



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICA - ICEB
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA -PROPP**



QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO E ALTERNATIVO NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO, MINAS GERAIS.

por

KEYLA DE OLIVEIRA NEVES

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE:
USO E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

ORIENTADORA: Prof^a. Dra. Maria Célia da Silva Lanna

**OURO PRETO – MG
SETEMBRO / 2003**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO E ALTERNATIVO NO MUNICÍPIO
DE OURO PRETO, MINAS GERAIS.**

por

KEYLA DE OLIVEIRA NEVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente: Uso e Conservação de Recursos Hídricos da Pró Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa – PROPP, da Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP.

OURO PRETO – MG

SETEMBRO / 2003

*Dedico este trabalho àqueles que mais lutaram e torceram
pela realização deste sonho, meus pais, Almir Vasconcelos
Neves e Maria Conceição O. Neves, e irmãos.
Com todo o meu amor.*

AGRADECIMENTOS

- A Deus por proteger e abençoar minha vida.
- À toda minha família, por estarem sempre ao meu lado.
- Ao Renato Gomes Batista, meu eterno amor, pelo apoio e incentivo constantes.
- À Prof^a. Dra. Maria Célia da Silva Lanna pela atenção e paciência dispensada, pela amizade e orientação na realização desse trabalho.
- Prof. Dr. José Geraldo Sabioni – Departamento de Alimentos, Escola de Nutrição da UFOP, pelo apoio e disponibilização do laboratório e materiais, na fase inicial da pesquisa.
- Ao Luiz Nicolau dos Reis – Técnico do Laboratório de microbiologia.
- Aos estagiários do Laboratório de microbiologia, pela essencial participação e colaboração: Jaine F. Alves, Gisele I. Pereira, Vívian W. Reis, Letícia R. Rampinelli, Ivana C. de Oliveira, Syomara Ker de Melo, Daniele A. Ribeiro, Wesley D.da Rocha, Aline Dutra, Jaqueline M. S. Ferreira, Elizabethe S. Santos.
- À querida Glória Suzana Mellendez pela dedicação e apoio incondicional e aos amigos do Laboratório, não citados anteriormente, pelo ótimo ambiente proporcionado ao longo do trabalho e pela amizade, o que de certa forma, sempre me deu força. Sem vocês não seria completa a realização deste trabalho.
- Ao Vinícius Rangel , pelo auxílio nas coletas.
- Ao Prof. Dr. Adão de Siqueira Ferreira – Laboratório de Microbiologia da UFOP.
- As amigas Karine Zanon e Gabriela Corti, pela alegria nos momentos de tensão, no decorrer deste trabalho nasceu uma amizade sincera, e aos outros amigos colaboradores, com quem divido a satisfação de concluir esta obra.
- Às Repúblicas Imaginarium, Bangalô e Avalon pelo apoio e momentos de descontração proporcionados.
- Ao Coordenador, Professores e Funcionários do curso de pós-graduação em Meio Ambiente da Universidade Federal de Ouro Preto.
- Ao Departamento de Transporte da UFOP pela disponibilização dos funcionários nas pesquisas de campo.

- Ao Sr. Antônio Lopes Laya – Fotógrafo da UFOP.
- Ao Cláudio Costa Soutto Mayor – Técnico Químico / Acessor – Departamento de Água e Esgoto da Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Ouro Preto, pelo fornecimento de informações essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.
- Ao Dr. Núncio Antônio de Araújo Sol – Diretor de Serviços Médicos da Secretaria de Saúde – Prefeitura Municipal de Ouro Preto.
- Funcionários das Unidades de Postos de Saúde dos Bairros Morro Santana e Piedade, pela disponibilização dos prontuários médicos para pesquisa.

RESUMO

No presente trabalho avaliou-se a qualidade microbiológica da água de Ouro Preto através do método dos tubos múltiplos para determinar o Número Mais Provável de coliformes totais e fecais. A investigação foi feita no período de outubro de 2001 até fevereiro de 2003 em amostras de água de consumo na área urbana e rural, proveniente de fontes alternativas, sem tratamento. Por outro lado, apesar de algumas casas também receberem água da rede municipal, tratada, 31,4% destas também apresentaram contaminação por coliformes. O índice de coliformes (totais e fecais) foi maior nas amostras de água de consumo obtidas a partir de torneiras das casas (66%) do que nas fontes, reservatórios e minas (59,6%). Esta contaminação tanto na água não tratada como na tratada foi maior na estação chuvosa (71%) do que na estação seca (56%), estando clara a influência sazonal. Dentre os coliformes detectados, nas amostras de água analisadas, foram identificadas as espécies *Salmonella* sp. (0,5%), *Shigella* sp. (3,5%) e cepas patogênicas de *Escherichia coli* (14%): *E. coli* enteropatogênica clássica B, *E. coli* enteroinvasora, *E. coli* enterotoxigênica e *E. coli* enterohemorrágica. Sendo que a prevalência destes patógenos predominou no período de chuvas. A observação de que mais de 70% da água de consumo de Ouro Preto contém coliformes confirma a deficiência do atual sistema de distribuição de água da população. Dois diferentes períodos do ano puderam ser considerados para a ocorrência de amostras positivas para coliformes totais e fecais: período quente e úmido com alta porcentagem de amostras infectadas e período frio e seco, onde a positividade foi menor. Possivelmente conclui-se que, a falta de planejamento urbano, a utilização de minas antigas e abandonadas como fontes de água canalizadas para consumo, como também as más condições de infraestrutura e a localização indiscriminada de poços e fossas contribuíram para a baixa qualidade bacteriológica do abastecimento domiciliar de água. As águas das chuvas agravam o impacto em Ouro Preto, MG.

ABSTRACT

This study proposes to evaluate the microbiological quality of treated and untreated water samples came from urbanes and rural communities of Ouro Preto, MG; and to examine the seasonal influence of water microbiological characteristics. That water samples were collected for routine between October 2001 to February 2003 and was analysed by the multiple dilution tube method used to detect the most probable number of total and fecal coliforms. The highest number water samples contaminated by total coliforms and fecal coliforms (70%) were found in the untreated water. Among the treated water samples examined, coliform bacteria were found in 31,4% of the sampling reservoirs too. Total coliforms and fecal coliforms in samples taken from reservoirs used to store treated water was higher (66%) than that from taps midways (59,6%) along distribution lines. Contamination of treated and pipe distributed water was related with long distance, of the collection point from a utility station. Faults in pipelines, probably, increased the rate of contamination and this occurred mostly in densely populated areas of poor neighborhoods with dilapidated infrastructure. The water samples were more contaminated during period of heavy rainfall, and when some of important pathogenic bacteria species, as *Shigella* sp (3,5%) were detected. Along the period of the investigation others important strains were detected: *Salmonella* sp (0,5%) and diarrheogenic *E.coli* (14%). These *E.coli* isolates tested belonged to classic enteropathogenic serogroups:EPEC, enteroinvasive serogroups: EIEC and enterohaemorrhagic serogroups:EHEC, by serotyping using slide agglutination method with anti O antisera. Two different periods must be considered for the occurrence of both total and fecal coliforms positive samples: a warm weather period, from September to March with high taxa of contaminated samples and cold weather period from April to August were they are lower. It is possible to conclude that, probably, the poor town planning, dilapidated infrastructure, use of old mines as water source and indiscriminate siting of wells and boreholes contributed to the low bacteriological quality of domestic water supplies. Rainfall accentuated the impact in Ouro Preto, MG.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Relação das Captações de água para distribuição municipal.....	25
Tabela 1.2: Relação dos chafarizes localizados no município e a proveniência de sua água.....	26
Tabela 3.1: Influência sazonal na qualidade bacteriológica da água usada para consumo das residências amostradas.....	54
Tabela 3.2: Qualidade bacteriológica da água usada para consumo.....	55
Tabela 3.3: Identificação dos gêneros isolados das amostras de água utilizadas para consumo.....	58
Tabela 3.4: Registros de casos de diarreia em alguns bairros estudados.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Cobertura de água potável para população total do Brasil.....	8
Figura 1.2: Cobertura de água potável para população urbana do Brasil.....	8
Figura 1.3: Cobertura de água potável para população rural do Brasil.....	9
Figura 1.4: Mapa de localização.....	29
Figura 2.1: Localização dos bairros amostrados dentro do município.....	32
Figura 3.1: Porcentagem de amostras contaminadas no período seco, Março- Agosto (número de amostras = 97).....	52
Figura 3.2: Porcentagem de amostras contaminadas no período chuvoso, Setembro- Fevereiro.....	53
Figura 3.3: Porcentagem de amostras contaminadas com coliformes fecais e/ou totais para água tratada (rede de distribuição) e de fontes alternativas (mina, nascente, poço, chafariz, córrego).....	53
Figura 3.4: Índice de poluição, em termos de coliforme fecal ou total, nas residências segundo a forma como a água é recebida.....	56
Figura 3.5: Incidência de enterobactérias nas amostras de água analisadas, nos diversos locais, durante período seco.....	60
Figura 3.6: Incidência de enterobactérias nas amostras de água analisadas, nos diversos locais, durante período chuvoso.....	61

LISTA DE FOTOS

Foto 3.1: Fonte Alternativa (Nascente) no bairro Vila Isabel cuja água é utilizada para consumo dos moradores locais.....	41
Foto 3.2: Chafariz cuja água é utilizada para consumo.....	41
Foto 3.3: Fonte Alternativa (Mina) do Bairro Morro Santana.....	42
Foto 3.4: Fonte Alternativa (mina) no bairro Morro da Queimada.....	43
Foto 3.5: Mina local que fornece água para consumo, localizada à beira de uma estrada, sem nenhuma proteção.....	43
Foto 3.6: Mangueira que leva água até as residências, em péssimo estado de conservação.....	44
Foto 3.7: Vazamento em uma das mangueiras que leva água até as residências.....	44
Foto 3.8: Local onde a água é armazenada para posterior consumo.....	45
Foto 3.9: Água armazenada em latões.....	45
Foto 3.10: Mangueiras na saída de uma mina (Morro Santana).....	46
Foto 3.11: Emaranhado de mangueiras que levam água para o reservatório.....	46
Foto 3.12: Forma como a água chega aos domicílios.....	47
Foto 3.13: A água é armazenada em caixas d'água, na propriedade de um morador, para posteriormente ser distribuída para as demais residências.....	48
Foto 3.14: Caminho da água para reservatório domiciliar.....	48
Foto 3.15 Sistema construído por um morador para receber a água da mina e distribuí-la.....	49

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
-----------------------	------------

RESUMO	V
---------------	----------

ABSTRACT	VI
-----------------	-----------

LISTA DE TABELAS	VII
-------------------------	------------

LISTA DE FIGURAS	VIII
-------------------------	-------------

LISTA DE FOTOS	IX
-----------------------	-----------

I – INTRODUÇÃO	1
-----------------------	----------

1.1 QUALIDADE DE ÁGUA, SAÚDE PÚBLICA, E MEIO AMBIENTE EM PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM DESENVOLVIMENTO	1
1.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO BRASIL	6
1.3 A ÁGUA COMO HABITAT BIOLÓGICO NATURAL.	11
1.4 A ANÁLISE DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO NO BRASIL	12
1.4.1 GRUPO COLIFORME COMO INDICADOR DE QUALIDADE DE ÁGUA	13
1.4.2 PATÓGENOS E ENDEMIAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA	15
1.4.2.1 <i>Bactérias</i>	16
1.4.2.2 <i>Vírus</i>	19
1.4.2.3 <i>Protozoários</i>	22
1.5 A CAPTAÇÃO E O FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO	24
1.6 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	28
1.7 OBJETIVOS	30

1.7.1 – OBJETIVO GERAL	30
1.7.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
II – METODOLOGIA	31
2.1– OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	31
2.1.1– PERÍODO E ÁREA DE ESTUDO	31
2.1.2– SELEÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	33
2.1.3– AMOSTRAGEM	34
2.2 – ANÁLISE DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DAS AMOSTRAS	35
2.2.1 – PESQUISA DE COLIFORMES TOTAIS E FECAIS COMO INDICADORES DO POTENCIAL PATOGÊNICO DA ÁGUA DE CONSUMO	35
2.2.2 – ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS E PATÓGENOS ENTÉRICOS DA ÁGUA DE CONSUMO	37
2.2.3 – SOROTIPAGEM DAS BACTÉRIAS <i>ESCHERICHIA COLI</i> ISOLADAS	39
III – RESULTADOS	40
3.1 APRESENTAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DOS BAIRROS ESTUDADOS	40
3.1.1 – SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO GERAL	40
3.1.2 – SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO PARA AS RESIDÊNCIAS	50
3.2 – RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE CONSUMO	51
3.2.1 – COLIFORMES TOTAIS E FECAIS INDICADORES DO POTENCIAL PATOGÊNICO DA ÁGUA ANALISADA	51
3.2.2 – DETECÇÃO DE GÊNEROS BACTERIANOS NA ÁGUA ANALISADA	56
3.2.3 – SOROTIPAGEM DAS <i>ESCHERICHIA COLI</i> ISOLADAS	59
3.3 – INVESTIGAÇÃO NOS PRONTUÁRIOS DE POSTOS DE SAÚDE	62
IV DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	63
V BIBLIOGRAFIA	77

I – INTRODUÇÃO

1.1 QUALIDADE DE ÁGUA, SAÚDE PÚBLICA, E MEIO AMBIENTE EM PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM DESENVOLVIMENTO

A água constitui elemento vital não só à natureza, de um modo geral, como a todas as atividades desenvolvidas pelo homem. Seus múltiplos usos – abastecimento público, industrial e agropecuário, preservação e vida aquática, recreação e transporte – demonstram essa importância vital. No entanto, apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido em países desenvolvidos e em desenvolvimento, apresentando, desta forma, um risco potencial de comprometimento à saúde e ao bem estar do homem (Moraes & Jordão, 2002; Welch *et al.*, 2000).

Rebouças *et al.* (1999), Muller (1999) e Nascimento *et al.* (2001) afirmam que a contaminação que vem ocorrendo ao longo dos anos causada pelo desenvolvimento industrial, crescimento demográfico e ocupação do solo de forma intensa e acelerada tem provocado o comprometimento dos recursos hídricos disponíveis para consumo humano, aumentando consideravelmente o risco de doenças de transmissão ou de origem hídrica.

Até 1920, à exceção das secas do Nordeste, a água no Brasil não representou problemas ou limitações. A cultura da abundância atualmente prevalecente teve origem nesse período. Ao longo da década de 70 e mais acentuadamente na de 80, a sociedade começou a despertar para as ameaças a que estaria sujeita se não mudasse de comportamento quanto ao uso de recursos hídricos. Foram instituídas nesses anos várias comissões interministeriais para encontrar meio de aprimorar o sistema de uso múltiplo dos recursos hídricos e minimizar os riscos de comprometimento de sua qualidade, principalmente no que se refere às futuras gerações, pois a vulnerabilidade desse recurso natural já começava a se fazer sentir (Moraes & Jordão, 2002).

Segundo registros do Banco Mundial (1998), diversas Organizações das Nações Unidas e outros órgãos de desenvolvimento levantam preocupações a respeito do gerenciamento de recursos hídricos, estão eles envolvidos com o problema crescente de escassez de água e com a necessidade de proteção dos recursos naturais e do meio ambiente.

Há poucas regiões no mundo ainda livres dos problemas da perda de fontes potenciais de água doce, da degradação na qualidade de água e da poluição das fontes superficiais e subterrâneas. Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água multiplicou-se por sete. Considerando que, da água existente no planeta, 97% são salgadas (mares e oceanos), e que 2% formam geleiras inacessíveis, resta apenas 1% de água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos, distribuídos desigualmente pela Terra. O Brasil detém 8% de toda essa reserva de água, sendo que 80% da água doce do país encontram-se na região Amazônica, ficando os restantes 20% circunscritos ao abastecimento das áreas do território brasileiro onde se encontram 95% da população (Moraes & Jordão, 2002).

No plano mundial, o total de água retirada da natureza para consumo humano cresceu nove vezes desde 1950. A reserva de água doce por pessoa caiu de 16,8 mil m³ em 1950 para 7,3 mil em 1998 e tende a baixar para 4,8 mil m³ nos próximos 25 anos. Além disso, o consumo é desigual. Isso reflete também no Brasil, onde ocorre falta de água em cidades como Recife, São Paulo e em algumas regiões como o sertão nordestino o problema é crônico (Camargo *et al.*, 2002).

Apesar dessa grave situação, têm surgido iniciativas positivas em termos institucionais nos últimos dez anos, a fim de criar um novo arcabouço legal para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos no país. Este processo culminou com a aprovação da lei nº 9.433, de 8/1/1997, chamada Lei das Águas, que estabeleceu a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Os pontos centrais desta lei são: a idéia do gerenciamento por bacias hidrográficas através do Comitê e da Agência de Bacia e o estabelecimento da outorga e da cobrança pelo uso da água (Camargo *et al.*, 2002). No país, vários comitês de bacia estão

em funcionamento e a cobrança da água para alguns usos (como o uso industrial) já foi regulamentada na bacia do rio Paraíba.

