriedades dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para Número Mais Provável de Coliformes Totais na Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.

Ambiente	ESTIAGEM		CHUVAS	
	DP	FP	DP	FP
Urbano	19	11	15	15
Rural	02	27	0	29

De acordo com o Teste do X^2 (Qui-quadrado) para o NMP de Coliformes Totais, observou-se uma dependência dos padrões de potabilidade, com o ambiente rural e urbano, na época das chuvas e secas ($p < 0,01$). Assim os consumidores do meio rural teriam maior chance de ingerir água contaminada por esse grupo de bactérias quando comparados com os consumidores do meio urbano.

Na tabela 5 têm-se os números de amostras de água de propriedades rurais e urbanas dentro e fora dos padrões de potabilidade para o NMP de *E.coli*.

Tabela 5. Número de amostras de água das propriedades dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para o NMP de *E.coli* na Microbacia Hidrográfica de Córrego Rico, 2007.

Ambiente	ESTIAGEM		CHUVAS	
	DP	FP	DP	FP
Urbano	30	0	28	02
Rural	14	15	14	15

Na época de estiagem e chuvas, houve um maior número de propriedades com água fora do padrão para *E.coli* tanto no meio rural como urbano . Segundo o teste do X^2 , na época das chuvas e na estiagem, a ocorrência da característica depende ($p<0,01$) do ambiente (rural e urbano) e do padrão de potabilidade (limites estabelecidos pela Legislação).

Na tabela 6 são apresentados os números de propriedades rurais e urbanas, com amostras de água dentro e fora dos padrões de potabilidade para a contagem padrão de mesófilos.

Tabela 6. Número de propriedades com amostras de água dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para a contagem padrão de mesófilos da Microbacia Hidrográfica de Córrego Rico, 2007.

Ambiente	ESTIAGEM		CHUVAS	
	DP	FP	DP	FP
Urbano	30	0	27	03
Rural	24	05	26	03

Na Tabela 6 observa-se que, a contagem padrão de microrganismos heterotróficos mesófilos, independe o ambiente para as amostras de água das propriedades encontrarem-se dentro ou fora dos padrões de potabilidade, na época das chuvas ($p>0,05$). Ao passo, que na época da estiagem, as águas de poços na zona rural apresentaram um número maior de amostras fora do padrão ($p<0,01$).

Na tabela 7 são apresentados os números de amostras de água propriedades rurais e urbanas, dentro e fora dos padrões de potabilidade para Unidades Formadoras de Colônias de Clostrídios, considerando dentro do padrão a ausência de UFC por 100 mL de água.

Tabela 7. Número de propriedades com amostras de água dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para Unidades Formadoras de Colônias de Clostrídios da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.

Ambiente	ESTIAGEM		CHUVAS	
	DP	FP	DP	FP
Urbano	20	10	06	24
Rural	16	13	03	26

Verificou-se que as amostras de água no meio rural apresentaram-se em maior número fora dos padrões, tanto nos períodos de estiagem e chuvas, se comparadas com o urbano.

Esta constatação está relacionada com o escoamento de águas superficiais, que entram em contato com ambiente contaminado em direção às fontes, mostrando a susceptibilidade à contaminação destas no período de chuvas, devido a rápida percolação dos microrganismos em direção à água subterrânea, aliado ao fato de que o nível da água durante este período, aproxima-se da superfície do solo, diminuindo sua capacidade filtrante (COGGER, 1988; VILLEGAS, 1988). Para Amaral (2001), é importante realizar análises microbiológicas tanto durante o período de chuva como no período de seca para se conhecer a qualidade higiênico-sanitária da água. O mesmo autor afirma que a água de escoamento superficial durante o período de chuva é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água.

GONZALEZ et al. (1982), em estudo realizado no México, verificaram que a presença de coliformes fecais nas águas de mananciais e nas colhidas nos domicílios tiveram uma relação direta com o período de chuva, devido ao arraste de excretas humanas e animais associado à ausência de tratamento, situação bastante parecida com a encontrada no presente estudo. CHARRIERE et al. (1994) verificaram que 87,0% das 813 amostras de água de consumo humano analisadas estavam contaminadas por coliformes fecais, relacionando esse fato a ocorrência de chuva, carreando material suspenso e microrganismos para as fontes. Essa afirmação está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, principalmente devido ao fato de que a *Escherichia coli* foi o microrganismo que nas amostras de água dos poços, rurais e

urbanos, indica a importância da chuva no arraste de matéria fecal que por infiltração chega às águas subterrâneas. E em ambientes rurais que possuem pouco ou nenhum tratamento para a água de abastecimento, este problema se evidencia e constitui em argumento para a tomada de iniciativas que visem promover melhoria na qualidade desta água.

A determinação dos números de bactérias do grupo coliforme assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (CETESB, 2004).

A tabela 8 apresenta os valores do número mais provável de Coliformes Totais por 100 mL (NMP/100 mL) de amostra, nos períodos de estiagem e chuvas, dos poços das propriedades rurais e urbanas da microbacia hidrográfica do Córrego Rico. A propriedade 11 do meio rural não foi considerada na análise e interpretação dos resultados devido impossibilidade de colheita de amostra no período de chuvas.

Tabela 8. Número mais provável $[(\log x+1)]$ de Coliformes Totais (NMP/ 100ML) na água dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	2,110	0,000*	2,490	0,000*
2	2,840	1,450	2,440	1,592
3	3,110	1,190	1,620	1,316
4	1,890	2,265	2,270	2,277
5	1,560	0,000*	2,790	0,000*
6	2,080	1,041	0,860	1,041
7	1,920	0,000*	1,490	0,000*
8	0,000*	0,000*	0,710	0,000*
9	2,400	0,000*	2,080	0,000*
10	3,490	0,000*	3,190	0,000*
11		0,000*		0,982
12	3,560	0,477	3,110	1,117
13	3,320	0,000*	3,890	0,613
14	1,320	1,820	0,790	1,965
15	2,190	0,000*	1,700	1,465
16	0,000*	0,000*	0,610	0,000*
17	1,160	0,000*	2,310	0,000*
18	3,240	0,000*	2,320	0,000*
19	1,260	1,021	2,170	1,188
20	1,260	0,000*	1,960	0,000*
21	3,380	0,000*	1,080	0,000*
22	1,970	0,000*	2,330	0,000*
23	4,050	1,041	3,240	1,225
24	2,260	0,000*	2,100	0,982
25	3,080	1,041	3,380	1,097
26	0,790	0,000*	1,390	0,000*
27	2,840	0,000*	2,490	0,000*
28	3,110	1,265	2,940	1,303
29	0,610	0,000*	0,300	0,000*
30	1,190	0,792	3,050	1,199

* Amostras de acordo com Legislação.

De acordo com os resultados expressos na tabela 8, pode-se notar que no período de estiagem 2 propriedades (6,9%) do meio rural, possuíam a água dos poços de acordo com os padrões estabelecidos pela Portaria nº 518 (BRASIL, 2004), considerando a ausência desse grupo de bactérias por 100 mL de água (como se fosse saída da estação de tratamento). Ao passo que 27 delas (93,10%) encontravam-se fora dos padrões estabelecidos pela Legislação. No período de chuvas, das 29

propriedades analisadas, todas (100%), encontravam-se fora dos padrões estabelecidos.

No meio urbano, dos 30 poços analisados, no período de estiagem, 18 propriedades (60%) detinham a análise da qualidade da água em acordo com os padrões estabelecidos, ao passo que em 12 delas (40%), estes padrões encontravam-se em desacordo com a Legislação. Com relação ao período de chuvas, 15 propriedades (50%) possuíam as amostras de água em acordo com a Legislação estabelecida para os padrões de potabilidade, em relação ao NMP de Coliformes Totais, e 15 (50%) em desacordo com a Legislação.