A Organização Mundial de Saúde trabalha em coordenação com os governos e com organismos internacionais para melhoria da qualidade da água e para redução da incidência de doenças oriundas da água. Seu programa de promoção de saúde ambiental fornece apoio técnico com relação ao fornecimento de água e saneamento de comunidade. Além disso, contribui para proteger os suprimentos de água doce da contaminação (Banco Mundial, 1998).

Uma vez que a água é crítica para a sobrevivência humana, as autoridades públicas de muitos países têm assumido a responsabilidade central pelo gerenciamento deste recurso (D'Aguila *et al.*, 2000).

O propósito primário para a exigência de qualidade de água é a proteção à saúde pública. D'Aguila *et al.* (2000) concorda que os critérios adotados para assegurar essa qualidade têm por objetivo fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que, se propriamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de constituintes na água, conhecidos por serem perigosos à saúde.

O assunto qualidade de água tem recebido atenção em fóruns e reuniões internacionais. Têm sido feitas solicitações de uma nova abordagem ao gerenciamento de recursos hídricos que enfatizem o fácil acesso ao suprimento de água potável e ao saneamento, a confiança nos recursos da comunidade local, o melhoramento e reparo do sistema já existente, e uma política global de gerenciamento dos recursos hídricos, que inclua considerações ambientais e econômicas (Banco Mundial, 1998).

Os anos de 1981 a 1990 foram proclamados, a partir de uma assembléia Geral das Nações Unidas, como a “Década Internacional da Água Potável e do Fornecimento de Água”.

Durante este tempo, foram tomadas iniciativas nacionais e internacionais para alimentar o acesso à água potável e a adequadas estruturas de saneamento (Banco Mundial, 1998).

Em se tratando do fornecimento de serviços às populações carentes, mesmo após a Década Internacional da Água Potável e do Fornecimento de Água, enquanto que países desenvolvidos têm investido em sistemas de tratamento de água e esgoto a fim de reduzir a incidência de doenças de veiculação hídrica (Madigan *et al.*, 1997; El-Abagy *et al.*, 1988), aproximadamente um bilhão de pessoas do mundo em desenvolvimento continuam sem acesso à água potável, em particular a população carente rural, e cerca de 1,7 bilhão convivem com estruturas de saneamento básico inadequadas. Enquanto as classes média e alta geralmente recebem serviços subsidiados, a ineficiência das operações ligadas aos recursos hídricos propiciou poucos recursos financeiros para se aumentarem os serviços aos mais carentes (Banco Mundial, 1998).

Em 1996, Rivera & Martins estimaram que somente 30% da população mundial têm garantia de água tratada, e os 70% restantes dependem de poços e outras fontes de abastecimento viáveis de contaminação.

Talvez os países, em geral, têm prestado pouca atenção à qualidade da água e ao controle da poluição. Moraes & Jordão (2002), em estudo sobre a degradação dos recursos hídricos, também verificou-se que em muitos países em desenvolvimento, a qualidade dos suprimentos de água é baixa e, geralmente, não segura para o consumo humano. Atualmente, a cada 14 segundos, morre uma criança vítima de doenças hídricas. Ashraf & Yunus (1997) e Nanan *et al.* (2003), ao pesquisarem sobre doença de veiculação hídrica e saneamento afirmam que o uso de água poluída para consumo humano é a principal causa de muitos problemas de saúde, tais como diarreia, que mata mais de três milhões de pessoas por ano – na maioria crianças – e transmite doenças a mais de um bilhão de pessoas. Além do sofrimento às pessoas, os danos econômicos e ambientais provenientes da poluição da água são enormes. O tratamento inadequado da água de esgoto agrava a

pobreza, através da poluição de fontes alimentícias dependentes de água, causando doenças e limitando o acesso à água potável segura.

Quase invariavelmente, o melhor método de assegurar água adequada para consumo consiste em formas de proteção, evitando-se contaminações por dejetos animais e humanos, os quais podem conter grande variedade de bactérias, vírus e protozoários. Falhas na proteção e no tratamento efetivo expõem a comunidade a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas (D'Aguila *et al.*, 2000).

Muitos países não possuem padrões para controlar adequadamente a poluição da água ou a capacidade para aplicar as penalidades da legislação existente. Além da poluição visível e degradável, novos tipos de poluição têm surgido, envolvendo pequenas quantidades de produtos químicos sintéticos não degradáveis, que são invisíveis, tóxicos e persistentes, de tratamento difícil e de alto custo (Banco Mundial, 1998; Camargo *et al.*, 2002).

Em contrapartida com o mau gerenciamento e desperdício, as populações têm crescido rapidamente e, com elas, a demanda de água. Ao mesmo tempo, a utilização de novas fontes de água também tem aumentado. Tais tendências certamente agravarão os problemas de gerenciamento dos recursos hídricos (Melo & Azevedo, 1997; Benicio & Monteiro, 2000; Zmirou *et al.*, 1987; Strauss *et al.*, 2001).

Os Estados Unidos, dentre os países desenvolvidos, são considerados tipicamente um dos países onde a proteção da saúde pública é altamente valorizada. Outros países desenvolvidos, como o Japão, Nova Zelândia, Austrália e países europeus, procuram seguir o exemplo dos Estados Unidos. De um outro lado países subdesenvolvidos, como os da América Central e do Sul, a Ásia e África, não investem tanto na saúde pública (Madigan *et al.*, 1997). Porém, sabe-se que nos países onde já ocorre desenvolvimento industrial significativo, a condição de proporcionar água segura às populações de grandes centros produtivos, se tornou ainda mais crítica, face à poluição dos mananciais de água potável por resíduos industriais (Branco, 1999).

Desde o final do século 19, em países desenvolvidos, tem ocorrido a redução do número de epidemias devido à ênfase dada pelas autoridades aos cuidados a saúde pública (Benicio & Monteiro, 2000).

Apesar da existência de legislação específica, pesquisas sobre a qualidade de água de consumo em diversas localidades brasileiras têm revelado que o padrão de potabilidade vigente não tem sido alcançado (Hoffman, 1995; Hoffman *et al.*, 1997; Giombelli *et al.*, 1998; David *et al.*, 1999; Sabioni, 2001). Ouro Preto é um exemplo dessa situação. Segundo observações em estudos realizados por Sabioni, 2001 e Alvim, 1994, esse município não dispõe de um sistema adequado de tratamento de água destinada ao consumo humano.

1.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO BRASIL

Segundo Puppi (1973), o objetivo de um sistema normal de abastecimento de água de uma comunidade é fornecer água que, em quantidade e qualidade, seja conveniente a todos os usos a que se presta, de modo que a população inteira dela se beneficie, recebendo-a junto ao domicílio com o mínimo dispêndio possível.

Para Pereira *et al.* (1987), a importância sanitária do abastecimento de água é das mais ponderáveis; a implantação ou melhoria dos serviços de abastecimento de água traz como resultado uma rápida e sensível melhoria na saúde e nas condições de vida de uma comunidade.

Para todo o mundo, a água é essencial para beber, cozinhar e para a higiene pessoal e doméstica. Em situações extremas, é possível que não se disponha de água suficiente para satisfazer as necessidades fisiológicas e, nestes casos, é de suma importância contar com um nível de água potável que assegure a sobrevivência. De acordo com as Normas Mínimas em Matéria de Abastecimento de Água e Saneamento, na maioria dos casos, os principais problemas de saúde, relacionados a um abastecimento de água inadequado devem-se às más condições de higiene por falta de água e ao consumo de água que em dada altura tenha ficado contaminada.

Em 1999, Hespanhol constatou que ainda serão necessárias varias décadas para que os “déficits” de abastecimento de água e saneamento sejam eliminados, principalmente no que tange o meio rural de países em estágio de desenvolvimento.

O Brasil não apresenta posição de destaque, mesmo entre os países da América Latina e região do Caribe. Segundo Kravitz *et al.* (1999), os serviços de água e esgoto brasileiros são ainda precários, o que poderia explicar o ressurgimento de enfermidades já erradicadas e a incidência de óbitos provocados por doenças de veiculação hídrica. Enfatizando tais observações, em 1999, Rebouças, analisando os serviços de fornecimento de água, verificou que o abastecimento no setor urbano brasileiro cobre apenas 85%, enquanto que Cuba atinge 96%, Chile 94%, México 91%, Guiana 90% e Colômbia 88%. No setor rural a população abastecida com água potável, no Brasil, é de 31%, índice superior apenas aos da Bolívia com 22%, Haiti com 23%, Peru com 24% e Nicarágua com 27%.

No entanto, de acordo com dados da Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) e Centro Pan-americano de Engenharia e Ciências do Ambiente (CEPIS), as informações mais recentes de âmbito nacional, sobre os serviços de água e saneamento referem-se a inquéritos realizados em 2000, indicando que 75,28% dos domicílios existentes no país estão conectados à rede de abastecimento de água, proporção que atinge 90,64% nas áreas urbanas e 19,66% nas áreas rurais, como mostram as Figuras 1.1, 1.2 e 1.3.

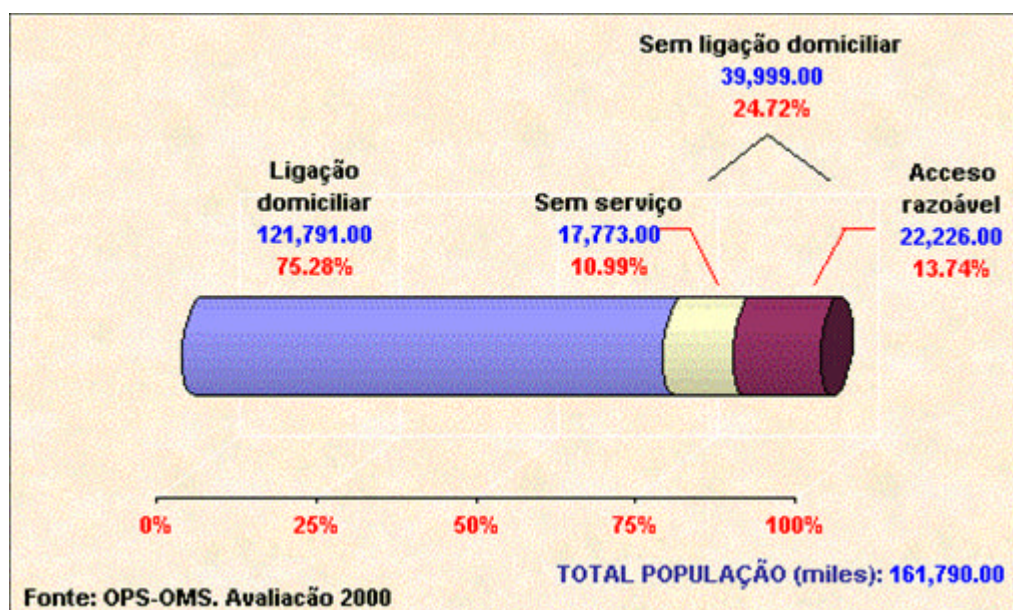


Figura 1.1 : Cobertura de água potável para a população total do Brasil.

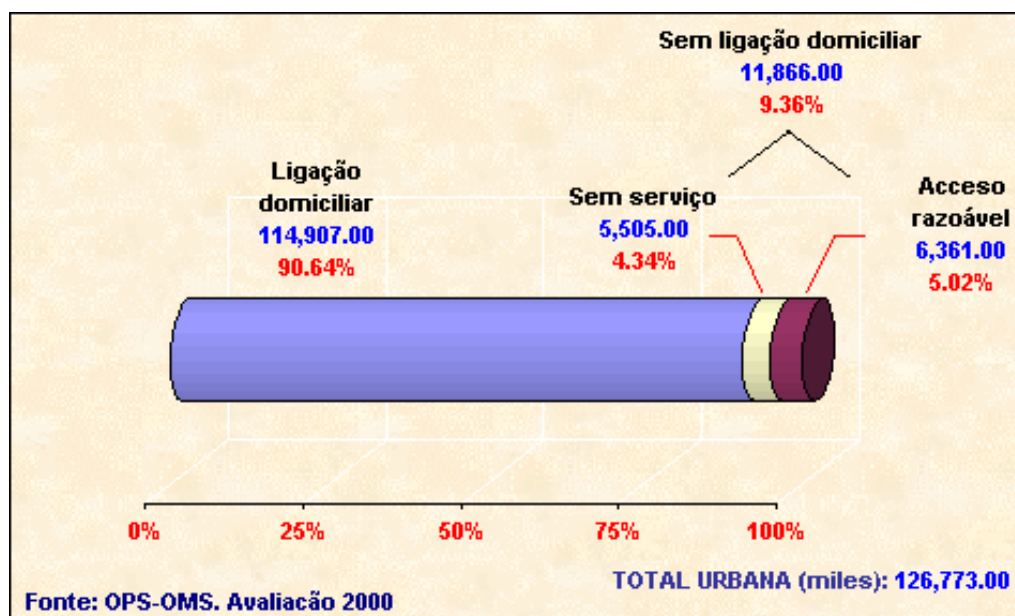


Figura 1.2: Cobertura de água potável para população urbana do Brasil.

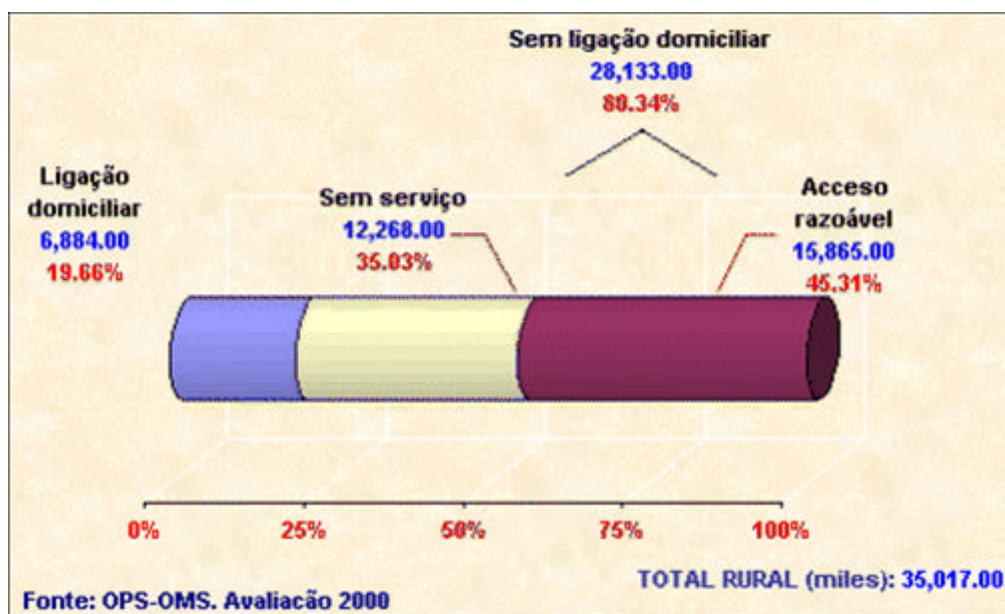


Figura 1.3: Cobertura de água potável para população rural do Brasil.

O desperdício poderia ser controlado e ajudaria a solucionar graves carências. As cidades perdem de 40% a 65% da água colocada nos sistemas de distribuição. A qualidade também é bastante preocupante: estima-se que mais da metade das internações hospitalares no Brasil são provenientes de doenças veiculadas pela água. Isto parece ser consequência direta da falta de tratamento do esgoto, já que somente 20% do esgoto doméstico brasileiro são tratados, segundo Camargo *et al.* (2002).

Entretanto, Rebouças (1999), afirmou que a situação brasileira era extremamente crítica no que concerne à cobertura de saneamento. No setor urbano, a porcentagem atendida era de apenas 55%. Na área rural a cobertura brasileira era de apenas 3%, índice inferior ao do Peru, com 10%, e do Haiti, com 16%. Pesquisas mais recentes informam que 47,5% dos domicílios apresentam canalização até o sistema de esgotos sanitários e 52,5% não apresentam ligações domiciliares, desses 37,32% utilizam qualquer outra “tecnologia” como fossa séptica ou latrinas, e 15,18% não realizam qualquer tipo de serviço. É alarmante que 94,4% dos domicílios na zona rural não possui qualquer tipo de serviço de saneamento (OPAS, 2000).

Além disso, segundo Hespanhol (1999), a desigualdade na oferta dos serviços é marcante, a distribuição por regiões mostra coberturas mais elevadas às regiões Sudeste (96%) e Sul (93%) do país, que são marcadamente beneficiadas em relação à do Norte (70%), Nordeste (84%) e Centro-Oeste (82%). Dados fornecidos pelo mesmo censo atestam, que as maiores carências situam-se nas faixas de renda mais baixas.

Nos sistemas de distribuição de água potável, a qualidade desta pode sofrer uma série de mudanças, fazendo com que a qualidade da água na torneira do usuário se diferencie da qualidade da água que deixa a estação de tratamento (Barcelos *et al.*, 1998). Freitas *et al.* (2001) incluem, dentre alguns fatores que influenciam tais mudanças, a qualidade química e biológica da fonte hídrica; a eficácia do processo de tratamento, reservatório (armazenagem) e sistema de distribuição; idade, tipo, projeto e manutenção da rede; qualidade da água tratada.

No meio rural, bem como nas instituições e indústrias isoladas, fora dos núcleos urbanos, o suprimento de água é particular, explorando-se o recurso hídrico local que mais se preste às necessidades. De acordo com Puppi (1973) a solução pode estar na escavação ou perfuração de um poço freático, na captação de uma nascente ou de um pequeno curso mais ou menos próximo e resguardado da poluição, ou ainda, na perfuração de um poço artesiano. Em caso extremo pode ser aproveitada a água da chuva. Estudando comunidades rurais, Welch *et al.* (2000) verificou que geralmente a água fornecida para comunidades rurais é de qualidade inferior da oferecida para áreas urbanas. Enquanto que, segundo Agard *et al.* (2002), nas zonas urbanas, ao contrário, o suprimento particular é que depara sérios entraves, entre os quais o da obtenção de água potável e do controle higiênico-sanitário do processo de abastecimento. O adensamento da população, o consumo público, a relativa maior demanda dos outros serviços e a distância do manancial, exigem a implantação de um sistema de condutos e instalações planejado, dirigido e controlado por um departamento governamental que atenda eficientemente a todas às modalidades da demanda, domiciliar, comercial, industrial e pública.

As origens profundas – poços e fontes – fornecem a maior parte de água para residências individuais nas áreas rurais. A chuva, captada e armazenada em cisternas, também é utilizada, embora de modo limitado; as águas de superfície, porém, não devem ser usadas para ingestão, a menos que possam ser submetidas a processos de purificação, já que há um perigo constante de contaminação e, conseqüentemente, de transmissão de doenças. Uma vez que é pouco prático tratar as águas superficiais para que assegurem um abastecimento seguro e contínuo para finalidades domésticas rurais. Enquanto penetra através das diversas camadas do solo, a água de poços e de fontes sofre filtração, o que remove as partículas suspensas inclusive microrganismos. É de suma importância que o abastecimento de água esteja localizado a uma distância suficientemente segura de eventuais fontes de contaminação, como fossas, vasos sanitários, tanques sépticos e estábulos (Pelczar *et al.*, 1980; Comparini *et al.*, 1988).

1.3 A ÁGUA COMO HABITAT BIOLÓGICO NATURAL.

A água, como elemento fundamental da natureza viva, abriga inúmeros organismos, representados por algas, protozoários, fungos, bactérias e vírus (Rivera & Martins, 1996; Rebouças, 1999). Muitos desses organismos são preferencialmente de vida livre devido suas exigências, embora ocasionalmente se adaptam ao homem, podendo até atuar como patógenos na água de consumo, como atualmente em destaque o protozoário *Cryptosporidium* sp e as espécies bacterianas *Aeromonas hydrophyla* e *Pseudomonas aeruginosa* (Reasoner, 1998).

Entretanto há também, nestes habitats, microrganismos adaptados à flora intestinal humana e que normalmente não produzem doenças entéricas ou outra patologia veiculada por água de consumo. Encontram-se nesse grupo vários gêneros bacterianos da família *Enterobacteriaceae* como, por exemplo: *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Providencia* e subespécie comensal de *Escherichia coli* (Nogueira *et al.*, 2003; Madigan *et al.*, 1997).

É interessante ressaltar que a quase totalidade desses microrganismos é incapaz de viver em sua forma adulta ou reproduzir-se fora do organismo que lhe serve de hospedeiro, tendo, portanto, vida limitada quando se encontra na água, isto é, fora de seu habitat natural (Reasoner, 1998).

1.4 A ANÁLISE DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO NO BRASIL

Cada um dos usos da água requer características qualitativas diferentes, isto é, as exigências quanto ao grau de pureza variam com o emprego que será feito da água (Brandão, 2001).

Os padrões bacteriológicos de qualidade da água são baseados especificamente na proteção do consumidor, evitando então as doenças de veiculação hídrica (Nogueira *et al.*, 2003). A segurança microbiológica da água de consumo é comumente avaliada através da enumeração de indicadores, principalmente *E. coli* e coliformes fecais. Este dado indica em que grau a água está recebendo poluição fecal, bem como o risco da presença de patógenos (WHO, 1997).

Segundo Madigan *et al.* (1997) ainda no vigésimo século, não existiam práticas de tratamento de água efetivas e não havia nenhum método bacteriológico para avaliar a significação da poluição da água, destinada ao consumo, para a saúde pública. Foram introduzidos os primeiros procedimentos de contagem de coliformes em 1905. Até então, nada se praticou em purificação de água, era principalmente para fins estéticos, remover turvação. De fato a remoção da turvação através de filtração provê uma diminuição na carga microbiana da água, assim, a filtração fez um bom papel deixando a água de beber mais segura. Mas somente filtração era de valor parcial, pois muitos organismos passavam através do filtro. Foi a descoberta da eficácia do cloro como desinfetante de água, em aproximadamente 1910 que teve grande impacto.

Para Brandão (2001), a expressão *qualidade de água*, freqüentemente utilizada, refere-se a um padrão tão próximo quanto possível do *natural*, isto é, da água tal como se encontra

nos rios e nascentes, antes do contato com o homem. Além disso, há um grau de pureza desejável, o qual depende do uso que dela será feito.

A Resolução Nº 247 de 29 de Novembro de 2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2000) diz que a água pura, no sentido rigoroso do termo, não existe na natureza, pois ela possui uma série de importantes propriedades, como por exemplo, a de ser um ótimo solvente. Por isto nunca é encontrada em estado de absoluta pureza. A água possui uma série de impurezas que vão lhe imprimir suas características físicas, químicas e biológicas. Destas características depende a qualidade da água, ou seja, o conceito de impureza de uma água tem significado relativo em função de seus múltiplos usos (Oliveira, 1987). Águas destinadas ao consumo humano possuem variáveis e limites diferentes das águas destinadas a esportes aquáticos, proteção da vida aquática, irrigação e uso industrial (Brandão, 2001).

1.4.1 Grupo Coliforme como Indicador de Qualidade de Água

O interesse mundial na qualidade de água para consumo está numa associação entre água contaminada e doenças infecciosas (Musa *et al.*, 1999). Em 2000, Welch e colaboradores estimaram que 40% da população, em muitos países da América Latina, consumiam água de qualidade inferior.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (1997), a contaminação fecal, juntamente com a deficiência no tratamento adequado da água para consumo, tem sido responsável por muitas doenças de origem hídrica.

Momba & Kaleni (2002), ao detectarem diversas enterobactérias, como *Salmonella* sp e *Escherichia coli*, em recipientes usados para armazenar água de consumo, afirmam que a água que achamos estar limpa e pura possivelmente está suficientemente contaminada com microrganismos patogênicos que são um risco para saúde. Portanto de acordo com APHA (1998), alguns meios são necessários para assegurar que a água está própria para o consumo. Madigan *et al.* (1997) define como umas das principais tarefas da microbiologia da

água, o desenvolvimento de métodos laboratoriais que podem ser usados para detectar o contaminante microbiológico que pode estar presente na água para consumo.

Organismos transmitidos por água normalmente crescem no trato intestinal e deixam o corpo nas fezes. A poluição fecal em água de abastecimento pode acontecer, portanto, se a água não é tratada corretamente os patógenos infectam um novo hospedeiro quando a água é consumida (Robbins-Browne, 1987; Bruni *et al.*, 1997). A água é consumida em quantidades grandes, portanto pode ser infecciosa mesmo se contiver um número pequeno de organismos patogênico.

Não é usualmente prático examinar diretamente a água para os vários organismos patogênicos que podem estar presentes. D'Aguila *et al.* (2000) dizem que uma enorme variedade de patógenos humanos estão associados a água de consumo incluindo bactérias, vírus e protozoários.

Conferir toda a água fornecida para consumo para cada um destes agentes seria um trabalho difícil e demorado. Então, na prática, são usados organismos indicadores. Segundo Lopez-Pila & Szewzyk (2000), estes são organismos associados ao trato intestinal cuja presença em água indica que esta tem recebido contaminação de origem intestinal. Os mais usados, na sanitização da água, são os organismos do grupo coliforme.

Este grupo consiste de diferentes gêneros de bactérias pertencentes a família *Enterobacteriaceae* que são bactérias aeróbicas e anaeróbicas facultativas, gram-negativas, não formadoras de esporo, que fermentam lactose com formação de gás dentro de 48 horas de incubação a 35°C (Pelczar *et al.*, 1980; Trabulsi, 1996; Madigan *et al.*, 1997; APHA, 1998; Tortora *et al.*, 2000; Medeiros, 2002). Segundo Trabulsi (1996), dentro da família *Enterobacteriaceae* encontram-se as bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Shigella*, *Edwardsiella*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus*, *Providencia*, *Morganella*, *Yersinia*, *Erwinia*.

A determinação de bactérias do grupo coliforme tem sido utilizada no monitoramento de qualidade das águas (Rompre *et al*, 2002). A presença destes microrganismos na água é assumida como indicadora de riscos potenciais à saúde, devido à sua associação no intestino com patógenos como *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Mycobacterium*, *Pasteurella*, *Leptospira* e vírus entéricos (Reasoner, 1998; Lopez-Pila & Szewzyk, 2000). Medeiros (2002) relata que embora estes microrganismos estejam relacionados com contaminação fecal, proveniente de animais de sangue quente, podem também ser encontrados em outros locais, oriundos de vegetais e do solo.

Diversos estudos têm sido realizados em todo mundo a cerca de qualidade microbiológica de água de consumo. Dentre as bactérias citadas muitas, como as *Citrobacter* sp, *Klebsiella* sp, *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp, têm sido comumente encontradas. Foi observado, por exemplo, em pesquisas de Ramteke *et al.* (1992), Alves *et al.* (2002), Egwari & Aboaba (2002), Nogueira *et al.* (2003) e Brum *et al.* (1977).

É importante ressaltar que a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA-2000) critica a utilização destes microrganismos como indicadores de poluição fecal em países tropicais. Isto porque vários trabalhos mostram que *E. coli* tem sido encontrada nos solos e corpos d'água, onde a contaminação destes ambientes tem mostrado que é improvável que a fonte destas bactérias seja contaminação humana (Byappanahalli & Fujioka, 1988; Fujioka *et al.*, 1981).

A utilização do grupo coliforme como indicador de qualidade de água é um tema que tem gerado polêmica entre os pesquisadores. Entretanto ainda hoje é o método recomendado pela portaria que regulamenta a qualidade da água (Brasil, 2000).

1.4.2 Patógenos e Endemias de Veiculação Hídrica

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, 80% de todas as doenças de origem hídrica e mais que um terço das mortes em países em desenvolvimento, são causadas pelo consumo de água contaminada (Rivera & Martins, 1996). Sabe-se também que a cada ano

15 milhões de crianças de zero a cinco anos morrem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de água e esgoto (Burn *et al.*, 2002; Alves *et al.*, 2002; Freitas *et al.*, 2001; Ashraf e Yunus, 1997; WHO, 1997).

1.4.2.1 Bactérias

As bactérias patogênicas mais frequentemente transmitidas por via hídrica são *Salmonella typhi* e *Vibrio cholerae* (Moore, 1994). Segundo Ângulo *et al.* (1997) e Agard *et al.* (2002), o gênero *Salmonella* é, mundialmente, um dos principais causadores de doenças veiculadas por água e alimentos.

As *Salmonellas* podem sobreviver por 87 dias em água de abastecimento público (Rivera & Martins, 1996). Conforme Tortora *et al.* (2000) a patogenicidade das salmonelas varia de acordo com o tipo sorológico, idade e condição de saúde do hospedeiro. O sorotipo de *Salmonella* mais virulento é *S. typhi* que causa a infecção bacteriana febre tifóide.

Uma doença mais freqüente que a febre tifóide, porém menos séria é a salmonelose causada por outras espécies do gênero *Salmonella*.

Em 1994, Moore *et al.* verificou que um grande número de casos de doenças bacterianas de origem hídrica ocorrido nos EUA tem sido devido às salmonelas. No período de 1961 a 1970, foram relatados 13 surtos de salmonelose com 16.730 casos relacionados à água utilizada como bebida (Rivera & Martins, 1996). Enquanto que na Índia, no período de 1975 – 1976, foram descritas, por Sather *et al.* (1983), epidemias de febre tifóide por contaminação da água de reservatório público com água de esgoto.

No Brasil, em 1954 foi relatada uma epidemia de febre tifóide que ocorreu no município de Itatiba, estado de SP, e concluiu-se que a contaminação da água de abastecimento público com esgoto foi a responsável pela eclosão da epidemia (Martins, 1979).

Num estudo na Bacia do Jacuí, cuja água é utilizada para consumo em mais da metade dos municípios do Rio Grande do Sul, Lisboa (1988) detectou alta contaminação por

Salmonella nas amostras de água. Segundo o autor este resultado esteve linearmente relacionado com os teores de coliformes.

Em São Paulo, no período de 1974 – 1977, através da avaliação do significado sanitário da presença de salmonela em ambientes aquáticos, Martins (1979) constatou a presença de *Salmonella* em 27% de 214 amostras de água bruta. Na cidade de Belo Horizonte (MG), Ferreira, (1976), isolou salmonelas em águas superficiais dos rios Arrudas e da Onça, receptores naturais de esgoto. Num outro estudo sobre avaliação da qualidade microbiana de diversas fontes de água (reservatórios, rios, poços, nascentes e água de torneiras) na região de Araraquara, SP, foram encontrados 24 diferentes sorotipos de *Salmonella* (Falcão *et al.*, 1993). Em 1993, Lanna, detectou a presença do enteropatógeno *Salmonella* em 22 casos de diarreia no município de Ouro Preto, Minas Gerais.

A taxa de mortalidade por febre tifóide é de cerca de 1 a 2%, em épocas remotas era no mínimo 10%. Antes do saneamento básico adequado, do tratamento de água e da higiene dos alimentos, a febre tifóide era uma doença extremamente comum. Sua incidência tem declinado, enquanto a salmonelose tem aumentado. Segundo Tortora *et al.* (2000), a febre tifóide ainda é causa de morte em partes do mundo com mau saneamento.

Conforme Rivera *et al.* (2001), a cólera é uma doença causada pelo *Vibrio cholerae*, uma bactéria gram-negativa, transmitida quase exclusivamente por água contaminada. A enterotoxina da cólera causa uma diarreia ameaçadora que pode resultar em desidratação e morte do paciente. A doença varreu o mundo em sete epidemias principais, a mais recente em 1961. Hoje a doença está virtualmente ausente em países desenvolvidos, embora ainda é comum em áreas onde o tratamento de esgoto ou é precário ou não é praticado. Reasoner (1998), afirma que o controle da cólera depende principalmente de medidas de serviço de saúde pública satisfatórias, particularmente no tratamento de esgoto e a purificação da água destinada ao consumo humano. O organismo *V. cholerae* pode aderir à flora normal em água fresca e sobreviver por longo tempo.

Um dos microorganismos mais prolíficos no trato intestinal humano é a *Escherichia coli*. De acordo com Zmirou *et al.* (1997) e Strauss *et al.* (2001), esta normalmente é inofensiva, mas determinadas subespécies podem ser patogênicas, sendo que muitas delas produzem toxinas que causam distúrbios gastrintestinais.

A espécie *Escherichia coli* compreende grande número de grupos e tipos sorológicos. Os sorogrupos que são agentes de infecção intestinal correspondem a quatro categorias de *Escherichia coli* enteropatogênica; denominadas: *Escherichia coli* enteropatogênica clássica (EPEC), *Escherichia coli* enterotoxigênica (ETEC), *Escherichia coli* enteroinvasora (EIEC) e *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC) (Trabulsi, 1996). Benicio & Monteiro (2000) afirmam que as EPEC são os agentes mais freqüentes de diarreia infantil, no Brasil.

Além de infecção intestinal, a *Escherichia coli* também está associada a outras infecções humanas como as urinárias, meningite de recém-nascido e bacteremia, denominadas infecções extra intestinais por *E. coli* (Robbins-Browne, 1987).

Outros microorganismos causadores de doenças originadas por água contaminada são as bactérias do gênero *Shigella*. A doença humana, causada pela *Shigella*, é a chamada shigelose ou disenteria bacilar, caracterizada por invasão e destruição da camada epitelial da mucosa, com intensa reação inflamatória. A shigelose apresenta uma fase diarreica mediada por toxinas (APHA, 1998).

Num estudo acerca dos aspectos epidemiológicos e fatores de virulência das *Aeromonas*, Ghenghesh (1989) relata que as espécies desse gênero estão amplamente distribuídas em ambientes de água doce, salgada e salobra, compondo a microbiota de peixes e anfíbios. Este gênero tem sido isolado de casos de diarreia em crianças no Chile, em 7,1%, na Austrália, em 10,8%, no Japão, em 11,1%, e no Brasil, em 19% dos casos.

Matte (1995), ao investigar *Aeromonas* spp em águas para abastecimento público, verificou que no Brasil, após análise de 64 amostras de água de superfície e 24 de sedimento provenientes da Represa de Guarapiranga, foram encontradas várias espécies

deste gênero: 18,7% de *A. hydrophila*, 31,2% de *A. caviae*, 43,7% de *A. sóbria* e 76,6% de *A. jandaei*, o que indica um risco à saúde da comunidade.