Na tabela 9 estão apresentados os valores do número mais provável de *Escherichia coli* por 100 mL (NMP/100 mL) de amostra, nos períodos de estiagem e chuvas, dos poços das propriedades rurais e urbanas da microbacia hidrográfica do Córrego Rico.

De acordo com a Portaria n° 518 (BRASIL, 2004) a água é considerada potável quando há ausência de coliformes termotolerantes ou *E.coli* em 100 mL de amostra. Entre as 29 propriedades estudadas no meio rural, foram consideradas potáveis, nos dois períodos, 10 (34, 50%). Com relação ao ambiente urbano, no período de estiagem, todas as 30 propriedades (100%) demonstraram ausência de coliformes termotolerantes ou *E. coli* em 100 mL de amostra. Já no período de chuvas 2 propriedades (6,7%) apresentavam-se fora dos padrões estabelecidos pela Legislação, enquanto as 28 restantes (93,3%) apresentavam-se dentro dos padrões.

Tabela 9. Número mais provável [(log x+1)] de *Escherichia coli* (NMP/ 100ML) na água dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	0,000*	0,000*	0,480	0,000*
2	0,710	0,000*	0,300	0,000*
3	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
4	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
5	0,300	0,000*	0,300	0,000*
6	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
7	1,080	0,000*	0,000*	0,000*
8	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
9	0,000*	0,000*	0,610	0,000*
10	0,000*	0,000*	0,300	0,000*
11		0,000*		0,000*
12	1,790	0,000*	1,610	0,114
13	2,550	0,000*	2,800	0,000*
14	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
15	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
16	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
17	0,000*	0,000*	0,300	0,000*
18	1,710	0,000*	0,000*	0,000*
19	1,230	0,000*	0,300	0,383
20	0,300	0,000*	0,000*	0,000*
21	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
22	1,030	0,000*	1,510	0,000*
23	1,390	0,000*	1,260	0,000*
24	1,230	0,000*	0,000*	0,000*
25	2,000	0,000*	2,010	0,000*
26	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
27	1,120	0,000*	1,260	0,000*
28	1,230	0,000*	0,000*	0,000*
29	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
30	0,000*	0,000*	0,300	0,000*

*Amostras de acordo com a legislação.

Na figura 6 observa-se a detecção por fluorescência de amostra de água para consumo positiva para a detecção de *E.coli*.

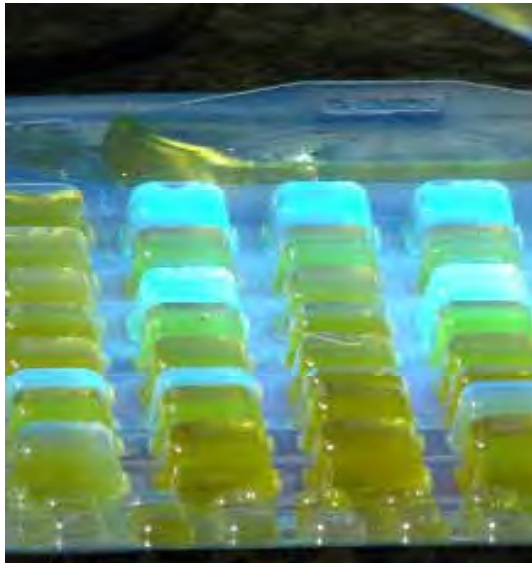


Figura 6. Amostra positiva para *E.coli*

O grau de contaminação das águas é usualmente aferido com base na densidade de organismos indicadores, no pressuposto de que há uma relação semi-quantitativa entre estas e a presença de patogênicos. O indicador mais utilizado para presença de contaminação fecal é a *E. coli* (BASTOS, 2000).

Ainda segundo o mesmo autor, no que diz respeito às fontes de abastecimento para consumo humano (incluindo poços e nascentes), a simples detecção de *E. coli* deve ser interpretada como indicação de contaminação fecal, e portanto, de sua não potabilidade. Já o isolamento de coliformes totais, embora não guarde uma relação exclusiva com recontaminação de origem fecal, serve como indicador da integridade do sistema de distribuição. AMARAL et al (1994) verificaram que 92,1% das amostras da água de poços rasos localizados na zona urbana da cidade de Jaboticabal /SP estavam fora dos padrões de potabilidade humana.

Para Tryland & Fiksdal (1998), a presença de bactérias heterotróficas mesófilas é indicadora da qualidade bacteriológica da água, e a água com elevado número destes microrganismos pode apresentar a contaminação por bactérias do grupo coliforme subestimada (LeCHEVALLIER & McFETERS ,1985), e sendo essas bactérias os indicadores de poluição fecal da água mais utilizados em todo o mundo.

Lamka (1980) e Haas et al. (1983) que observaram um aumento no número de microrganismos mesófilos nos períodos mais quentes dos anos e com ocorrência de chuva. Esse resultado é importante pois, segundo Botzenhart & Langhammer (1986) citados por Spined & Gisin (1990), os microrganismos mesófilos também medem o risco da possível presença de microrganismos patogênicos na água de abastecimento.

A Tabela 10 apresenta os valores $[(\log x + 1)]$ das Unidades Formadoras de Colônia (UFC/mL) de microrganismos heterotróficos mesófilos presentes nas amostras de água dos poços das propriedades rurais e urbana, durante o período de estiagem e chuvas, da microbacia hidrográfica do Córrego Rico. Não foi possível realizar colheita de amostra da propriedade 11 no período de chuvas, portanto não foi realizada análise e demonstração de resultados.

O limite máximo permitido de microrganismos mesófilos ou heterotróficos na água de abastecimento e ponto de consumo humano é de 500 UFC/mL. Dessa forma, foram consideradas amostras em desacordo com os padrões de potabilidade aquelas cujo valor ultrapassou 2,69 $[\log_{10} (x + 1)]$ onde $x = 500$.

Segundo os resultados obtidos, 93,10% (27/29) das amostras dos poços analisados no meio rural, estavam em acordo com a legislação nos dois períodos estudados.

No meio urbano, durante a estiagem, todas as 30 propriedades (100%) apresentavam-se em acordo com a Legislação em relação aos resultados de suas amostras. Já no período de chuvas, 3 propriedades (10%) tiveram seus resultados acima dos valores permitidos pela Legislação para tais amostras.

Tabela 10. Número mais provável [log (x+1)] das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/mL) de microrganismos heterotróficos mesófilos na água dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	1,590*	0,487*	1,220*	1,220*
2	1,830*	0,486*	1,710*	1,710*
3	2,010*	0,313*	1,150*	1,150*
4	1,110*	0,308*	1,150*	1,150*
5	1,800*	0,280*	2,470*	2,470*
6	2,110*	0,429*	0,850*	0,850*
7	1,880*	0,421*	1,880*	1,880*
8	1,530*	0,429*	1,380*	1,380*
9	1,950*	0,258*	2,730	2,730
10	3,200	0,245*	1,790*	1,790*
11		0,401*		1,630*
12	2,060*	0,281*	1,630*	2,680*
13	2,720	0,488*	2,680*	0,600*
14	0,850*	0,417*	0,600*	1,510*
15	1,280*	0,422*	1,510*	1,080*
16	0,300*	0,412*	1,080*	2,700
17	3,060	0,261*	2,700	2,430*
18	3,080	0,400*	2,430*	2,390*
19	1,540*	0,149*	2,390*	1,870*
20	1,180*	0,467*	1,870*	1,640*
21	1,940*	0,309*	1,640*	2,660*
22	1,340*	0,381*	2,660*	1,880*
23	2,230*	0,371*	1,880*	2,110*
24	0,300*	0,394*	2,110*	1,480*
25	0,300*	0,466*	1,480*	0,950*
26	2,590*	0,410*	0,950*	1,840*
27	1,850*	0,359*	1,840*	3,360
28	3,220	0,477*	3,360	1,670*
29	1,730*	0,455*	1,670*	2,050*
30	1,770*	0,477*	2,050*	1,220*

* Amostras de acordo com a Legislação.