1.4.2.2 Vírus

Dentre os vírus transmitidos por via hídrica incluem poliovírus, causador da poliomielite, e outros vírus do grupo enterovírus, como também o vírus da hepatite A e os vírus associados a gastroenterites, além dos agentes do tipo Norwalk que podem causar gastroenterites infecciosa aguda. Existem várias formas de transmissão do poliovírus, porém a que se dá através da água pode ser de grande preocupação em algumas áreas (APHA, 1998).

A contaminação de águas doces ou marinhas por lançamentos de águas de esgoto tem contribuído também para a ocorrência de epidemias de diarreia e hepatite A na população humana em diversos países. A escassez de água doce já é uma ameaça atual, por isso o uso racional da água e principalmente o seu reuso se farão obrigatórios em futuro bem próximo (Nanan *et al.*, 2003).

Mehnert (2001) pesquisando vírus em ambientes aquáticos, afirma que os vírus entéricos, como por exemplo, vírus da poliomielite, rotavírus, vírus da hepatite tipo A e alguns tipos de adenovírus, são excretados nas fezes e na urina em grandes quantidades por indivíduos infectados e são freqüentemente encontrados em águas contaminadas por lançamentos de esgoto. Uma vez ingeridos juntamente com a água ou alimentos irrigados ou cultivados nestas águas, podem vir a causar doença. Estudo anterior, também realizado por Mehnert (1988), demonstrou que, apesar das pequenas quantidades de vírus existentes nas águas de córregos, de esgoto e de abastecimento público uma unidade infectante de vírus é suficiente para infectar um hospedeiro susceptível.

A qualidade da água sempre foi avaliada utilizando bactérias do grupo dos coliformes como indicadores biológicos. Entretanto, nos últimos anos com o avanço dos métodos de estudo em virologia e, principalmente, com a introdução de métodos moleculares para fins

de detecção e identificação viral, alguns pesquisadores, como Pina *et al.* (1998) têm proposto uma reavaliação do uso destes indicadores biológicos. Este fato é justificado pela maior instabilidade das bactérias frente aos fatores ambientais e processos de tratamento de água do que os vírus (Payment *et al.*, 1985). Assim sendo, Mehnert (2001) relata alguns aspectos que favorecem a inclusão dos vírus como indicadores biológicos da qualidade da água como: boa resistência aos fatores ambientais e aos métodos de tratamento de água, inclusive cloração; alguns tipos de vírus circulam no meio ambiente o ano todo; estão presentes em quantidades detectáveis; não guardam nenhuma correlação em termos quantitativos com os atuais indicadores (coliformes fecais).

De todos os fatores mencionados, o quarto é o mais forte indício de que uma água livre ou com baixíssima contagem de coliformes jamais poderá ser considerada livre de vírus. Estudos comparando os números de enterovírus (Stewien, 1979) e de rotavírus (Mehnert, 1988) com os de coliformes fecais mostraram que não há uma correlação entre estes agentes nas amostras de água de esgoto e córrego examinadas.

Os estudos nesta área da virologia ambiental ainda são muito restritos, pois exigem a análise de amostras volumosas, que necessitam a aplicação de métodos de concentração eficientes e de métodos de detecção sensíveis, muitas vezes onerosos e de complexa implantação. Contudo, a aplicação das metodologias existentes possibilitará não só avaliar a qualidade da água a ser reutilizada pela população, mas conhecer a circulação dos vírus patogênicos humanos mais importantes em nosso país. (Kuttigul *et al.*, 2001)

Além disso, uma avaliação adequada da qualidade da água a ser devolvida ao meio ambiente, quanto aos parâmetros físico-químicos, parasitológicos, bacteriológicos e virológicos é fundamental para re-estabelecer o equilíbrio na natureza e conseqüentemente a qualidade de vida da população.

Os vírus não são habitantes normais da flora intestinal, eles só são excretados por indivíduos infectados, principalmente as crianças. Segundo Cardoso *et al.* (2001) as taxas de

infecção variam consideravelmente de área a área, dependendo das condições sanitária e socioeconômica.

O tratamento de esgoto, diluição, inativação natural e tratamento de água reduzem a quantidade viral no ambiente. No entanto grandes surtos de doença viral de origem hídrica podem acontecer quando ocorre a contaminação da água destinada ao consumo humano por esgoto (Cardoso, 2001). Uma pequena carga viral é capaz de ocasionar a transmissão de infecções virais de origem hídrica, mesmo em nações tecnologicamente avançadas. Embora o risco de infecção pode aumentar de acordo com a quantidade da água contaminada ingerida (APHA. 1998).

Segundo Mehnert & Stewien (1993), em estudo sobre concentração de rotavírus em água, a porcentagem de indivíduos que desenvolvem doenças clínicas pode ser tão baixo quanto 1% para poliovírus e tão grande quanto 97% para hepatite A.

Em 1992, Hara, num estudo de rotavírus em crianças sob atendimento ambulatorial na cidade de São Paulo, detectou presença de rotavírus em 90% dos casos de diarreia estudados.

A maioria de doenças virais de origem hídrica ocorrida nos Estados Unidos foi causada devido ao consumo de água a partir de fontes não oficiais de fornecimento e de água de fontes privadas contaminada por esgoto sem tratamento ou que foi tratado inadequadamente. Além dos surtos de infecções virais em comunidade que recebem água tratada devido à contaminação da rede do sistema de distribuição de água (Stewien, 1979).

Kittigul *et al.* (2001), ao pesquisar rotavírus em água, afirma ser este o principal agente causador da severa diarreia infantil e é encontrado em esgoto e água contaminada por esgoto. Em países em desenvolvimento foram descritos casos de gastroenterites viral devido à ingestão de águas contaminadas por esgoto, sendo assim de importante interesse para a saúde pública. Em 1993, numa vigilância para diarreia infantil aguda realizada por Lanna, em Ouro Preto, o rotavírus foi o patógeno mais comum, detectado em 16,8% dos

casos. A fonte de água consumida por muitos habitantes da região é obtida a partir do rio Tripui e das fontes de água conduzidas por mangueiras às residências, onde resíduos domésticos e industriais, rico em materiais orgânicos eram descartado. Neves *et al.* (2002a), em uma recente pesquisa, em quatorze bairros pobres, para investigação de bactérias do grupo coliformes em água de abastecimento, detectaram contaminação na maioria das residências. Os mesmos realizaram, também neste período, uma pesquisa para diarreia infantil aguda e através do método de ELISA o rotavírus foi detectado em 13,5% dos casos.

1.4.2.3 Protozoários

A giardíase é uma forma de gastroenterite aguda causada por um protozoário parasita, *Giardia lamblia*. Este é um protozoário flagelado que é transmitido aos humanos principalmente por água contaminada, embora tenha sido documentada transmissão por alimentos e até mesmo sexual de giardíase (Madigan *et al.*, 1997).

Diferentes números de amebas habitam os tecidos de humanos e outros vertebrados, normalmente na cavidade oral ou área intestinal. Alguns destes são patogênicos. *Entamoeba histolytica*, o causador da amebíase, é um comum protozoário patogênico transmitido a humanos principalmente através de água contaminada e ocasionalmente através de alimentos. Em regiões que praticam tratamento de esgoto sanitário a doença tem baixa incidência de ocorrência. Tratamento de esgoto ineficaz ou uso água de superfície para consumo sem tratar são enredos habituais para casos amebíase (Tortora *et al.*, 2000).

Segundo Gambá (2000), o protozoário parasita *Cryptosporidium* é considerado como um importante patógeno emergente de veiculação hídrica, causador de gastroenterites e diarreias auto-limitadas em indivíduos sadios e infecções crônicas em imunodeficientes.

O *Cryptosporidium* é eliminado na forma de oocistos pelas fezes do homem e de animais infectados. A transmissão pode ocorrer através do contato entre indivíduos ou animal-indivíduo, ingestão de água e alimento contaminados, ou contato com superfícies ambientais contaminadas (Coutinho-Farias, 2000). Duncanson *et al.* (2000) ao pesquisar

Cryptosporidium em água de consumo relatou que a veiculação hídrica do referido protozoário é facilitada devido ao fato dos seus oocistos serem bastante resistentes às pressões ambientais, podendo sobreviver por vários meses no ambiente aquático e são também resistentes à desinfecção por cloro utilizada no tratamento convencional de água.

O *Cryptosporidium* foi indicado como responsável por inúmeros surtos documentados desde 1983, afetando mais de 427.000 indivíduos. Estes surtos foram associados ao consumo de água contaminada com oocistos, tratadas ou não, e também ao contato com águas recreacionais. Espíndola (2001) afirma que atualmente o *Cryptosporidium* é a mais significativa causa de doenças de veiculação hídrica nos Estados Unidos.

O maior surto de criptosporidiose descrito na literatura ocorreu em 1993 em Milwaukee, EUA, devido a deficiência no tratamento de água, onde aproximadamente 403.000 indivíduos foram infectados e 54 óbitos documentados (Muller, 1999). Conforme Mackrznzie *et al.*(1994), a criptosporidiose humana foi identificada em mais de 60 países, predominando em países subdesenvolvidos, provavelmente, pela falta de condições básicas de saneamento e tratamento de água ineficiente.

No Brasil, inúmeros casos de criptosporidiose já foram descritos na literatura em várias cidades, principalmente no estado de São Paulo. Segundo Ministério da Saúde, no período de 1980 a 1999 foram notificados 4691 casos da doença em 155.590 casos de AIDS. No município de São Paulo, o total de casos notificados de AIDS foi de 36.336 constando ocorrência de criptosporidiose em 1013 (Muller, 1999).

Por ser a água o veículo mais importante na transmissão de oocistos de *Cryptosporidium*, muitos estudos têm sido feitos sobre a ocorrência do parasita em esgotos, águas superficiais, subterrâneas e tratadas em vários países (Mackrznzie, *et al.*, 1994). Porém, de acordo com Gamba (2000), no Brasil, poucos são os estudos referentes a ocorrência do *Cryptosporidium* em águas superficiais, subterrâneas e principalmente tratadas.

1.5 A CAPTAÇÃO E O FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO

Os nossos sistemas de abastecimento de água geralmente são ramificados, isto é, partem de um núcleo central e vão se expandindo para a periferia à medida que as necessidades se apresentam. Em consequência desse tipo de configuração a periferia é a parte débil do sistema e, como tal, é nela que ocorrem as principais deficiências. Nestas áreas, devido ao intenso crescimento das demandas, as instalações e equipamentos tendem a rapidamente entrar em colapso, tornando-se insuficientes para atender novos consumidores (Alonso e Freitas, 1988).

O município de Ouro Preto dispõe de um número muito reduzido de poços tubulares. Este pequeno número de poços justifica-se pela abundância e relativamente farta disponibilidade de água superficial na região, onde se destaca a ocorrência de grande número de nascentes e fontes (Pimentel, 2001; Mayor, 2002).

Cruz (1994), ao realizar um estudo sobre pontos d'água no município, abrangeu o levantamento de poços, nascentes e fontes e estabeleceu uma rede de observação e coleta de água superficial, convenientemente distribuída nos principais cursos d'água da bacia. Estas observações e amostragens tiveram como objetivo permitir uma caracterização geral da qualidade das águas superficiais nos períodos seco e chuvoso.

No mesmo estudo, Cruz (1994) verificou também que dentre as nascentes e fontes estudadas, a maior parte constitui captações do sistema de abastecimento de água de Ouro Preto, operado pela Prefeitura Municipal. O sistema atual conta, atualmente, com 22 captações, sendo a maioria proveniente de águas subterrâneas, superficiais, minações, nascentes e fontes.

De acordo com Pimentel (2001), as águas subterrâneas de Ouro Preto são utilizadas atualmente através da captação e aproveitamento de fontes e nascentes e em menor número através de poços tubulares, para abastecimento doméstico, público ou institucional.

Além das principais, existem ainda pequenas captações particulares ou de uso coletivo em bairros da periferia e chafarizes públicos que datam da época colonial e dos quais se abastece ainda parte da população. Na zona rural, as populações se abastecem principalmente a partir dos mananciais de superfície, nascentes e fontes (Cruz, 1994).

No total, as captações de água superficial fornecem um volume de 6.480 m³/dia; as captações de água de fontes produzem em torno de 6.091m³/dia de água, enquanto os poços são responsáveis por uma produção máxima em torno de 2.400m³/dia (Alvim, 1994).

De acordo com observações de Las Casas (1994) e informações obtidas no Departamento de Água e Esgoto da Prefeitura local o sistema municipal de abastecimento de água de Ouro Preto não é satisfatório, tendo sido implantado na década de 40 e seu estado de conservação é ruim. O abastecimento é administrado pela própria prefeitura, não havendo pagamento do uso da água pela população. Segundo informações de Mayor (2002), Departamento de Água e Esgoto Municipal, o sistema é bastante complexo uma vez que possui ao todo 15 captações, mostrados na Tabela 1.1, que fazem a distribuição no distrito sede.

Tabela 1.1: Relação das Captações de água para distribuição municipal.

Captação	Curso d'água	Vazão mínima	Tratamento
Jardim Botânico	Passa Dez	45 l/s	Cloração
Itacolomi	Itacolomi	35l/s	Convencional
Nossa Sra do Carmo	Pocinho	15l/s	Cloração
Tassara (Res. IX)	Mina	40l/s	Cloração
Reservatório III	Nascente	60l/s	Cloração
Reservatório IV	Nascente	40l/s	Cloração
Banheira (Res.V)	Nascente	30l/s	Cloração
Encardideira (Res.VII)	Nascente	15l/s	Cloração
João Augusto (R. VIII)	Mina	10l/s	Cloração
Escola Normal (R.X)	Nascente	10l/s	Cloração
Catra	Nascente	5l/s	Cloração
Morro São João	Nascente	5l/s	Cloração
15 de Agosto	Nascente	10l/s	Cloração
Pico do Amor	Nascente	5l/s	Cloração
Veloso (Minall)	Mina	15l/s	Cloração

Fonte: Alvim, 1994.

Com exceção das captações do Jardim Botânico, do Itacolomi e do Pocinho, todas as outras estão localizadas na região urbana da cidade. São nascentes que hoje, devido ao crescimento da cidade, estão cercadas de residências, ruas, redes de esgotos, etc. Algumas delas são antigas minerações que adentram as encostas dos morros. Além disto, existem algumas captações de mananciais subterrâneos.

Inúmeras captações (estima-se 40) particulares existentes em nascentes na área urbana não possuem controle sanitário dos órgãos competentes. Outras características interessantes de Ouro Preto são os antigos chafarizes da cidade. A Tabela 1.2 relaciona aqueles que foram tombados pelo patrimônio.

Tabela 1.2: Relação dos chafarizes localizados no município e a proveniência de sua água.

Nome	Abastecimento
Sobrado das Lages	Nascente
Caminho das Lages	Reservatório VI
Barra	Reservatório IV
Praça de Marília	Reservatório VII
Passo de Antônio Dias	Reservatório IV
Contos ou São José	Jardim Botânico
Glória	Reservatório IV
Largo Frei Vicente Botelho	Reservatório IV
Alto da Cruz	Reservatório IX
Praça Tiradentes	Jardim Botânico/Reservatório VI
Quartel	Jardim Botânico
Morro São Sebastião	Reservatório XII
Rosário ou Caquente	Reservatório IV/III
Rua das Cabeças I	Jardim Botânico
Rua das Cabeças II	Jardim Botânico
Alto das Cabeças	Jardim Botânico
Águas Férreas	Nascente
Pilar	Reservatório IV
Rua Barão de Ouro Branco	Reservatório XIII
Samaritana	Reservatório VI
Jardim Botânico	
N. S. Conceição Antônio Dias	Reservatório VI
Coluna	Jardim Botânico

Fonte: Alvim, 1994.

Com algumas exceções, estes chafarizes são abastecidos por reservatórios municipais onde é feito a cloração (Mayor, 2002). Devido a este sistema de abastecimento utilizar mananciais de área urbana, considera-se de extrema importância a preservação das poucas áreas verde ainda existente na cidade, como por exemplo: as matas ciliares e áreas verdes.

Segundo informações obtidas no Departamento de Água e Esgoto da Secretaria de Obras Municipal, no caso de Ouro Preto, o único tratamento que a água recebe antes de ser consumida é a cloração, quando recebe (Mayor, 2002).

O estudo da qualidade bacteriológica dos mananciais utilizados para abastecimento de comunidades, segundo observações de Isquith & Winters (1987), Egwari & Aboaba (2002) e Reid *et al.* (2003), torna-se importante como forma de proteção a saúde da população usuária e imprescindível, diante da inexistência de dados de caracterização destas águas.

Pesquisa realizada em 1998 por Gazzinelli *et al.*, diz que mundialmente poucos estudos, e até então, nenhum no Brasil, investigou o uso de múltiplas fontes de água, na maioria das vezes não tratada, por diversas residências. No referido trabalho, a autora pesquisou em uma comunidade rural de Itabirinha de Mantena, município de Minas Gerais, a preferência por utilização de fontes alternativas de obtenção de água. Eram diversas residências que compartilhavam da mesma fonte.