A água de escoamento superficial durante o período de chuva é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (SADEH & RAVINA, 2000). Quando se fala sobre contaminação alimentar advinda de águas contaminadas com coliformes termotolerantes, no período de 1995 a 1997, uma avaliação das condições higiênico sanitárias de todas as hortas produtoras de verduras em Ribeirão Preto – SP revelou que das 129 hortas analisadas, 20,1% apresentavam irregularidades, destacando-se elevada concentração de coliformes fecais. E, no

período de julho de 1997 a julho de 1998, do total de 172 pontos de venda analisados, 115 (67%) apresentaram hortaliças com irregularidades (TAKAYANAGUI et al., 2000).

AMARAL et al. (1995) também verificaram a presença de coliformes fecais e números elevados de microrganismos mesófilos em 90,0% das amostras de água utilizada na produção de leite, em propriedades situadas na região nordeste do Estado de São Paulo.

Muitas pessoas estão expostas à água contaminada, e em diferentes pesquisas pode-se visualizar a relação entre a ingestão da água nessas condições e o aparecimento de doenças, como por exemplo, as observações de EMBIL et al.(1984) e DENNIS et al. (1993) que verificaram, na Nova Escócia e Inglaterra, correlações positivas entre consumo de água de poços contaminadas e a prevalência de giardíase e parasitismo por *Ascaris lumbricóides*, enquanto BERGEISEN et al.(1985) , em estudo realizado nos Estados Unidos, relacionaram a ocorrência de hepatite A com o consumo de água de minas não tratadas. Portanto, pode-se verificar que os dois tipos de fontes estudadas na presente pesquisa já foram relacionadas com a ocorrência de enfermidades humanas o que provavelmente deve ocorrer em nosso país, entretanto a ausência de um sistema de vigilância adequado leva a se minimizar o risco dessas fontes à saúde dos consumidores dessas águas.

A Tabela 11 mostra os resultados do número de Unidades Formadoras de Colônias de Clostrídios por 100mL de amostra (UFC/100mL) nas águas dos poços analisados nos períodos de estiagem e chuvas, do meio rural e urbano.

Na figura 7 observa-se a formação em placas de Unidades Formadoras de Colônias de Clostrídios em amostras positivas, e após incubação em anaerobiose.



Figura 7. Amostra positiva para Clostrídio

Os microrganismos pertencentes ao gênero *Clostridium* não possuem menção na Legislação que estabeleça os valores limite permitidos para água de poço destinada ao consumo humano. Este grupo assume relativa importância quando recebe uma abordagem em pesquisas, portanto o que se observa é se existe ou não a presença do mesmo. Ou seja, os valores que não o zero (ausência do mesmo), detectam sua presença na água de consumo em questão. Mesmo assim, sua importância se evidencia quando nos deparamos com o fato de que este gênero indica a presença de um microrganismo que pode levar à ocorrência de doença de veiculação hídrica, quando de seu achado na água que for utilizada para consumo e abastecimento.

Tabela11. Número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC/100mL) de Clostrídios [log (x+1)] na água dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	1,204	0,000
4	0,602	0,000	0,954	0,954
5	1,041	0,000	1,362	1,279
6	0,000	0,000	1,114	0,477
7	0,000	0,000	1,279	0,000
8	0,000	0,000	0,778	0,000
9	1,556	0,000	1,681	1,633
10	0,000	0,000	1,000	0,000
11		0,000		1,380
12	1,771	0,000	1,820	1,477
13	1,491	0,000	1,556	1,556
14	1,708	0,000	1,756	1,839
15	0,000	1,362	0,845	1,041
16	0,000	0,000	0,477	0,954
17	0,000	0,602	0,954	1,146
18	1,826	0,000	1,839	1,415
19	0,000	0,301	0,000	1,839
20	0,000	1,204	0,000	1,398
21	0,000	1,279	0,699	1,114
22	1,146	0,000	1,380	1,146
23	0,000	0,000	0,954	1,771
24	0,000	0,602	1,380	1,204
25	1,176	0,954	1,519	1,362
26	1,431	0,477	1,672	1,568
27	1,519	0,000	1,623	1,663
28	1,114	1,114	1,431	1,230
29	0,000	0,000	0,699	0,954
30	1,771	1,255	1,820	1,079

5.3 Análises físico-químicas

Na tabela 12 verifica-se o número de amostras da água dos poços dentro e fora dos padrões para concentração de nitratos.

Tabela 12. Número de propriedades com amostras de água dentro (DP) e fora (FP) dos padrões de potabilidade para os teores de Nitrato da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, 2007.

Ambiente	ESTIAGEM		CHUVAS	
	DP	FP	DP	FP
Urbano	29	01	28	2
Rural	29	00	29	00

As implicações à saúde que resultam da exposição ao nitrato presente na água de bebida foram relatados pela primeira vez na literatura científica por Comly em 1945, depois da observação de cianose em crianças em Iowa, EUA, onde a água de poços era usada na preparação de medicamentos. Desde então, a maioria dos estudos a respeito dos efeitos à saúde pela ingestão de água com nitratos tem focado nas crianças por elas serem mais vulneráveis a essa exposição. (MANASSARAM et al., 2007).

Na Tabela 13 estão expressos os valores dos teores de nitrato (mg/L N-NO₃) presentes nas amostras de água dos poços das propriedades rurais e urbanas da microbacia do Córrego Rico, durante os períodos de estiagem e chuvas. A propriedade 11 do meio rural não possibilitou análise devido ao fato de não ser possível realizar colheita de amostra no período das chuvas.

Tabela 13. Valores dos teores de Nitrato (mg / L N-NO₃) na água dos poços rurais e urbanos da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, durante os períodos de estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	0,5	0,6	2,6	0,9
2	0,9	0,4	3,0	1,1
3	1,5	1,9	2,0	1,9
4	0,3	2,8	2,1	3,0
5	2,0	2,8	3,0	3,0
6	2,0	14,7*	2,1	14,7*
7	2,0	0,8	2,2	1,2
8	1,6	0,2	3,1	1,5
9	0,7	0,7	1,8	2,4
10	1,5	1,5	2,2	3,1
11		0,5		1,3
12	1,2	0,9	1,8	1,2
13	1,0	1,1	1,8	2,0
14	2,3	1,2	3,9	1,6
15	2,1	1,5	2,1	1,6
16	0,2	4,8	3,4	4,9
17	2,9	0,7	3,1	1,7
18	2,2	0,5	2,5	0,6
19	2,3	1,7	2,6	1,9
20	1,8	8,7	2,0	8,7
21	2,5	8,6	2,6	9,8
22	2,1	0,8	2,4	0,9
23	2,2	1,4	4,9	2,1
24	2,1	0,9	2,1	1,3
25	6,8	1,5	8,7	1,7
26	1,1	0,6	2,1	1,2
27	1,7	0,9	2,2	1,8
28	3,0	4,2	4,0	4,8
29	2,7	8,1	2,8	10,4*
30	2,3	2,5	3,5	3,5

*Amostras fora dos padrões estabelecidos pela Legislação.

A Legislação estabelece o valor de 10 mg/L N-NO₃ limite para indicador de contaminação por este composto. No entanto, no presente estudo, valor maior que 3,0 mg/L de NO₃, já foram considerados como água que sofreram ações antropogênicas . Segundo BOUCHARD et al. (1992) concentrações de N-NO₃ na água superiores a 3,0 mg/L são indicativas de contaminação por atividades antropogênicas, o que com

certeza já serve de alerta para o monitoramento dessas águas. a fim de prevenir uma possível contaminação maior, que colocaria essas águas como de risco para o consumo humano, uma vez que águas com elevados teores de nitrato podem ser nocivas à saúde da população consumidora.

A partir de um total de 29 propriedades rurais analisadas, depreende-se pela observação da Tabela 13, que a água de 9 (nove) delas ultrapassaram o valor de 3,0 mg/L de N-NO₃) nos dois períodos estudados.

Enquanto que no meio urbano, 13 amostras de água apresentaram-se com valores superiores a 3 mg/l em ambos os períodos. Esse aumento nos teores de nitrato das amostras, no período da chuva, nos meios rural e urbano, provavelmente se deve ao arraste pela água da chuva do nitrato oriundo de matéria orgânica, fertilizantes utilizados na agricultura, esgoto doméstico, e formações geológicas contendo compostos nitrogenados solúveis para o lençol de água durante esse período (ADAM, 1980). Resultados semelhantes foram obtidos por PEDRO et al (1988) que também observaram aumento nos teores de nitrato em águas subterrâneas durante a ocorrência de chuva.

O controle da contaminação da água com nitrato deve ser visto como de grande importância, em especial nos locais onde as amostras apresentam valores superiores a 3,0 mg/L, evidenciando uma ação antropogênica favorecendo a contaminação pois, a continuação dessas atividades podem aumentar ainda mais os teores de nitratos nessas águas podendo chegar a serem superiores a 10 mg/L na forma N-NO₃, que são impróprias ao consumo humano (BRASIL, 1990), uma vez que esse nitrato pode ser reduzido a nitrito que oxida o ferro da hemoglobina transformando-o em Fe⁺⁺⁺, transformando-a em metahemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio às células, sendo mais acentuado esse processo em crianças de 0 a 6 meses. Mato (1996) relata a existência de ocorrência de metahemoglobinemia originadas com a ingestão de águas com conteúdos de nitrato inferiores a este valor.

Existe ainda a possibilidade do nitrito se ligar a amins e formar nitrosaminas, que são potencialmente cancerígenas (FIGUEIREDO, 1990). Somando-se a esses fatos vale ressaltar os achados de TSEZOU et al. (1996), em estudo realizado na

Grécia, onde verificaram que crianças expostas a administração crônica de elevadas concentrações de nitrato na água de bebida apresentaram efeitos citogenéticos negativos e de GRANT et al. (1996), que em estudo realizado nos Estados Unidos, verificaram associação entre aborto espontâneo em mulheres que consumiam água de poços contaminadas por nitrato.

Na Tabela 14 são representados os valores das determinações da cor em uH (Unidade Hazen) das amostras de água dos poços rurais e urbanos da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e seca. Não foi possível realizar colheita de amostra de água da propriedade 11 rural, no período de chuvas, portanto sem resultados expressos.

Tabela 14. Valores da determinação da cor (uH) das amostras de água dos poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000
4	2,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	0,000	0,000
8	2,000	0,000	0,000	0,000
9	2,000	0,000	4,000	0,000
10	0,000	0,000		0,000
11		0,000	0,000	0,000
12	3,000	0,000	0,000	0,000
13	1,000	0,000	0,000	0,000
14	3,000	0,000	0,000	0,000
15	3,000	0,000	0,000	0,000
16	0,000	0,000	1,000	0,000
17	0,000	0,000	0,000	0,000
18	2,000	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,000	0,000
20	0,000	0,000	5,000	0,000
21	2,000	0,000	2,000	0,000
22	2,000	0,000	0,000	0,000
23	2,000	0,000	0,000	0,000
24	0,000	0,000	0,000	0,000
25	0,000	0,000	0,000	0,000
26	3,000	0,000	5,000	0,000
27	2,000	0,000	2,000	0,000
28	2,000	0,000	2,000	0,000
29	1,000	0,000	0,000	0,000
30	1,000	0,000	0,000	0,000

Segundo a Portaria nº518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), o valor máximo permitido de cor aparente deve ser igual a 15 uH (Unidade Hazen).

Todas as propriedades, tanto do meio rural, quanto urbano, encontravam-se em acordo com a legislação, nos dois períodos analisados, estiagem e chuvas.

A cor é um parâmetro de ordem estética e é causada pela existência de substâncias coloridas em solução, na grande maioria dos casos, de natureza orgânica.

Na Tabela 15 são apresentados os valores dos teores de Cloretos (mg Cl/ L) nas amostras de água dos poços das propriedades rurais e urbanas, da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, nos períodos de estiagem e chuvas.

Tabela15. Valores dos teores de Cloretos (mg Cl / L) nas amostras de águas dos poços rurais e urbanos da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	0,000	2,000	0,060	0,000
2	0,000	2,500	0,040	0,500
3	0,000	13,100	0,000	0,600
4	0,700	3,000	2,900	1,000
5	1,700	2,000	1,980	1,900
6	1,000	16,100	2,300	0,600
7	0,000	0,000	0,089	1,200
8	3,100	0,000	4,000	3,600
9	1,600	0,500	3,500	1,800
10	0,900	0,000	1,000	1,300
11		0,000		0,800
12	0,700	0,000	4,000	3,500
13	2,500	0,000	3,200	1,900
14	0,000	0,000	3,700	1,600
15	1,500	0,000	3,100	3,000
16	0,000	0,000	2,300	1,800
17	0,000	0,000	0,000	1,700
18	1,400	0,000	2,000	0,600
19	0,000	0,000	0,050	0,000
20	0,000	0,000	0,084	24,500
21	0,000	0,900	2,700	10,000
22	0,500	0,300	2,800	2,000
23	1,500	1,600	2,300	1,900
24	0,000	0,400	1,200	1,500
25	0,000	0,600	1,300	0,700
26	0,060	0,800	3,200	1,000
27	0,600	1,300	2,100	1,800
28	0,800	2,100	2,100	10,100
29	1,400	0,600	1,800	24,500
30	0,000	0,700	1,800	3,200

Os limites estabelecidos para os teores de Cloretos de acordo com a Legislação (Portaria nº 518 do Ministério da Saúde) são de até 250mg/L de amostra (BRASIL, 2004). A partir dos resultados expressos, pode-se inferir que todas as propriedades, tanto do meio rural quanto urbano, possuíam, nos dois períodos analisados, estiagem e chuvas, amostras de água dos poços, de acordo com a Legislação.

O cloreto é um ânion que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, efluentes industriais, e regiões costeiras. Segundo a Portaria 1469 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), a concentração de cloreto em águas de

abastecimento constitui-se em padrões de potabilidade. As altas concentrações de íon cloreto é indicador de contaminação da água com águas residuárias, quando sua utilização para fins de abastecimento convencionais ou alternativos (poços).

O cloreto é considerado um ânion inerte ou conservativo que não participa das reações físico-químicas com material do aquífero. Pereira & Lima (2007) encontraram valores deste ânion bem acima do limite estabelecido pela Legislação, em trabalho feito em poços localizados nas proximidades de lixões e despejo de curture, na cidade de Alagoinhas, Bahia. Tal relação se estabelece com o presente trabalho, visto que devido a presença de água encanada e distância de lixões no ambiente urbano, e não proximidade com fossas negras na localidade dos poços analisados no ambiente rural, a água de consumo analisada encontrava-se com seus padrões dentro do limite de acordo com a Legislação vigente.

A Tabela 16 apresenta os valores de pH das amostras de água de poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico durante o período de estiagem e chuvas. A propriedade 11 do meio rural não possibilitou colheita no período de chuvas.