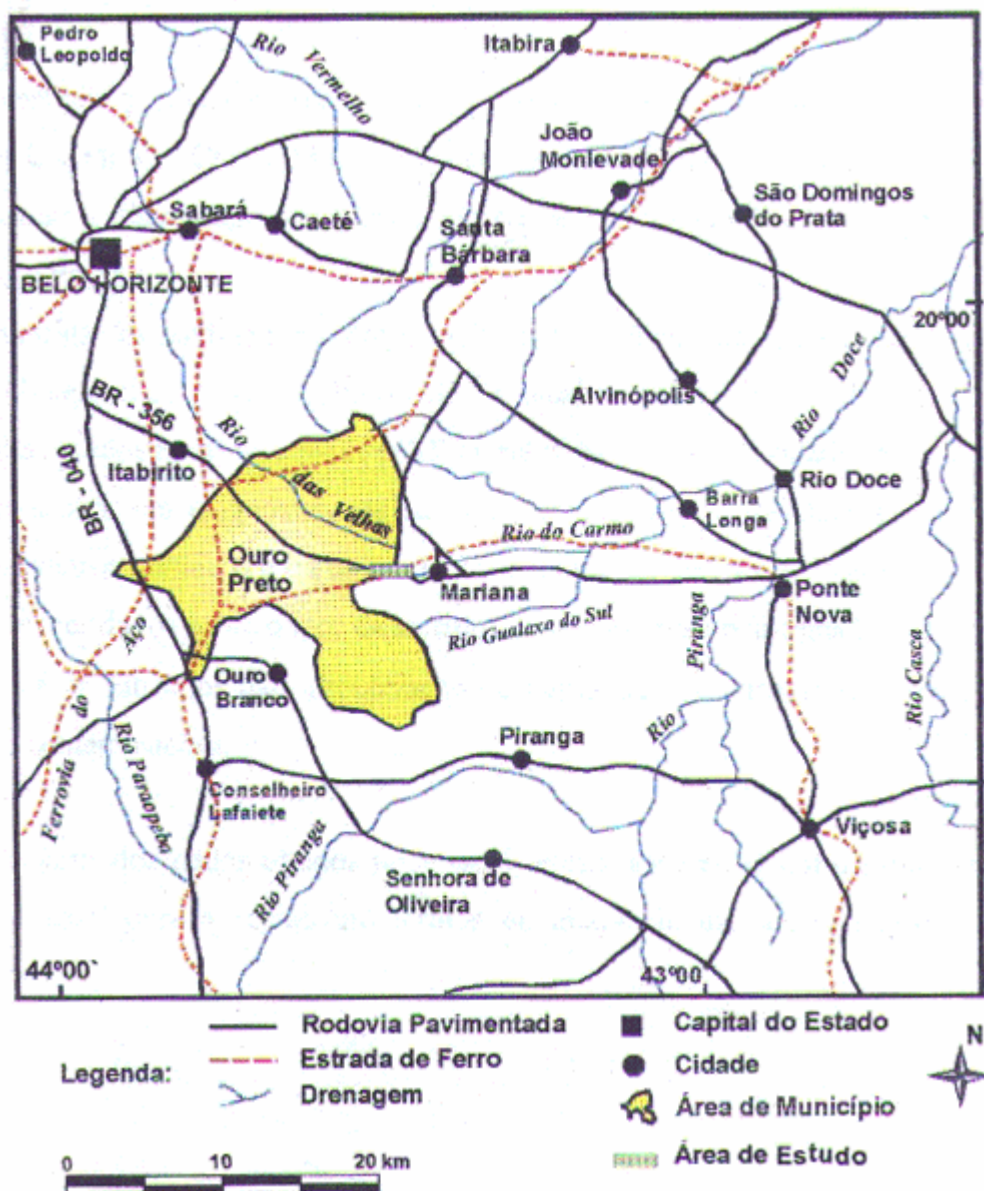
Para Freitas & Almeida e Manfredini a água subterrânea, além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento de água de consumo humano, para as populações que não têm acesso a rede pública de abastecimento. Sabioni (2001) e Neves, *et al.* (2002b) pesquisando a água de consumo no município de Ouro Preto, verificaram que um grande número de residências, às vezes todo um bairro, utiliza mananciais próximos, como mina, nascentes entre outros, como forma de obtenção de água para o consumo. Isto devido à ineficiência do sistema de abastecimento de água potável municipal.

A experiência tem demonstrado a existência, em várias cidades brasileiras, de grande número de ligações de água não cadastradas, feitas sem conhecimento dos órgãos responsáveis pelo serviço. Essas ligações clandestinas, além de constituir um problema sanitário, causam consideráveis prejuízos econômicos ao serviço (Netto, 1971).

1.6 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A cidade de Ouro Preto encontra-se na porção sudeste do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Situada a 1.061 m de altitude, tem sua localização determinada pelas coordenadas geográficas 20°23'13" S e 43°30'25" W (Figura 1.4).

O município de Ouro Preto, com área de 1.247 Km², é constituído por onze distritos, fazendo parte da Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e Microrregião de Ouro Preto, juntamente com os municípios de Diogo Vasconcelos, Itabirito e Mariana. Seu território é drenado por águas de duas grandes bacias, a do rio São Francisco e a do rio Doce. A Serra Geral é o divisor de águas. A bacia do São Francisco, que ocupa menor parcela, está representada principalmente pelo rio das Velhas, que tem aí suas nascentes. Ocupando maior parte do município, a bacia do rio Doce é representada principalmente pelos rios Mainart, Piracicaba, Gualaxo e do Carmo. É a partir da confluência deste último com o rio Piranga que se aplica a denominação de rio Doce, ao curso de água subsequente (Pimentel, 2001).



Fonte: Pimentel, 2001.

Figura 1.4: Mapa de Localização de Ouro Preto.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 – Objetivo Geral

- Avaliar a qualidade microbiológica da água de consumo dos bairros periféricos e distritos rurais do município de Ouro Preto, Minas Gerais.

1.7.2 – Objetivos Específicos

- Investigar o potencial patogênico das fontes fornecedoras de água para consumo, dos sistemas de tratamento e distribuição da rede municipal, das redes de abastecimento alternativas e residências locais.
- Isolar e identificar enterobactérias e patógenos entéricos a partir das fontes, dos sistemas de distribuição e residências locais.
- Avaliar a incidência de patologias associadas aos agentes de transmissão hídricas dos moradores.

II – METODOLOGIA

2.1– OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

2.1.1– Período e Área de Estudo

A investigação foi realizada durante os meses de Outubro de 2001 a Fevereiro de 2003, em duas etapas principais visando os períodos de estação seca e chuvosa.

A área estudada compreende bairros periféricos e distritos rurais do município de Ouro Preto. Dentre os bairros periféricos estão Morro da Queimada, Morro Santana, Vila Isabel (Novo Horizonte), Pocinho (Nossa Sra do Carmo), Taquaral, Liberdade, Bauxita e Barra. Enquanto que os Distritos Rurais estudados foram Santa Rita, Cachoeira do Campo, Santo Antônio do Leite, Antônio Pereira e Bocaina.

A Figura 2.1 mostra a localização dos bairros dentro do município. Estes foram selecionados para o devido estudo baseado em alguns critérios que serão relatados a seguir:

- A maioria das habitações apresenta grandes problemas no abastecimento de água tratada, não recebendo água proveniente de um dos sistemas de tratamento e distribuição local; Possuem diversas fontes de água natural;
- Realizam uma forma alternativa não oficial de abastecimento.

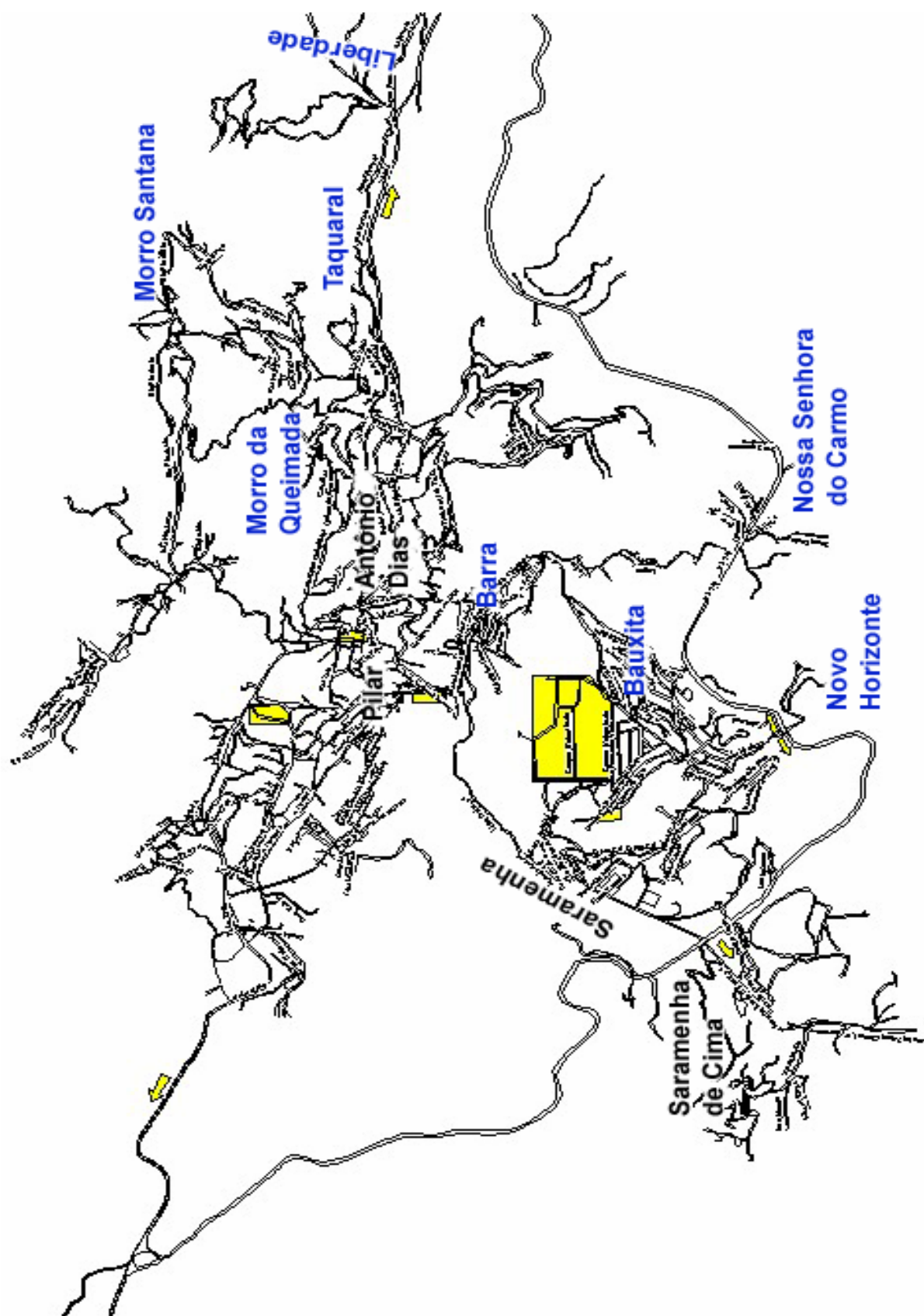


Figura 2.1: Localização dos bairros amostrados dentro do município (**Bairros estudados**)

2.1.2– Seleção dos Pontos de Coleta

Os pontos de coleta foram selecionados com base em critérios ambientais e sanitários, partindo da análise do mapa do sistema de distribuição de água fornecida pelos sistemas de tratamento e distribuição municipal.

As coletas para análise bacteriológica foram feitas em 161 pontos previamente determinados na etapa de reconhecimento, perfazendo um total de 226 amostras de águas utilizadas para abastecimento público. Esses pontos encontram-se distribuídos da forma, a saber:

- 15 sistemas de tratamento e distribuição que abastecem o município:
 - Sistema de São Sebastião
 - Sistema Morro São João
 - Sistema Nossa Senhora do Carmo (Pocinho)
 - Sistema Saramenha de cima
 - ETA - Estação de Tratamento de Água - Itacolomy (Pocinho)
 - Sistema Reservatório Mina 2 (Veloso)
 - Sistema Reservatório 3 (São Cristóvão)
 - Sistema Reservatório 4 (Água Limpa)
 - Sistema Reservatório 5 (Água Limpa)
 - Sistema de Captação e Distribuição Jardim Botânico
 - Sistema Reservatório 7 (Encardideira)
 - Sistema Reservatório 9 (Tassarás)
 - Sistema Reservatório 10 (Escola Normal)
 - Sistema Reservatório 11 (Catra)
 - Sistema de Captação e Distribuição Passa Dez
- 30 minas (de ouro antiga) e nascentes cuja água é utilizada para o consumo humano.
- 102 residências distribuídas nos referidos bairros.
- 10 chafarizes.

- 2 poços (tubular e artesiano).
- 1 córrego.
- 1 cachoeira.

As residências a terem sua água analisada foram selecionadas partir de informações obtidas *in loco*. Foi elaborado um questionário padrão nas entrevistas com perguntas sobre:

- Principal fonte de água destinada ao consumo;
- Condições higiênico-sanitárias de proteção das nascentes;
- Como a água chega a residência;
- Onde é armazenada;
- Recebe algum tratamento;
- Há registros de casos de diarreia infantil;

Foi realizada a investigação de registros clínicos em prontuários médicos nos postos de saúde que atendem os moradores dos bairros estudados no período de 2001 a 2002, a fim de detectar casos de diarreia infantil.

2.1.3 – Amostragem

As amostras de água foram colhidas, transportadas e analisadas de acordo com a metodologia proposta no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

Em cada residência selecionada, 250ml de água foram coletados na forma usualmente consumida pelos habitantes. O mesmo volume foi coletado nas nascentes, minas, poços e sistemas de distribuição.

Para coletas feitas pela torneira desprezava-se o primeiro jato antes de coletar em frascos de vidro devidamente esterilizado (APHA, 1998). Todas amostras foram levadas para laboratório e processadas imediatamente.

2.2 – ANÁLISE DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DAS AMOSTRAS

A vigilância rotineira da qualidade bacteriológica dos sistemas de abastecimento é indispensável tendo em vista a necessidade de proteger a saúde dos consumidores. Sempre que se considera a possibilidade de utilização de uma nova fonte como manancial de abastecimento, é importante fazer inicialmente um estudo bacteriológico, incluindo contagem de organismos coliformes. Dependendo da situação poderão ser necessários outros exames como, por exemplo, a pesquisa de patógenos (Normas Mínimas em Matéria de Abastecimento de Água e Saneamento).

2.2.1 – Pesquisa de Coliformes Totais e Fecais como Indicadores do Potencial Patogênico da Água de Consumo

O procedimento padrão para estimar o número de coliforme tanto pode ser feito pela técnica de fermentação dos tubos múltiplos, através dos testes presuntivo, confirmativo até o completo, ou pela técnica da membrana filtrante. Para o presente trabalho foi escolhido o método convencional da *fermentação em tubos múltiplos*, baseado na habilidade das bactérias coliformes em produzir gás a partir da fermentação da lactose, conforme procedimento técnico usual (APHA, 1998).

Quando tubos múltiplos são usados na técnica de fermentação, o resultado das análises da diluição e replicação dos tubos é relatado em termos de número mais provável (NMP) dos organismos presentes. Conforme APHA (1998), este número baseia-se em fórmulas de probabilidade, sendo uma estimativa da densidade média de coliformes na amostra.

O teste de densidade de coliformes foi o escolhido por oferecer mais segurança à avaliação da eficácia do tratamento da água destinada ao consumo e a qualidade sanitária da água não tratada. A precisão de cada teste depende do número de tubos usados. Informações satisfatórias são obtidas quando a maioria das amostras examinadas mostrar produção ou não produção de gás em todos ou na maioria dos tubos.

Utilizou-se a amostra bruta das amostras coletadas. Para análise de coliformes foram utilizados três meios de cultura de acordo com cada fase do teste: Caldo Lauril Sulfato de Sódio (fase presuntiva para coliforme total), Caldo Verde Brilhante (fase confirmatória para coliforme total) e Caldo EC – *Escherichia coli* (fase completa para coliformes fecais). Essa técnica consiste, essencialmente, na inoculação de dez porções de 10 ml da amostra de água em uma série de dez tubos de ensaio, todos contendo tubos de Durhan invertido, e 10 ml do caldo Lauril em concentração dupla. Os tubos foram incubados a $35 \pm 1^\circ \text{C}$ durante 24/48 horas. Dos resultados positivos evidenciados pela presença de gás nos tubos de Durhan, retirou-se uma alçada de cada tubo e semeou-se em tubos de ensaio, todos contendo tubos de Durhan invertido e 8 ml do Caldo Verde Brilhante. Sendo estes também incubados a $35 \pm 1^\circ \text{C}$ durante 24/48 horas. A positividade, assim como na fase anterior, foi confirmada pela produção de gás nos tubos de fermentação, indicando a presença de bactérias do grupo coliforme. As amostras positivas foram repicadas para caldo EC, 8 ml em tubos de ensaio contendo tubos de Durhan invertido, e os tubos foram então incubados em banho-maria a 45°C por 24 horas. Com a utilização dos tubos múltiplos, os resultados são expressos em Numero Mais Provável (NMP) dos organismos presentes em 100 ml da amostra utilizando-se a tabela específica de cálculos conforme descrito pela American Public Health Association (APHA, 1998).

A técnica do Número Mais Provável (NMP) é um meio de estimar a densidade de microrganismos viáveis em águas. O NMP está diretamente relacionado à frequência de ocorrência de uma série de resultados positivos que são mais prováveis de ocorrer quando um certo número de organismos está presente numa amostra. Esta técnica baseia-se no conhecimento do tipo de distribuição das bactérias numa amostra e na teoria da probabilidade. O NMP é aquele número de organismos por unidade de volume que segundo a teoria estatística teria maior probabilidade de representar o número real de microrganismo do que qualquer outro numero na amostra analisada.

2.2.2 – Isolamento e Identificação de Enterobactérias e Patógenos entéricos da Água de Consumo

Para isolamento e identificação das enterobactérias encontradas seguiu-se a metodologia sugerida por Bailey & Scott (Baron *et al.*, 1994), que foi realizada segundo as seguintes etapas.

1ª Etapa: Enriquecimento da amostra

Foram retirados 05 ml de água de cada amostra coletada e colocados em um tubo Falcon estéril que foi centrifugado durante 7 minutos. Logo após, descartou-se três mililitros do sobrenadante e os dois mililitros restantes foram distribuídos em tubo de ensaio contendo 2ml de TSB – Tryptic Soy Broth, foi levada à estufa a 37°C formando assim uma cultura mista.

2ª Etapa: Isolamento de colônias

Utilizou-se o meio seletivo e indicador Agar EMB – Eosin Methylene Blue Agar – distribuído em placas de Petri para a semeadura com auxílio de uma alça bacteriológica.

3ª Etapa: Obtenção de cultura pura

Após o crescimento de colônias isoladas no meio seletivo, foram selecionadas quatro colônias puras, retiradas com auxílio de uma alça bacteriológica estéril, inoculadas em TSB e levadas para crescimento em estufa a 37°C/24h.

4ª etapa: Identificação dos gêneros e espécies

Os gêneros e espécies bacterianos foram identificados através dos seguintes parâmetros bioquímicos convencionais para a família *Enterobacteriaceae* a partir de culturas puras, conforme metodologia usual.

- **Reações fermentativas de carboidratos (glicose, lactose):**

Observou-se a capacidade fermentativa da bactéria em relação a cada carboidrato individualmente: para isso teve-se em cada tubo caldo contendo peptona, NaCl, o carboidrato em questão e um indicador de pH. Foi usado como indicador o vermelho de fenol, que em

meio ácido é amarelo e em meio neutro e alcalino é vermelho. Se a bactéria fermenta o carboidrato, produzirá ácido orgânico que vira o indicador. Caso contrário, a cor permanece inalterada. Para o teste da glicose, colocou-se também no tubo um tubinho de Durham invertido para captar gás, caso este seja produzido na fermentação (Baron *et al.*, 1994).

- **Reação para verificar a utilização da uréia como única fonte de nitrogênio:**

Para esta reação, dispôs-se de um meio sólido em tubo contendo uréia como única fonte de nitrogênio e um indicador de pH (vermelho de fenol). Em reação positiva o meio se apresenta em cor vermelha, pois a bactéria neste caso utiliza a uréia e produz compostos aminados que alcalinizam o meio. Quando a cor do meio não altera (amarela) indica uma reação negativa (Baron *et al.*, 1994).

- **Reação para verificar a utilização de um composto orgânico como única fonte de carbono (citrato de sódio):**

Para se estudar a utilização do citrato fez-se a leitura em um tubo de meio sólido contendo citrato e um indicador de pH (azul de bromotimol, que em meio alcalino é azul e em meio neutro é verde). Em reação positiva, o meio apresenta-se de cor azul, indicando que a bactéria utilizou o citrato como única fonte de carbono produzindo compostos aminados que alcalinizam o meio. Quando a cor do meio não altera (verde) indica uma reação negativa (Baron *et al.*, 1994).

- **Pesquisa de ácido sulfídrico (H₂S) a partir da utilização de aminoácidos sulfurados:**

Foi utilizado meio de cultura (meio SIM) contendo a fonte protéica com aminoácido provido de enxofre. A capacidade bioquímica da bactéria de utilizar estes aminoácidos é verificada pela sua produção de ácido sulfídrico que, em presença do acetato de ferro do meio ocorre a formação de um precipitado negro, indicando assim uma reação positiva. Para uma reação negativa a cor do meio não se altera (Baron *et al.*, 1994).

- **Pesquisa de INDOL a partir da utilização do aminoácido triptofano:**

Foi utilizado um meio de cultura contendo este aminoácido. Se a bactéria inoculada utilizar o a.a. triptofano (por possuir a enzima triptofanase) produzirá o composto químico indol, que em presença do reativo paradimetilaminobenzaldeído (ex: reagente de Kovacs), forma um complexo químico de cor vermelha, indicando uma reação positiva. Para uma reação negativa a cor do meio não se altera ao acrescentar o reativo (Baron *et al.*, 1994).

Cada etapa do processo foi realizada num intervalo de 24 horas após incubação em estufa a 37°C.

2.2.3 – Sorotipagem das bactérias *Escherichia coli* isoladas

A partir das cepas de *Escherichia coli* isoladas foram realizados testes de sorotipagem para a investigação da patogenicidade, utilizando soros anti *E. coli* polivalente da marca PROBAC.

III – RESULTADOS

3.1 APRESENTAÇÃO ATUAL DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DOS BAIRROS ESTUDADOS

3.1.1 – Sistema de Distribuição Geral

Observou-se que na região estudada há grandes problemas no abastecimento de água potável para consumo, onde a regularidade do fornecimento é intermitente. A maioria das residências não recebe água tratada e são obrigadas a optarem por uma forma alternativa de abastecimento, tais como escavações de poços, execução de ligações não oficiais, e principalmente, obtenção de água a partir das fontes naturais de água como as minas de ouro antigas, chafarizes e nascentes (Foto 3.1 e 3.2). Essas observações de campo, assim como as seguintes foram registradas através de fotografias. As fontes alternativas, na maioria das vezes, encontraram-se sem proteção e em precários estados de preservação, além de muitas estarem localizadas próxima à via de trânsito de pessoas e animais (Foto 3.3, 3.4 e 3.5).



Foto 3.1: Fonte Alternativa (Nascente) no bairro Vila Isabel cuja água é utilizada para consumo dos moradores locais.



Foto: 3.2: Chafariz cuja água é utilizada para consumo.



Foto 3.3: Fonte Alternativa (Mina) do Bairro Morro Santana.



Foto 3.4: Fonte Alternativa (mina) no bairro Morro da Queimada.



Foto 3.5: Mina local que fornece água para consumo, localizada à beira de uma estrada, sem nenhuma proteção.

Todos os domicílios amostrados utilizam água para consumo proveniente de fontes alternativas que chegam até as casas através de mangueiras, estas muitas vezes foram encontradas em péssimas condições, como ilustrados nas Fotos 3.6 e 3.7.



Foto 3.6: Mangueira que leva água até as residências, em péssimo estado de conservação.



Foto 3.7: Vazamento em uma das mangueiras que leva água até as residências

A água era armazenada em tambores ou latões geralmente destampados. Os latões ficavam no chão e foi possível notar em algumas residências a presença de animais domésticos em suas adjacências (Foto 3.8 e 3.9).



Foto 3.8: Local onde a água é armazenada para posterior consumo.



Foto 3.9: Água armazenada em latões.

As mangueiras formam um emaranhado como se fossem teias por cima das casas ou no chão, às vezes sob a terra (Foto 3.10, 3.11 e 3.12).



Foto 3.10: Mangueiras na saída de uma mina (Morro Santana).



Foto 3.11: Emaranhado de mangueiras que levam água para o reservatório.



Foto 3.12: Forma como a água chega aos domicílios.

Existe um sistema de controle e manutenção das mangueiras sendo custeado pelos moradores locais. Cada pessoa fica responsável pelas mangueiras de uma determinada região do bairro e cobra uma taxa simbólica de cada domicílio para deixar a mangueira em seu reservatório por um determinado tempo. É como se fossem rodízios. A taxa é para eventuais remendos que tenham que ser feitos e pela mão de obra. As Fotos 3.13, 3.14 e 3.15 mostram que foram construídos verdadeiros “sistemas de distribuição” de mangueiras. Alguns bem organizados, enquanto que outros fazem a conexão do jeito que podem, com o propósito de obter água para seu consumo. Essa situação foi observada no alto dos morros aonde não chega água. Contudo são áreas com elevado número de minas e grande quantidade de água.



Foto 3.13: A água é armazenada em caixas d'água, na propriedade de um morador, para posteriormente ser distribuída para as demais residências.



Foto 3.14: Caminho da água para reservatório domiciliar.



Foto 3.15 Sistema construído por um morador para receber a água da mina e distribuí-la.

É difícil afirmar a forma pela qual os domicílios obtêm água para o consumo. Não existem dados registrados quanto ao número exato de casas que recebem ou não água tratada vinda dos reservatórios municipais. O Departamento de Água e Esgoto da Prefeitura local não tem conhecimento devido ao aumento da população e o crescente número de residências que são construídas de forma desordenada nos bairros periféricos onde a água canalizada ainda não chegou.

Sabe-se somente que dentro do município prevalece o número de casas que optam por uma forma de abastecimento alternativa, visto que há um número considerável de nascentes

e minas antigas que fornecem água em abundância. Para este trabalho foram realizados questionários para obter as informações necessárias.

3.1.2 – Sistema de Distribuição para as Residências

Das 102 residências estudadas, foram obtidas informações, através de questionário, sobre o fornecimento da água utilizada para o consumo. Mangueiras que traziam a água direto da mina ou nascente era a fonte freqüentemente mais usada (58,8%), enquanto que apenas uma minoria (9,8%) de residências consome água vinda de poços. No entanto, um total de 32 residências (31,4%) utilizam da água provida pela rede de distribuição municipal, encanada direto nas casas, juntamente com a água vinda de uma outra fonte não oficial.

Dentre os oito bairros, no município sede, e os cinco distritos rurais amostrados, houve uma significativa diferença na proporção de casas que recebem água da rede oficial de abastecimento municipal como também nas que recebem água através de mangueiras.

Os bairros Morro Santana e Morro da Queimada apresentam proporções mais altas de casas que recebem água através de mangueiras vindas das minas ou nascentes, 67,8% e 65,7% respectivamente, o restante das residências estudadas dos referidos bairros utilizava para consumo, água mista, vinda de uma fonte alternativa e da rede de abastecimento municipal.

Enquanto que no bairro Liberdade todas as casas recebiam água bombeada a partir de um poço localizado no bairro Taquaral. Neste último, algumas residências (50%) obtinham água a partir de nascentes e um córrego. Nas demais a água vinha do poço.

Vila Isabel (Novo Horizonte) é um pequeno bairro formado por 39 domicílios onde todos obtêm água a partir de cinco minas, espalhadas pelo bairro, das quais somente duas foram analisada bacteriológicamente, devido ao difícil acesso.

No bairro Pocinho (Nossa Senhora do Carmo), onde está localizado o Sistema de Captação e Distribuição Nossa Senhora do Carmo, possui cerca de 40 casas que ainda

obtem água a partir de nascente. Das 102 residências estudadas 50% usava água de nascente e a outra metade consumia água misturada.

Os sistemas de distribuição do município cobrem todos os domicílios dos bairros Barra e Bauxita, dentre outros não periféricos, porém um número pequeno de casas que tem mina, em suas propriedades, utiliza a água desta para consumo.

Nos Distritos Rurais foram selecionadas residências para serem amostradas baseado em queixas por parte dos habitantes de possível contaminação da água devido a sua proveniência. Além dos casos de diarreia registrados em prontuários médicos dos postos de saúde local. Das 226 amostras estudadas, 58,4% vinham de nascentes ou minas.

Ao coletar as amostras foram obtidas informações acerca da regularidade do fornecimento de água. Embora algumas residências dos bairros recebam água tratada da rede oficial do município, é um fornecimento descontínuo que ocorre cerca de três vezes por semana somente em parte do dia. Portanto tais residências recorrem também ao uso da fonte alternativa para obtenção de água para consumo.

Inicialmente, foram coletadas amostras da torneira de entrada do usuário. Caso não houvesse água saindo deste ponto primário da rede, a amostra era coletada na saída do local de armazenamento ou diretamente da fonte alternativa.

3.2 – RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE CONSUMO

3.2.1 – Coliformes Totais e Fecais Indicadores do Potencial Patogênico da Água Analisada

Das 226 amostras de água coletadas, de outubro de 2001 a fevereiro de 2003, constatou-se que 64,2% delas estavam contaminadas com coliforme.

Dentre os quinze reservatórios da rede municipal analisados, observou-se que 06 estavam contaminados, apesar da cloração sistemática. Já as fontes alternativas utilizadas para abastecimento, das 109 pesquisadas 70,5% apresentaram presença de coliforme.

Dos reservatórios da rede municipal de fornecimento de água somente o Sistema de Captação e Distribuição Itacolomy (ETA-Itacolomy) realiza um processo convencional de tratamento de água. Nos 14 restantes, estudados, o único tipo de tratamento que a água recebe é a cloração. Esta é fiscalizada por técnicos da prefeitura diariamente. No entanto em alguns reservatórios este controle é deficiente.

A detecção desses resultados ao longo dos dezesseis meses de estudo nos aponta diferenças quanto ao índice de contaminação na estação seca e na estação chuvosa.

Numa observação geral, os resultados das análises revelam alta incidência de contaminação de origem fecal nas amostras de água. Dessas amostras analisadas nas estações seca e chuvosa, um grande número encontra-se em desacordo com os padrões bacteriológicos de potabilidade previsto na legislação em vigor, a Portaria do Ministério da Saúde nº 1469, de 29 de Dezembro de 2000 (Brasil, 2000a). As Figuras 3.1 e 3.2 ilustram esses resultados

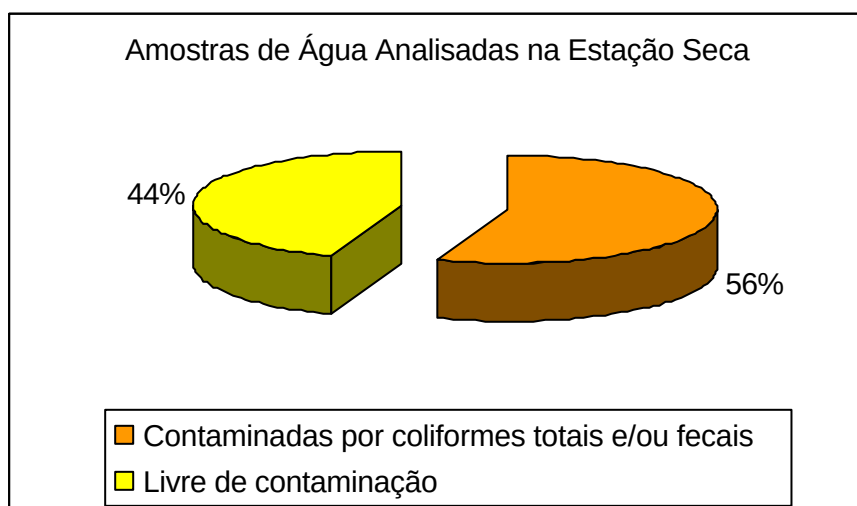


Figura 3.1: Porcentagem de amostras contaminadas no período seco, Março- Agosto (número de amostras = 97)

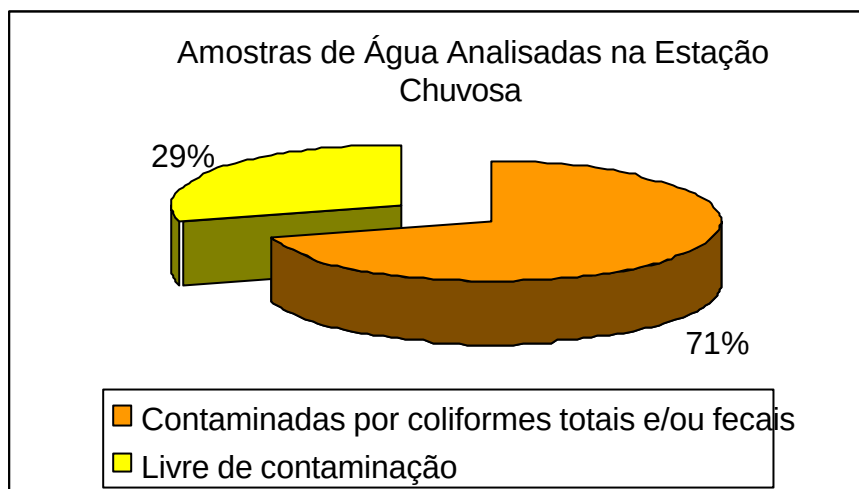


Figura 3.2: Porcentagem de amostras contaminadas no período chuvoso, Setembro-Fevereiro (número de amostras = 129).