De acordo com a Tabela pode-se notar que no meio rural, durante a estiagem, a água de 17 propriedades demonstraram os valores de pH em desacordo com a Legislação pela Portaria nº 518 (BRASIL, 2004), a qual determina uma faixa dentro da qual estes valores podem oscilar, que é de 6,0 a 9,5. E no período de chuvas, 14 delas (48,27%) tinham estes valores em desacordo com a Legislação.

Para as propriedades do meio urbano, 18 propriedades apresentavam, durante a estiagem, seus valores de pH em desacordo com a Legislação. E no período de chuvas, 16 delas (55,17%) tinham estes valores em desacordo. Os valores de pH são importantes para uma análise econômica, já que alterações em sua faixa limite podem contribuir para a deposição de carbonato de cálcio nos encanamentos, entupindo-os e inviabilizando sua utilização, quando em valores elevados. Derísio (1992) citado por Silva & Araújo (2003) relatou que a acidez da água pode contribuir para a corrosão de estruturas das instalações hidráulicas, adicionando constituintes à água. A disposição

final de resíduos urbanos ou rurais (fossas) pode estar contribuindo com a acidificação da água.

Tabela 16. Valores de pH das amostras de água dos poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, na estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	6,4	5,7*	6,8	6,7
2	5,7*	7,1	5,9*	6,2
3	6,7	6,2	6,7	7,3
4	6,2	5,8*	6,2	5,8*
5	5,2*	7,2	5,3*	7,1
6	5,8*	6,1	5,9*	6,4
7	5,2*	7,0	5,2*	7,0
8	5,4*	7,0	5,4*	7,0
9	5,6*	6,6	5,6*	6,4
10	6,7	6,4	6,8	6,5
11		4,2*		5,3*
12	6,3	5,3*	6,3	5,8*
13	5,4*	5,3*	5,4*	5,6*
14	5,9*	5,2*	6,1	5,3*
15	5,2*	5,1*	5,9*	5,8*
16	5,8*	4,8*	5,8*	4,9*
17	6,8	4,8*	7,2	4,9*
18	6,3	4,8*	6,8	4,8*
19	6,2	5,3*	6,7	5,9*
20	5,4*	5,4*	5,4*	6,1
21	5,6*	5,6*	5,7*	5,8*
22	5,7*	6,2	6,2	6,2
23	5,4*	5,7*	5,7*	5,8*
24	5,3*	5,6*	5,4*	5,7*
25	6,8	5,5*	6,9	5,8*
26	6,7	5,7*	6,8	5,9*
27	6,3	6,4	6,6	6,5
28	6,7	6,3	6,7	6,0
29	5,4*	6,8	5,8*	6,9
30	5,3*	5,5*	6,3	5,3*

*Amostras fora dos padrões estabelecidos pela Legislação.

Na Tabela 17 são apresentados os valores dos teores de Amônia ($\text{mg N-NH}_3 / \text{L}$) das amostras de águas dos poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, durante os períodos de estiagem e chuvas. Não foi possível realizar colheita de amostra da propriedade 11, rural, no período de chuvas.

De acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), os valores máximos permitidos para amônia em águas potáveis é de 1,5 mg/L. A partir dos

resultados obtidos na Tabela 17, infere-se que todas as propriedades, rurais e urbanas, nos períodos de estiagem e seca, tiveram suas amostras de água dos poços em acordo com a Legislação.

Silva & Araújo (2003) em estudo realizado na área urbana do município de Feira da Santana na Bahia, encontraram padrões elevados de amônia em água de poços utilizados para consumo humano. O que caracterizou de acordo com o seguinte estudo uma grande proximidade com fontes de poluição próximas, bem como redução de nitratos por bactérias ou íons ferrosos existentes no solo. Esta constatação se relaciona a construção precária dos poços e falta de proteção do aquífero.

Tabela 17. Valores dos teores de Amônia (mg N-NH₃ / L) dos poços das propriedades rurais e urbanas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, na estiagem e chuvas, 2007.

Propriedades	Estiagem		Chuvas	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
1	0,000	0,000	0,000	0,030
2	0,000	0,000	0,000	0,020
3	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,010	0,000	0,020	0,040
5	0,000	0,000	0,010	0,010
6	0,010	0,000	0,030	0,020
7	0,000	0,040	0,000	0,030
8	0,000	0,000	0,020	0,030
9	0,010	0,000	0,010	0,030
10	0,010	0,000	0,050	0,060
11		0,000		0,020
12	0,020	0,000	0,030	0,080
13	0,060	0,000	0,060	0,010
14	0,020	0,020	0,020	0,080
15	0,040	0,000	0,070	0,040
16	0,050	0,000	0,050	0,070
17	0,040	0,010	0,040	0,010
18	0,000	0,000	0,000	0,050
19	0,070	0,000	0,070	0,010
20	0,000	0,000	0,080	0,030
21	0,040	0,000	0,080	0,020
22	0,030	0,000	0,045	0,010
23	0,010	0,000	0,030	0,040
24	0,040	0,000	0,070	0,060
25	0,040	0,000	0,060	0,040
26	0,040	0,000	0,040	0,000
27	0,010	0,000	0,020	0,040
28	0,030	0,060	0,050	0,000
29	0,000	0,050	0,010	0,010
30	0,000	0,020	0,010	0,010

A amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrato e nitrito. Entretanto, a ocorrência de elevadas concentrações pode ser resultante de fontes de poluição próximas, bem como da redução de nitrato por bactérias ou por íons ferrosos presentes no solo (BATALHA & PARLATORE, 1993; FORMAGGIA et al., 1996).

A presença de amônia produz efeito significativo no processo de desinfecção da água pelo cloro, através da formação de cloraminas, que possuem baixo poder bactericida (BATALHA & PARLATORE, 1993).

E pelo fato de conseguir oxidar a nitrato ou nitrito, é bem provável que possa induzir a metahemoglobinemia em crianças, bem como a formação de aminas cancerígenas. Devido a estas características, a amônia merece especial atenção, haja visto a ampla utilização de águas subterrâneas (poços), tanto em ambiente rural, quanto urbano, e pelos discretos valores estabelecidos pela Legislação, quanto aos limites permitidos.

5.4 Cálculo do Risco Relativo (RR)

Foi calculado o RR das amostras de água dos poços das propriedades rurais, nos períodos de estiagem e chuvas, para aquelas que se encontravam dentro e fora do padrão de potabilidade (DP e FP respectivamente) para Coliformes Termotolerantes (*Escherichia coli*) (Tabela 9), em comparação aos fatores de proteção das fontes (presença de revestimento interno e calçada).

Com relação ao meio urbano, não foi possível calcular o risco relativo das propriedades nos períodos de estiagem e chuvas, uma vez que todas as propriedades possuíam fatores de proteção para as fontes (presença de tampa, revestimento interno e calçada), e desta forma, não havia a representação de risco de nenhuma natureza para estas propriedades, com relação a afetar a qualidade microbiológica da água de suas fontes.

Já no meio rural, o mesmo se observou com relação ao fator de proteção tampa, já que todos apresentavam este tipo de proteção, inviabilizando risco de qualquer natureza para estas fontes de água. Com relação a presença de revestimento interno e calçada, o RR foi calculado para as amostras que estavam dentro e fora do padrão de potabilidade, quanto a amostras que se encontravam dentro e fora do padrão para *Escherichia coli*, (Tabela 18).

Tabela 18. Valores de Risco Relativo (RR) e do Intervalo de Confiança (Ic) para contaminação por *E.coli*, de acordo com a ausência dos fatores de proteção nos poços das propriedades rurais da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico, durante os períodos de estiagem e chuvas, 2007.

Fator de Risco	RR <i>E.Coli</i>	Ic
Estiagem		
Ausência Rev. Interno	0,52	0,30 – 0,93
Ausência de Calçada	2,63	1,40 – 4,93
Chuvas		
Ausência Rev. Interno	3,14	1,60 – 6,19
Ausência de Calçada	4,80	2,13 – 10,84

RR *E.coli* – Risco Relativo *E.coli*; Ic – Intervalo de Confiança

No período de chuvas, o RR para ausência de revestimento interno foi 3,14 (Ic = 1,60-6,19), o que significa que neste período, há um risco 3,14 vezes maior de ocorrer contaminação fecal da água dos poços sem o fator de proteção, do que aqueles com este fator.

Já o valor correspondente ao Risco Relativo dos poços que não apresentavam calçada foi 2,63 (Ic = 1,40 - 4,93). Ou seja, durante a estiagem, as propriedades que não apresentavam calçada como fator de proteção à fonte, tiveram 2,63 mais chance de ter a água contaminada por *E.coli* do que aqueles que o possuíam. Já no período de chuvas, o RR para este mesmo fator de proteção foi 4,80 (Ic = 2,13–10,84), o que significa que neste período, há um risco 4,80 vezes maior de ocorrer contaminação fecal da água dos poços sem o fator de proteção, do que aqueles com este fator.

Araújo et. al (2005) em estudo cartográfico na cidade de Natal (RN) observou comportamento de poços na região Dunas-Barreiras, na identificação de áreas consideradas de alto risco à saúde, correlacionando-as com a qualidade e quantidade de água, bem como por meio de análises existentes, das áreas de real contaminação e as de maior risco. Cadastraram-se todos os poços para abastecimento público e privado identificando os principais problemas causadores de poluição e relacionando-os ao aumento do risco ao consumo devido ao não atendimento dos padrões de potabilidade para a água de consumo. Pôde-se avaliar que a região de Natal carecia de um gerenciamento intensivo em algumas áreas localizadas na zona de recarga do aquífero, assim como, um saneamento adequado para evitar poluição do mesmo.

E de acordo com o presente estudo, aqueles poços em que não se encontrava fator de proteção presente, seja em época de estiagem ou seca, o valor do risco relativo em propiciar a ocorrência de doença de veiculação hídrica era maior.

6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que:

6.1. A água das fontes foi considerada de boa qualidade por 100% dos entrevistados tanto no meio rural quanto urbano, e somente 10% dos entrevistados do meio rural realizam sistema de cloração para desinfecção da água. Este fato evidencia uma grande preocupação com a água de consumo do meio rural, visto que há uma precariedade de informações a respeito da qualidade microbiológica da água, alicerçada à falta de ações corretivas e preventivas, e relutância a mudança de hábitos do consumidor. Isto aumenta a susceptibilidade de ocorrência de doenças de veiculação hídrica.

6.2. Grande parcela de propriedades apresentaram alterações nos padrões microbiológicos da água evidenciando o risco do consumo dessas águas.

6.3. Alta percentagem de propriedades não atenderam a pelo menos um dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação mostrando que a água utilizada no meio rural apresenta risco à saúde humana .

6.4. Existe a necessidade de programas de políticas públicas com investimento em saúde e meio ambiente, com ações corretivas e preventivas, aliados ao Programa de Recuperação de Nascentes da Microbacia, para que seja possível diminuir o risco de ocorrência de doenças de veiculação hídrica, principalmente no meio rural.

7. REFERÊNCIAS

ADAM, J.W.H. Health aspects of nitrate in drinking water and possible means of denitrification. **Water SA**, v.6, n.2, p. 79-84, 1980.

AMARAL, L.A.; ROSSI JR, O.D.; NADER FILHO, A.; ALEXANDRE, A.V. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em área urbana: utilização de colifagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição fecal. **Revista de Saúde Pública**, v.28, n.5, p.345-8, 1994.

AMARAL, L.A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JÚNIOR, O.D.; PENHA, L.H.C. Características microbiológicas da água utilizada no processo obtenção do leite. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.15, n.2/3, p.85-88, 1995.

AMARAL, L.A.; SOUZA, M.C.I.; BARROS, L.S.S.; ROSSI JÚNIOR, O.D.; NADER FILHO, A. Características microbiológicas e teor de nitratos da água de consumo humano e suíno em propriedades rurais situadas na região nordeste do estado de São Paulo. In: Encontro Nacional de Microbiologia Ambiental, 6, 2.000, Recife. **Anais...**, 2.000. p. 69.

AMARAL, L.A. **A água como fator de risco para a saúde humana e saúde animal em propriedades leiteiras situadas na região Nordeste do estado de São Paulo**. Tese de Livre-Docência. FCAV/Unesp. Jaboticabal/SP. 2001.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16 ed. New York: APHA, 1992. p. 926-73.

ARAÚJO, L. P.; PETTA, R. A.; DUARTE, C. R.; Sistemas de informações geográficas aplicado à análise das relações da qualidade da água e risco em saúde pública no município de Natal (RN). *São Paulo, UNESP, Geociências*, v. 24, n. 1, p. 55-65, 2005.

ARNADE, L. J. **Seazonal correlation of well contamination and septic tank distance**, Ground Water, vol 37, 920-923 p p, 1999.

BARRACLOUCH, J.F.; COLLINGE, R.; HORAN, N.J. The quality of private wells supplies in Calderdale the implication of the EC directive on drinking water **Journal IWEM**, v.2, p. 487-492, 1988.

BASTOS, R.K. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, Porto Alegre. **Anais...**, 2000. p.99.

BATALHA, B.H.L. et al. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo, CETESB, 1993.

BATES, A.J. Water as consumed and its impact on the consumer – do we understand the variables? **Food and Chemical Toxicology**, v.38, p.29-36, 2.000.

BISCHOFBERGER, T. et al. The bacterial flora of non-carbonated, natural mineral water from the springs to reservoir and glass and plastic bottles. **International Journal of Food Microbiology**, v.11, p.51-72, 1990.

BOUCHARD, D.C.; WILLIAMS, M.K.; SURAMPALLI, R.Y. Nitrate contamination of groundwater: sources and potential health effects. **Journal of American Water Works Association**, v. 84, p. 85-90, 1992.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005**. Publicada no D.O.U. de 18/03/2005, Brasília. 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria no 518 de 25/03/2004. Normas e padrões de potabilidade da água para consumo humano. **Diário Oficial da União**. Brasília, Seção 1, pág. 266, 2004.

BROWN, S.A. Organic farm and water pollution. **Journal IWEM**, v.7, n.12,1993.

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada. In: **Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas nas Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos**; http://www.igc.sp.gov.br/copm_ugrhi.htm. Acessado em 28/02/09.

CETESB, 2001, **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**, CETESB: São Paulo, 2001.

CETESB, 2003, **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**, CETESB: São Paulo, 2003.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003**. São Paulo: CETESB, 2004. 273p.

CHARRIERE,G. Assessment of the marker value of various components of the *E. coli* - aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of *Enterococcus spp.* for the official monitoring of drinking water supplies. **Journal of Applied Bacteriology**, v.76, p.336-44, 1994.

.

COGGER, C. On-site septic systems: the risk of groundwater contamination. **Journal of Environmental Health**, v.51, n.1, p.12-16, 1988.

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

CRAUN, G.F. Causes of waterborne diseases in the United States. **Water Science Technology**. 1991; v. 24: p.17-20.

CRUZ, O.G. **A circulação microbiana pelas águas**. Tese Apresentada à Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro.em .1892. CRUZ, O.G. **A circulação microbiana pelas águas**. Tese Apresentada à Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro.em .1892.