Houve um índice de 13,8% de amostras que estiveram contaminadas nos dois períodos estudados.

Em relação à água do sistema de distribuição municipal e fontes alternativas, a Figura 3.3 mostra a influência sazonal sobre as porcentagens de coliformes presentes na água.

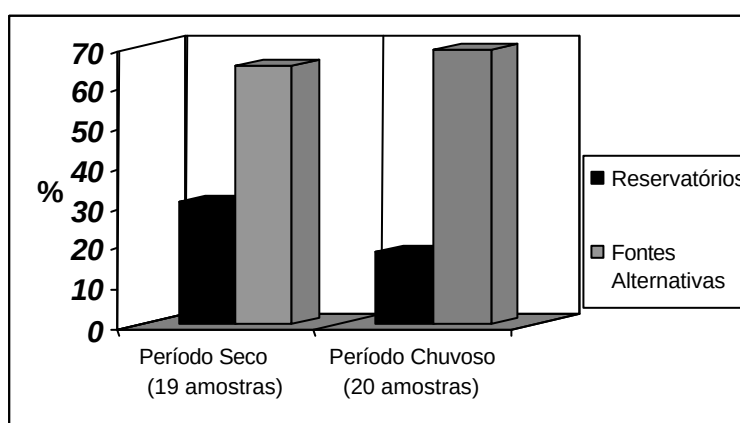


Figura 3.3: Porcentagem de amostras contaminadas com coliformes fecais e/ou totais para água tratada (rede de distribuição) e de fontes alternativas (mina, nascente, poço, chafariz, córrego). Ouro Preto, out/2001 a fev/2003.

Em relação à água coletada nas torneiras verificou-se um aumento bastante significativo de amostras contaminadas. A Tabela 3.1 mostra o aumento do número de residências que tiveram sua água contaminada por coliformes no período de chuva em relação ao período de seca.

Tabela 3.1: Influência sazonal na qualidade bacteriológica da água usada para consumo das residências amostradas.

Bairros	Nº amostras estudadas	Período seco		Período de chuva	
		Nº amostras positivas p/ coliformes(%)	Coliformes por 100ml	Nº amostras positivas p/ coliformes(%)	Coliformes por 100ml
Barra/Bauxita	4	0		4	(8-10)
Liberdade	11	9	(2)	54,5	(1-10)
Morro	54	38,9	(1-10)	48,15	(1-10)
Queimada					
Morro	39	15,4	(0-9)	41	(1-10)
Santana					
Pocinho	11	18,2	(6-10)	18,2	(10)
Taquaral	11	36,4	(3-10)	45,5	(2-10)
Vila Isabel	8	12,5	(1)	25	(2-10)
Distrito Rural	15	0		66,7	(1-10)

Foi observado que na maioria das casas não se pratica a limpeza de seus reservatórios, além da ausência de cuidados com o manuseio e higiene das mangueiras usadas para levar água até os reservatórios, e também o uso de material inadequado para armazenar a água.

A poluição por coliformes fecais observada na água dos reservatórios das residências foi da ordem de 66% e nas amostras de água a partir das fontes fornecedoras foi de 59,6%.

A maioria das amostras de água analisada continha coliformes totais ou fecais e um pequeno número de amostras apresentou contaminação somente por coliformes totais. Além disso, notou-se variação numérica desses dados obtidos na estação seca e chuvosa. Esses dados estão apresentados na Tabela 3.2, onde também pode-se observar uma comparação entre a quantidade de tubos que deram reações positivas para coliforme fecal e

total, de acordo com a técnica dos tubos múltiplos. Para coliforme total considerou-se somente o número de amostras em que foi constatado e não o número de tubos positivos para tal.

Tabela 3.2: Qualidade bacteriológica da água usada para consumo.

Nº tubos positivos*	Período Seco			Período Chuvoso		
	Reservatórios (%)	Residências (%)	FA** (%)	Reservatórios (%)	Residências (%)	FA** (%)
=1	7,7	3,3	8,5	0	9	10,3
2 – 5	15,4	14,8	13	9	14,6	10,3
6 – 9	0	11,5	21	0	19,1	14,
=10	7,7	18	15	9	36	31
=0	69,2	42,6	34	82	21,3	34,4
CT**	0	9,8	8,5	0	0	0

* - Número de tubos que deram reações positivas em 10 tubos de 10 ml cada.

** - Fontes Alternativas de abastecimento de água (mina de ouro antiga, nascentes, poços e chafariz).

*** - CT – Coliforme total – número de amostras que deram positivas somente para coliforme total.

Dentre todas as residências que tiveram sua água amostrada, nos períodos secos e de chuva, 70% estavam contaminadas por coliformes.

Observou-se que entre as residências amostradas há formas variadas de obtenção de água para consumo. Algumas recebem água somente de uma fonte alternativa, através de mangueiras, outras recebem água diretamente de poços tubulares. Há também domicílios que obtêm água tanto das fontes alternativas como também da rede municipal de distribuição. Sendo que esta utilização é designada, pelos moradores locais, de “água misturada”.

De acordo com a forma de obtenção de água, observou-se uma pequena variação dos índices de poluição fecal nas amostras de água de mangueira (67%), água de poço (69%) e água misturada (63%), segundo as proporções de amostras coletadas, conforme apresentado na Figura 3.4.

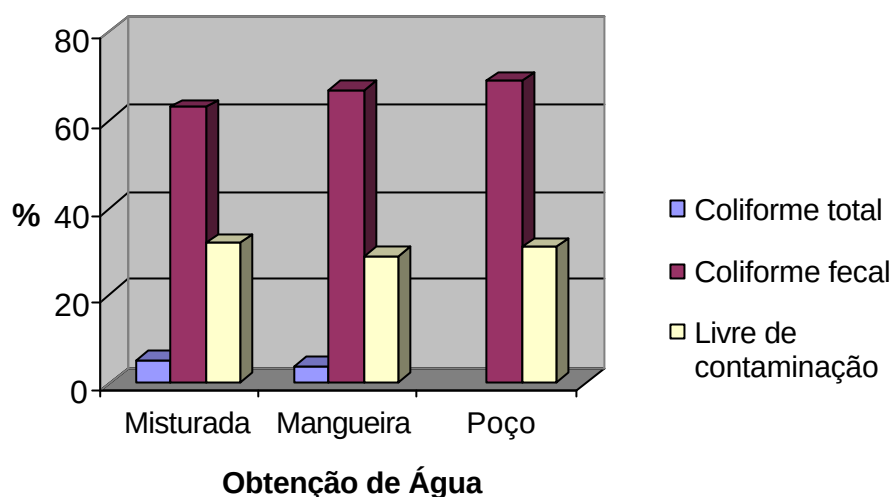


Figura 3.4: Índice de poluição, em termos de coliforme fecal ou total, nas residências segundo a forma como a água é recebida.

3.2.2 – Detecção de Gêneros Bacterianos na Água Analisada

Todas as amostras de água em que se procedeu a investigação de contaminação fecal, através do método dos tubos múltiplos, foram também submetidas ao isolamento e identificação bioquímica de gêneros e espécies da família *Enterobacteriaceae*.

Em uma parcela pouco significativa (11%) das amostras livres de contaminação por coliformes foi possível identificar enterobactérias. Por outro lado, 23,4% das amostras positivas para contaminação fecal não revelou presença de enterobactérias pelo método de identificação bioquímica.

Dentre as cepas detectadas foram identificadas as seguintes bactérias enteropatogênicas, *Salmonella* sp, *Shigella* sp, *Escherichia coli* enteropatogênica clássica e *E. coli* enteropatogênica hemorrágica, *E. coli* enteroinvasora e *E. coli* enterotoxigênica. Além dessas foram identificadas outras de baixo potencial enteropatogênico como as seguintes, *Enterobacter* sp, *Citrobacter* sp, *Serratia* sp, *Klebsiella pneumonia*, *Proteus mirabilis* e *Proteus rettgeri*, *Providencia stuartii* e *E. coli* comensal.

A incidência desses gêneros e espécies nas amostras de água analisadas ao longo dos dezesseis meses de estudo está apresentada na Tabela 3.3.

As Enterobactérias *E. coli*, *Enterobacter* sp, *Citrobacter* sp e *Serratia* sp ocorreram com frequência significativa nas amostras de água utilizadas para consumo obtidas das residências, das fontes alternativas (mina, nascente, chafariz e poço) e dos reservatórios de distribuição municipal.

Tabela 3.3: Identificação dos gêneros isolados das amostras de água utilizadas para consumo.

Local de Coleta	Nº de Colônias Identificadas	<i>Escherichia coli</i> (%)	<i>Enterobacter</i> sp. (%)	<i>Citrobacter</i> sp. (%)	<i>Serratia</i> sp. (%)	<i>Shigella</i> sp. (%)	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (%)	<i>Proteus</i> sp. (%)	<i>Providencia</i> sp. (%)	<i>Salmonella</i> (%)	NI
RV	38	4 (10,5)	19 (50)	5 (13,2)	6 (15,8)	4 (10,5)	0	0	0	0	0
FA	124	30 (24,2)	53 (42,8)	24 (19,3)	13 (10,5)	4 (3,2)	0	0	0	0	0
RD	383	116 (30,3)	111 (29)	64 (16,7)	40 (10,4)	11 (2,9)	5 (1,3)	3 (0,8)	2 (0,5)	2 (0,5)	29 (7,6)

RV - Reservatórios
FA - Fonte Alternativa
RD - Residência
NI - Não Identificada

3.2.3 – Sorotipagem das *Escherichia coli* Isoladas

Dentre as residências cuja água de consumo se mostrou contaminada por coliforme fecal, em 27,4% foi identificada a espécie *Escherichia coli*. Com o resultado do teste de sorotipagem verificou-se que das sessenta cepas de *E. coli* isoladas das amostras de água, nove foram identificadas como patogênicas. Os índices ficaram distribuídos da seguinte forma: 55,56% para a subespécie *E. coli* enteropatogênica Clássica C, e 11,11% para cada subespécie *E. coli* enteroinvasora, *E. coli* enterohemorrágica, *E. coli* enterotoxigênica Sta e *E. coli* enteropatogênica clássica B.

Quanto à detecção das bactérias enteropatogênicas nos diferentes locais de coleta observou-se a presença de *Salmonella* sp em apenas 0,5% das residências, não sendo isolada de amostras de água dos reservatórios e fontes alternativas. Para a *Shigella* sp foi detectada presença em 2,9 % das residências, 3,2% das fontes alternativas e em 10,5% dos reservatórios da rede pública amostrados.

As espécies bacterianas isoladas ao longo do período de estudo estão distribuídas de acordo com a sazonalidade nas Figuras 3.5 e 3.6. Pode-se observar ao comparar as duas estações, seca e chuvosa, que houve um aumento tanto na variedade de espécies identificadas quanto no índice de porcentagem de detecção.

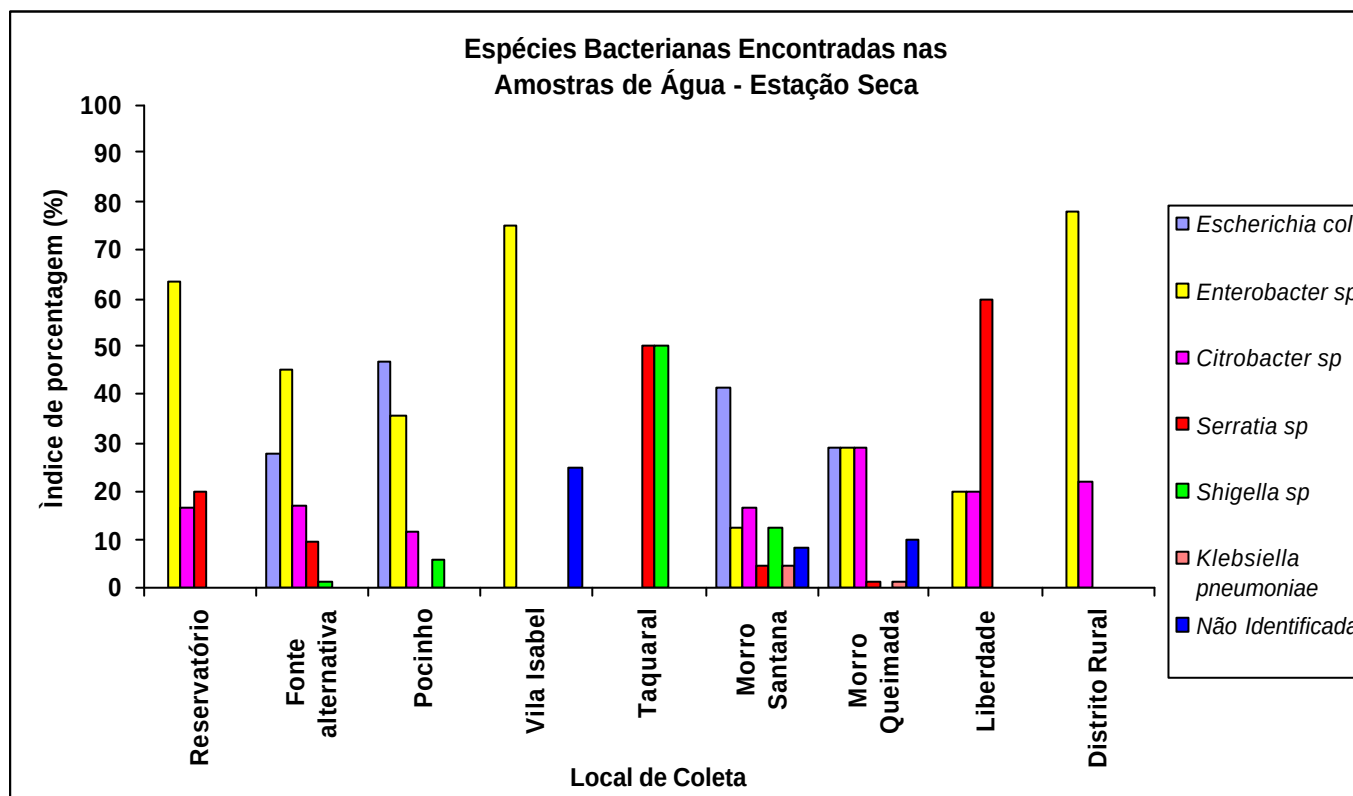


Figura 3.5: Incidência de enterobactérias nas amostras de água analisadas, nos diversos locais, durante período seco.

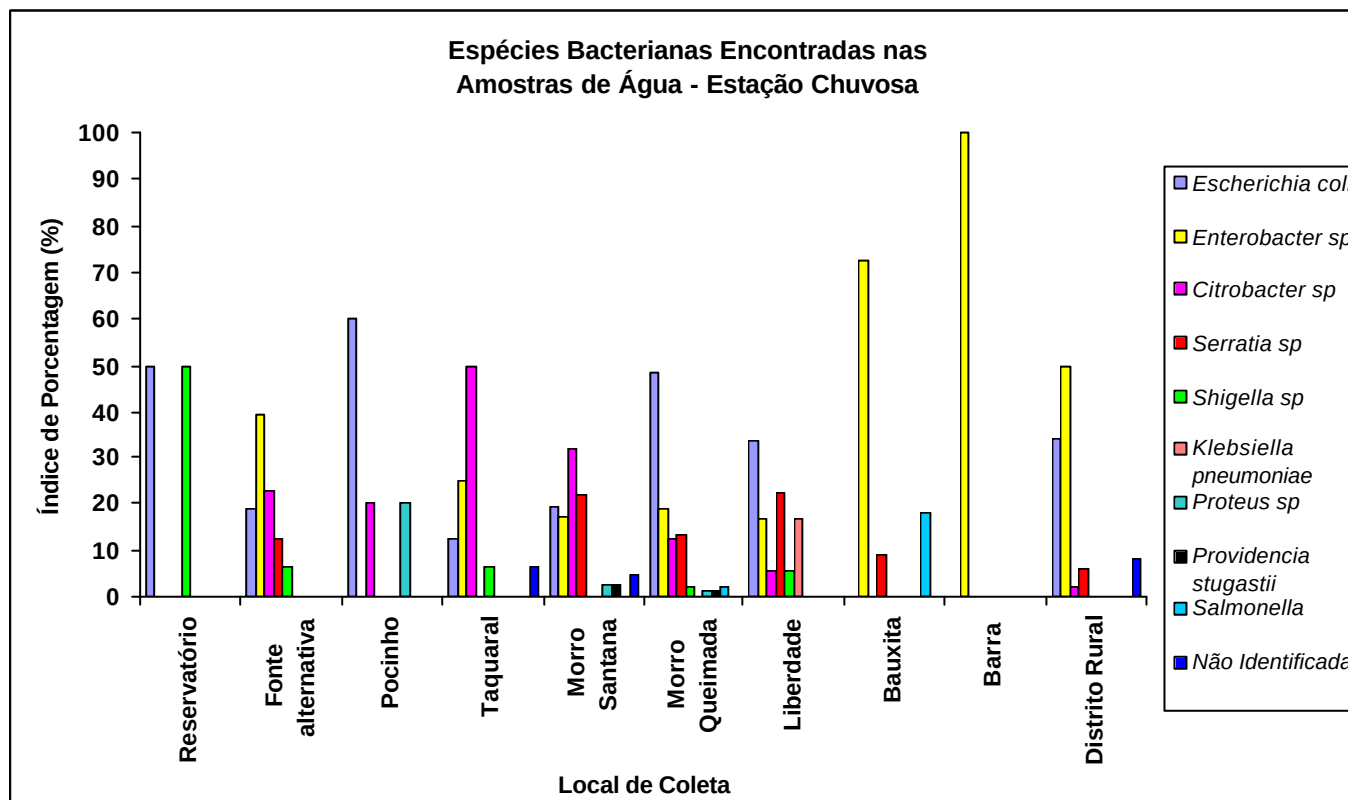


Figura 3.6: Incidência de enterobactérias nas amostras de água analisadas, nos diversos locais, durante período chuvoso.