DENNIS, D.T.; SMITH, R.P.; WELCH, J.J.; CHUTE, C.G.; ANDERSON, B.; HERNDON, J.L.;

VON REYN, C.F. Endemic giardiasis in New Hampshire; a case control study of environmental risks. **Journal of Infection Diseases**, v.167, n.6, p.1391-1395, 1993.

EMBIL, J.A.; PEREIRA, L.H.; WHITE, F.M.; GARNER, J.B.; MANUEL, F.R. Prevalence of *Ascaris lumbricoides* infection in a small Nova Scotian community. **American Journal of Tropical Medicine**, v.33, n.4, p. 595-598, 1984.

EUROPEAN CHEMICAL INDUSTRY ECOLOGY AND TOXICOLOGY CENTRE (ECETOC). **ECETOC Technical Report**, n.27, 165 pp, 1988.

FALCÃO, D.P.; VALENTINI, S.R.; LEITE, C.Q.F. Pathogenic or potentially pathogenic bacteria as contaminantes of fresh water from different sources in Araraquara, Brazil. **Water Research.**, v.27, n.12, p.1737-41, 1993.

FAYER, R. et al. *Prevalence of Cryptosporidium parvum, Giardia sp and Eimeria sp infection in post-weaned and adult cattle in three Maryland farms.* **Veterinary Parasitology**.2000; v.93: p.103-12.

FEWTRELL, L.; KAY, D.; GODFREE,A. The microbiological qualite of private water supplies. **Journal CIWEN**, v.12, p.98-100, 1998.

FIGUEIREDO, E.M. Análise da contaminação por nitrato no aquífero livre e semi-confinado na área urbana de Natal-RN. **Revista Águas Subterrâneas**, n.13, p. 75-85, 1990.

FORMAGGIA, D.M. et al. Portaria 36 GM de 19/01/90 Necessidade de Revisão. **Eng. Sanit. Amb.**, 1(2): 5-10, 1996.

FOSTER, S.; et al. Groundwater Management Strategies: facets of the integrated approach. **GW-MATE Briefing Note** n.3. 2003.

GALBRAITH, N.S.; BARRET, N.J.; SATBWELL-SMITH, R. Water and disease after Croydon. A review of waterborne and water associates disease in UK, 1937-1986. **Journal Institute of Water & Environment Management**, n.1, p.7-21, 1987.

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

GENTHE, B.; STRAUSS, N.; SEAGER, J.; VUNDULE, C.; HAFORAH, F.; KFIR, R. The effect of type water supply on water quality in a developing community in South Africa. **Water Science and Technology**, v.35, n.11, p. 35-40, 1997.

GIL, A. C. **Métodos de pesquisa social**. 5.ed. – 8.reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

GONZALEZ, R.G.; TAYLOR, M.L.; ALFARO, G. Estudio bacteriano del agua de consumo en una comunidad Mexicana. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, v.93, n.2, p. 127-140, 1982.

GORBACHEV, M. Ambiente: as fontes de água doce secarão? **Época**, n.137, p.104-6, 2000.

GRABOW, W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. **Water S.A** 1996; v. 22: p. 193-202.

GRANT, W. et al. Spontaneous abortions possibily related to ingestion of nitrate-contaminated well water, Indiana 1991-1994. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v.45, p. 569-572, 1996.

GUILLEMIN, F. et al. Faecal contamination of rural water supply in the Sahelian area. **Water Research**, v.25, n.8, p. 923-27, 1991.

HACH Company Manual. **Dr/2000 Spectrophotometer Instrument Manual for Use Software Version 3.** s. d.

HAFNER, M.; LAUER, KF. Belastung des Grund-und Trinkwassers in Westrumänien mit Nitrat und Pflanzenschutzmittel-Rückständen. **Gesunde-Pflanzen.**, v.48, n.2, p.58-62, 1996.

HOFFMAN, F.L.; GARCIA-CRUZ, C.H.; VINTURIN, T.M. Levantamento das características microbiológicas da água proveniente de três poços artesianos da cidade de São José do Rio Preto-SP. **Higiene Alimentar.**, v.8, n.34, p.36-38, 1994.

ISSAC-MARQUEZ, A.P.; LEZAMA-DAVILA, C.M.; KU-PECH, R.P.; TAMAY-SEGOVIA, P. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. **Salud Publica de Mexico**, v.36, n.6, p. 655-661, 1994.

KRAVITZ, J.D.; NYAPHUSI, M.; MANDEL, R.; PETERSEN, E. Quantitative bacterial examination of domestic water supplies in Lesotho Highlands: water quality, sanitation and village health. **Bulletin of the World Health Organization**, v.77, n.10, p.829-836, 1999.

LACK, T. Water and health in Europe: an overview. **British Medical Journal**, v. 318, n. 7199, p. 1678-1682, 1999.

LAMKA, K.G.; LECHEVALLIER, M.W. E.; SEIDLER, R.J. Bacterial contamination of drinking water supplies in a modern rural neighborhood. **Applied and Environmental Microbiology**, v.39, n.4, p.734-38, 1980.

LeCHEVALLIER, M.W.; McFETERS, G.A. Interactions between heterotrophic plate count bacteria and coliform organisms. **Applied and Environmental Microbiology**, v.49, p. 1338-1341, 1985.

LEVESQUE, B., SIMARD, P., GAUVIN, D., GINGRAS, S., DEWAILLY, E., LETARTE, R. Comparison of the microbiological quality of waters coolers and that of municipal water systems. **Applied Environmental Microbiology**, v.60, n.4, p. 1174-1178, 1994.

LINDISKOG, R.; LINDSKOG, P.A. Bacteriological contamination of water in rural areas: an intervention study from Malawi. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.91, n.1, p.1-7, 1988.

LOPES, L. G. et al. Qualidade microbiológica de águas minerais vendidas no município de Jaboticabal, SP. **Higiene Alimentar**, v. 19, p. 58-62, 2005.

MITCHELL, R. **Environmental microbiology**, Willey-Liss, New York, 411p., 2002.

MOORE, A.C.; HERWALDT, B.L.; CRAUN, G.F.; CALDERON, R.L.; HIGSMITH, A.K.; JURANED, D. D. Waterborne diseases in the United States 1991/1992. **Journal of American Waters Works Association**, v.86, n.2,p.87-99, 1994.

MANASSARAM, D.M., BACKER, L.C., MOLL, D.M. A review of nitrates in drinking water: maternal exposure and adverse reproductive and developmental outcomes. **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro.v.12, n.1, p.153-163, 2007.

MATO, A. P. Determinação de nitratos, nitritos e prováveis fontes de contaminação em águas de poços e sua influência na metemoglobinemia infantil. **Dissertação de Mestrado**. Curso de Pós-Graduação em Saneamento Ambiental, Universidade Mackenzie. São Paulo.1996.

MORIÑIGO, M. A. CORNAX, R.; MUNHOZ, M.A.; ROMERO, P.; BORREGO, J.J. Relationships between *Salmonella* sp. and indicator microorganisms in polluted natural waters. **Water Research**, v. 24, n. 1, p. 117-120, 1990.

MUHAMMETOGLU, H., MUHAMMETOGLU,A.,SOYUPAK,S. **Vulnerability of ground water to pollution from agricultural diffuse sources: a case study**. Water Science and Tecnology, vol 45, nº 9, 1-7 pp, 2002.

NAGARAJAH, S.; EMERSON,B.N.; ABEYKOON,V.;YOGALINGAM,S. Water quality of same wells in Jaffina and Kilinochchi qith special reference to nitrate pollution. **Tropical Agriculturist**, v.144, p. 61-78, 1988

NOLA, M. et al. **Faecal coliforms and faecal streptococci community in the underground water in an equatorial area in Cameroon: The Importance of some environmental chemical factors**, Water Research, vol 36, n 13, p 3287 – 3297, 2002.

PEDRO, N.A.R.; KUSSUMI, T.A.; GELLI, D.S.; KAWANO, M.; SOUZA, A. Aspectos higiênico-sanitários da água de poços cavados em diferentes áreas socio-econômicas de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.48, n.1/2,p.21-27, 1988.

PICKERING, L.K. . Prospective study of enteropathogens in children with diarrhea in Houston and Mexico._**Journal Pediatrics**., v.93, p.383-88, 1978.

PELLEY, J. Nitrate eyed as endocrine disrupter. **Enviromental Science &Technology**. Maio, 2006.

PEREIRA, P. A.; LIMA, O. A. L. **Estrutura elétrica da contaminação hídrica provocada por fluidos provenientes dos depósitos de lixo urbano e de um curtume no município de Alagoinhas, Bahia**. *Rev. Bras. Geof.* [online]. 2007, vol.25, n.1, pp. 5-19. ISSN 0102-261X.

RICHARDS, R.P.; BAKER,D.B.;CREAMER, N.L.; KRAMER, J.W.; EWING,D.E.; MERRYFIELD, B.J.; WALLRABENSTEIN, L.K. Well water quality, well vulnerability, and agricultural contamination in the Midwestern United States. **Journal of Environmental Quality**., v.25,n.3.,p.389-402, 1996.

REBOUÇAS, A. Águas Subterrâneas. In **Águas Doces do Brasil**. Escrituras, 2002.

SADEH, A.; RAVINA, I. Relationships between yield and irrigation with low-quality water - a system approach. **Agricultural Systems**. Wisconsin. v.64, p. 99 -113, 2000.

SÃO PAULO. (2007) CATI – Microbacias. Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. Resolução 41 – 19/09/1997. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Disponível em : <http://www.cati.sp.gov.br/_Cati2007/_projetos/pemh/pemh.php>. Acesso em 12/2007.

SARTORY, D.P.; et al Evaluation of two media for membrane filtration enumeration of *Clostridium perfringens* from water. **Letters in Applied Microbiology**, v.27, n.6, p.323-7, 1998.

SATAKE, F.M. Aspectos do manejo e qualidade da água em pequenas propriedades rurais situadas no município de Guariba-SP. **Trabalho de graduação** apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- Campus de Jaboticabal- SP, UNESP, 2004.

SCHWABE, C.W. et al. **Epidemiology in Veterinary Practice**. Philadelphia: Ed., 1977.

SEAGER, J.; JONES, F.; RUTT, G. Assesment and control of farm pollution. **Journal IWEN**, v.6, p. 49-55, 1992.

SEOANE, G.A. Calidad Del água de fuentes publicas e pozos particulares, com especial referencia al Término Municipal de Vigo. **Revista de Sanidad y Higiene Publica**, Madri, v.62, n.1, p.1303-1316, 1988.

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

SOCIETY FOR WATER TREATMENT AND EXAMINATION. **Water treatment and examination**. 4^a ed. J & A Churchill, London 1970. p. 133-5.

SOUZA, L.C., CORTÊS, V.A. Condições sanitárias da água de bebida fornecida aos animais do Campus de Botucatu/SP. **Veterinária e Zootecnia**, v. 4, p. 17-24, 1992.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York, Mc Graw, 1960, 481 p.

STUKEL, T.A.; GREENBERG, E.R.; DAIN, B.J.; REED, F.C.; JACOBS, N.J. **Environmental Science and Technology**, v.24, n.4, p. 571-575, 1990.

SWOROBUCK, J.E.; LAW, C.B.; BISSONETTE, G.K. Assesment of the bacteriological quality of rural groundwater supplies in Northern West Virginia. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 36, p.163 - 70, 1987.

TAKAYANAGUI, O. M.; FEBRÔNIO, L.H.P.; BERGAMINI A.M. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto – SP. **Revista Brasileira de Medicina Tropical**. São Paulo. v. 33, p. 169-174, 2000.

TORTORA, G.J. et al., **Microbiologia**, 6° ed, Artmed, 2002, 827p.

TSEZOU, A.; KITSIOU-TZELI, S.; GOURGIOTIS, D.; PAPAGEORGIDOU, J.; MITROU, S.; MOLYBDAS, P. A.; SINANIOTIS, C. High nitrate content in drinking water: cytogenetic effects in exposed children. **Archives of Environmental Health**, v. 51, n.6, p. 458-461, 1996.

TUCCI, C. E. M.; CABRAL, J. J. S. P. **Qualidade da água subterrânea**. Documento final. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 53 p. Novembro, 2003

TRYLAND, I.; FIKSDAL, L. Rapid enzymatic detection of heterotrophic activity of environmental bacteria. **Water Science and Technology**, v.38, n.12, p. 95-101, 1998.

VELOSO, M. E. C. **Potencialidade de impactos ambientais por nitrato, doses de N e flutuação de lençol freático para a cultura do milho sob sistema de drenagem.** 2006. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

VENDEMIATTI, J.A.S., **Avaliação físico-química e microbiológica da água Subterrânea em área irrigada com efluente de filtro anaeróbio, Universidade Estadual de Campinas,** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Campinas, 2003, 130 p.

VILLEGAS, P. Manejo de pollo. Água de buena calidad: Qué es? **Avicultura Profesional**, v.6, n.1, p.14, 1988.

WANG, T. Anthropogenic nitrate in Chinese groundwater. **Enviromental Science & Technology**. Novembro, 2006.

8. APÊNDICE

QUESTIONÁRIO - QUALIDADE DA ÁGUA

1-) *Utilização do curso d'água*

() Abastecimento humano

- ☐ Abastecimento de instalações animais
- ☐ Irrigação de culturas
- ☐ Escoamento de resíduos orgânicos
- ☐ Energia (elétrica ou hidráulica)
- ☐ Não utiliza

2-) *Em relação à quantidade empregada, a água utilizada pode ser classificada*

- ☐ Suficiente durante todo o ano
- ☐ Insuficiente nos períodos de seca
- ☐ Insuficiente durante o ano todo

3-) *Fonte de água para consumo humano*

- ☐ Poço Raso
- ☐ Poço Artesiano

4-) *Retirada da água*

- ☐ Bomba ☐ Balde

5-) *Fonte de água para consumo animal*

- ☐ Poço Raso ☐ Poço Artesiano

6-) *Tipo de bebedouro do animal*

- ☐ Metal ☐ Concreto ☐ Córrego

☐ Cimento ☐ Banheira ☐ Plástico

7-) *Fatores de Proteção da Fonte de Água*

☐ Calçada ao redor ☐ Tampa

☐ Parede acima do solo ☐ Ponto mais alto do terreno

☐ Revestimento Interno ☐ Desvio de água de chuva

8-) *Qualidade da água da propriedade (o que o proprietário acha)*

☐ Ótima ☐ Regular

☐ Boa ☐ Ruim

9-) *A água da propriedade é melhor do que a água da cidade?*

☐ Sim ☐ Não

10-) *A água pode transmitir alguma doença para o ser humano?*

☐ Sim. Quais?

☐ Não

11-) *A água pode transmitir alguma doença para os animais?*

☐ Sim. Quais?

☐ Não

12-) *Faz tratamento da água?*

☐ Sim. Quais?

☐ Não

13-) *Usa filtro domiciliar ou faz algum tratamento para água de consumo humano?*

☐ Sim ☐ Não

14-) *Faz lavagem e desinfecção do reservatório de água?*

☐ Sim. Quantas vezes ao ano?

☐ Não

15-) *Já analisou a qualidade da água alguma vez?*

☐ Sim ☐ Não