3.3 – INVESTIGAÇÃO NOS PRONTUÁRIOS DE POSTOS DE SAÚDE

Foi realizada uma investigação nos prontuários clínicos dos postos de saúde em que foram observados os registros de casos de diarreia infantil no período de 2001 a 2002. A frequência dessas queixas clínicas nos bairros que tiveram suas unidades de saúde pesquisadas foi conforme mostrado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Registros de casos de diarreia em alguns bairros estudados.

Bairro	Nº de Registros de Diarreia
Taquaral	22
Morro Santana	47
Morro da Queimada	63
Liberdade	08

IV DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Durante as últimas décadas, observou-se um incremento nos serviços de saneamento no Brasil, principalmente, efetuado em regiões metropolitanas. Porém, no município de Ouro Preto, vários problemas, ainda são encontrados no que tange aos aspectos qualitativos e quantitativos do abastecimento de água. Uma parcela considerável da população é abastecida com águas eventualmente impactada, utiliza-se de fontes alternativas para o abastecimento de água ou encontra-se em áreas com regime deficiente de abastecimento. Estes grupos, muitas vezes apontados genericamente como carentes ou pobres, são socialmente identificáveis e espacialmente delimitáveis.

Conforme dados do Banco Mundial (1998), uma fração estimável da população convive com estruturas de saneamento básico inadequado e encontra-se sem acesso à água potável. Dados este que reforçam a atual situação do aglomerado urbano desordenado em Ouro Preto, de uma população cujos antepassados usavam água de mina para consumo.

As águas naturais possuem um valor inestimável para indicar as condições ambientais de um determinado sistema. A avaliação dos recursos hídricos, bem como seu gerenciamento e planejamento ambiental, não pode ser realizada sem este tipo de estudo (Pimentel, 2001). Este trabalho é mais um que visa estabelecer parâmetros que possam ser utilizados em estudos futuros, permitindo embasar, através de dados microbiológicos, as condições ambientais da região de Ouro Preto, promovendo critérios para o controle e monitoramento contra a degradação ambiental que afeta a qualidade de vida do ser humano em todos os níveis.

Em Ouro Preto existem áreas potencialmente cobertas pelo serviço de abastecimento, isto é, próximas aos reservatórios da rede de distribuição de água, porém grande parte da população, residente em bairros pobres onde problemas de saneamento são em geral agravados pela carência sócio-econômica, declara ser suprida por outras fontes de água.

A utilização de poços e nascentes, em diversos domicílios, como forma de abastecimento de água, ainda hoje, é uma situação mundialmente observada em diferentes localidades, por Isquith & Winters (1987) na Virginia (Estados Unidos); Welch *et al.* (2000) e Agard *et al.* (2002) em comunidade rural e urbana, respectivamente, em Trindade; Egwari & Aboaba (2002) na região de Lagos, Nigéria; Burn *et al.* (2002) na Austrália; Reid *et al.* (2003) em Aberdeenshire, no Reino Unido. No Brasil estudos semelhantes foram realizados por Hoffmann *et al.* (1997) em São José do Rio Preto, São Paulo; Barcellos *et al.* (1998) em algumas regiões do Município do Rio de Janeiro; Gazzineli *et al.* (1998) em Nova União, Minas Gerais; Giombelli *et al.* (1998) na região do Alto Uruguai Catarinense, Santa Catarina; Freitas *et al.* (2001) em Duque de Caxias e São Gonçalo, Rio de Janeiro; Sabioni (2001) em Ouro Preto, Minas Gerais; Alves *et al.* (2002) em Marília, São Paulo; Nogueira *et al.* (2003) em comunidades rurais e urbanas do Paraná; entre outros também de grande importância.

Os dados sobre abastecimento de água, coletados durante o estudo, devem ser tomados como informações referidas pela população. Nestes questionários a população foi perguntada, entre outros itens, sobre a forma como seu domicílio é abastecido de água, se por rede pública, ou por nascentes e poços. A resposta a este item dependeu do entendimento dos moradores sobre a maneira preponderante como aquele domicílio é abastecido, sendo comum o abastecimento por fontes múltiplas e alternativas, principalmente em áreas de abastecimento descontínuo de água.

Conforme depoimento recente o Senhor Técnico Químico e Assessor da Secretaria de Obras do Departamento de Água e Esgoto de Ouro Preto, Cláudio Soutto Mayor, além do sistema de captação de água potável e rede de esgoto serem muito antigos, pouco mais da metade dos domicílios no Município tem acesso a ele. Contudo, há dez anos atrás, como observado por Lanna (1993), a água consumida pela população era de origem duvidosa e grande parte do esgoto era desprezada no Rio Funil sem qualquer tratamento. O problema tem se agravado cada vez mais. A água continua de fonte duvidosa e a qualidade tem sido deteriorada com o crescimento da população.

O componente sócio-conômico como já foi verificado em outras regiões (Gazzineli *et al.*, 1998; Nanan *et al.* 2003) parece ser também, em Ouro Preto, um dos principais fatores de risco para as diarreias infantis. A maioria das comunidades envolvidas no presente estudo é originária dos distritos rurais e dos bairros peri-urbanos da cidade de Ouro Preto vivendo na mais absoluta pobreza, em habitações precárias sem saneamento básico e condições de higiene. O restante da população corresponde àqueles residentes no centro urbano.

Os resultados sinalizam a existência de condições favoráveis ao desenvolvimento de acometimentos diarreicos, sobretudo nos extremos (crianças e idosos) por não terem estes um sistema imunológico que funcione ativamente nem resistência a infecções, razão pela qual, caso contaminados, a doença se apresentará com maior severidade.

Analizando a situação como um todo foi possível confirmar observações de outros autores (Zmirou *et al.*, 1987; Kravitz *et al.*, 1999; Strauss *et al.*, 2001; Nogueira *et al.*, 2003) em comunidades semelhantes sobre a implicação destes fatores de risco no processo de transmissão das diarreias infantis em Ouro Preto.

Como desdobramento, é importante ressaltar que as contaminações evidenciadas nas pesquisas efetuadas apontam ser causa iminente de diarreias no município. Visto que, a reclamação a cerca de casos de diarreia nos locais de coleta foi bastante frequente. Informações, estas, ratificadas através de investigações feitas nos prontuários médicos dos postos de saúde local. Foi detectado um alto índice de diarreia infantil nos bairros cuja água encontrava-se impactada. Os casos de diarreia observados, através de investigações em prontuários médicos, na população infantil incidiram preferencialmente (88%) na região de maior pobreza.

Como fatores de risco à saúde, foram considerados por Barcellos *et al.* (1998), a dificuldade na obtenção de água pela ausência de rede de distribuição nas proximidades dos domicílios, a contaminação recorrente da água por bactérias do grupo coliforme, bem como a captação de água em mananciais locais, sem tratamento ou sujeito a contaminação eventual. Levando em consideração a alta recorrência de contaminação por coliformes

fecais nas águas amostradas; o abastecimento de um grande número de domicílios por água de origem local, isto é, tomada de pequenos mananciais como minas, nascentes e até mesmo chafariz; domicílios onde o sistema de abastecimento municipal é ausente ou apresenta descontinuidade de abastecimento, a população das áreas estudadas foram identificadas como submetidas a risco.

De acordo com D'Aguilar (2000), desses dados pode-se inferir fatores de risco/morbidade na população de acometimentos de doenças de veiculação hídrica. Situações como essas fizeram com que a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1997), revendo a extensão e gravidade do problema e os progressos científicos recentes, recomendasse a execução de um programa com o objetivo de reduzir a morbidade decorrente de doenças diarréicas pela melhoria dos cuidados prestados às crianças, vigilância epidemiológica e qualificação de abastecimento de água.

Ficou claro a falta de orientação à população quanto à necessidade de utilizar água somente da fonte fornecedora, sem outras misturas (água de mananciais ou de poço), fato que ocorre em 31,4% dos domicílios, justificado pelo não fornecimento de água com regularidade. Por problemas de abastecimento 58,8% dos domicílios amostrados utilizavam apenas água de fonte alternativa (mina ou nascente). Registrando-se nessas análises um índice de 70,6% para a utilização de água com indícios de contaminação por coliformes.

A qualidade e quantidade de água servida à população podem ter impactos diferenciados sobre a saúde, estando muitas vezes relacionados. Por exemplo, a irregularidade do abastecimento de água de uma determinada área urbana pode permitir a introdução de agentes patogênicos na rede de distribuição de água (Barcellos *et al.* 1998). Outro aspecto preocupante reside em 40% dos reservatórios da rede oficial de distribuição apresentarem a presença de coliformes, indicando que o sistema de desinfecção da água da rede municipal de distribuição não é suficiente para garantir a permanência do cloro livre que mantenha a potabilidade da água nos domicílios.

Por sua vez, há a necessidade de estabelecer diferença entre reservatórios para uso doméstico e aqueles de uso coletivo. Este último é o caso do uso de fonte alternativa. De uma mesma mina saem diversas “conexões”, do tipo mangueiras, que levam a água direto para os domicílios, onde às vezes são armazenadas em tambores ou utilizadas diretamente das mangueiras. Algumas minas apresentaram suas águas livres da presença de coliformes fecais, no entanto domicílios que utilizam dessa água tiveram suas amostras impactadas. Constatou-se então que, apesar dessas fontes alternativas de abastecimento estarem aduzindo água de boa qualidade até a residência é provável que a infecção tenha ocorrido no ramal interno do consumidor.

Ficou evidenciado que a preservação da qualidade da água durante o período de sua permanência nos reservatórios domiciliares depende de boas condições físico-sanitárias. Conforme constatado por Barcellos *et al.* (1998), em geral, os consumidores não são informados da necessidade de manutenção, limpeza e higienização dos reservatórios, e quando utilizam águas de outras fontes como complemento, não conhecem as possibilidades de estarem contaminadas. Os reservatórios domiciliares, com raríssimas exceções, encontravam-se em péssimas condições de limpeza. Alguns moradores, residindo há mais de quinze anos no local, declararam desconhecer a necessidade da limpeza, enquanto que uns sabem da necessidade de uma melhor higiene, porém a deixam de fazer. Em vista disso, é aconselhável que se inicie um trabalho de educação sanitária junto a essas comunidades. Além disso, nos locais que não recebem abastecimento público de água e a solução é encontrada individualmente em utilização de fontes alternativas, os resultados das análises das fontes evidenciaram-se contaminação significativa.

Dentre as fontes alternativas de abastecimento estudadas, 70,5% delas não devem ser utilizadas para fins de consumo humano. No que se refere a qualidade das águas ao nível de parâmetros bacteriológicos estudados há sérias restrições. Além do alto índice de contaminação observado nessa água de consumo, devemos relatar presença alguns patógenos importantes como a *Shigella* sp, que embora seja passível de veiculação hídrica,

sua frequência é muito rara. Além de terem sido detectadas amostras de outras bactérias patogênicas de igual relevância, como *Escherichia coli* patogênica (*E.coli* enteroinvasora, *E. coli* enteropatogênica Clássica B e C, *E. coli* enterohemorrágica, *E. coli* enterotoxigênica Sta) e *Salmonella* sp.

A Portaria Nº 7469 define a vigilância de qualidade de água como o “conjunto de atividades de responsabilidade da autoridade sanitária estadual competente, com a finalidade de avaliar a qualidade da água distribuída e de exigir a tomada de medidas necessárias, no caso da água não atender ao padrão de potabilidade” (Brasil, 2000). Os custos de análises, de manutenção, tal como a desinformação e o descaso dos responsáveis públicos, levam a população a consumir água contaminada apesar de todos os problemas de saúde pública que daí podem advir.

Os padrões de potabilidade são definidos no Brasil pelo Ministério da Saúde, na Portaria nº 7469 (Brasil, 2000), portanto, o município deve obedecer às normas vigentes de água destinada ao consumo humano. Entretanto, o controle de potabilidade da água fica restrito na distribuição geral até a chegada aos domicílios. A qualidade e conservação a partir da entrada da água nos ramais domiciliares são de responsabilidade do proprietário da residência (Moraes & Jordão, 2002).

Neste caso, o conceito de água distribuída não tem a mesma qualidade e significado de água verdadeiramente consumida. Nos reservatórios domiciliares muitas vezes entram água de diversas fontes, sendo assim a água verdadeiramente consumida não está sob controle. A manutenção de reservatórios domiciliares realizada pelos usuários leva a competência aos próprios consumidores do controle da água acumulada. Em termos de saúde, esta postura é totalmente inadequada, já que, o consumidor normalmente é leigo no assunto e o exame de controle na maioria das vezes está fora do poder aquisitivo da população pobre.

O quadro captação x distribuição é bastante complexo, havendo inúmeras interligações entre captação, reservatório e chafariz. Circunstância, esta, na maioria das vezes desconhecidas pelos órgãos municipais. Praticamente em todas as nascentes e fontes

encontrou-se captações de água para uso doméstico, sendo inclusive muitas delas particulares e clandestinas. Agravando-se ainda o fato de muitas delas estarem na área urbana.

Portanto a situação ambiental e as condições atuais quanto a preservação dos recursos hídricos são bastante diferenciados. Em estudo realizado por Cruz (1994) foi observado que os córregos do Sistema Pocinho (Nossa Senhora do Carmo) e Itacolomy (ETA) ainda estavam muito bem preservados, em função até mesmo da baixa ocupação. As nascentes possuíam águas de excelente qualidade. São águas atualmente, bem como na época, utilizada para o abastecimento público. Em 1994 na área onde estava sendo implantada a captação de Pocinho, foi verificado por Cruz o início de uma ocupação recente com instalações de sítios e diversas moradias, o que possivelmente traria problemas de curto prazo.

Observou-se no presente estudo que há uma maior área, nas proximidades da captação para distribuição, ocupada por moradores. Os problemas quanto à preservação dos mananciais já são reais. As amostras de água dos mananciais que abastecem o sistema Pocinho / Itacolomy apresentaram índice de contaminação por coliformes. Foram amostradas águas diretamente do manancial e após passar pelo sistema de tratamento. Durante estação seca, no sistema Pocinho detectou-se contaminação da água antes e depois do tratamento, sendo identificadas as enterobactérias *Enterobacter* sp e *Serratia* sp. Já na chuvosa, ao contrário do que se esperava, não estava contaminada. As análises da água do sistema Itacolomy, direto da fonte de captação, mostraram-se contaminadas nos dois períodos de coleta. Sendo identificados as enterobactérias *Serratia* sp, *Citrobacter* sp, *Enterobacter* sp e *Escherichia coli*. Porém a amostra coletada na estação de tratamento não estava contaminada, visto que trata-se de um sistema de tratamento convencional. Sugere-se que a Prefeitura Municipal, nestas áreas, demarque um perímetro de proteção e estabeleça uma área de reserva dos recursos hídricos.

Em 1994, a maioria das captações que atendiam ao sistema de abastecimento da cidade, como por exemplo as localizadas no córrego Passa Dez, encontravam ainda bem preservadas (Cruz, 1994). Kravitz (1999) relatou ao investigar as fontes de água em Lethoso na África do Sul, que a maioria das captações de água usada para consumo estavam potencialmente contaminadas devido ao lançamento “in natura” de esgoto doméstico e lixo, e em condições bastante precárias quanto a conservação e proteção destes mananciais. É o caso das captações para ETA Itacolomy (água de superfície - córrego), Jardim Botânico (água de superfície - córrego) e Reservatório 3 (água de mina) que apresentaram alto índice de coliforme. Concordando com observações feitas por Pimentel (2001), a situação só não é agravada devido a que boa parte das captações provém de galerias de minas antigas escavadas em profundidades que tem garantido relativa proteção.

A água destinada ao consumo humano deve mostrar-se livre de contaminação por coliformes (von Sperling, 1996). É alarmante que das 102 residências amostradas, 72 apresentaram-se em condições inadequada pelos padrões nacionais (Brasil, 2000). Somente 30% das residências amostradas tiveram sua água de qualidade aparentemente boa, livre de contaminação fecal. Porém, todas possuem captações particulares apresentando uma situação crítica de mangueiras de captação passando por esgotos a céu aberto, e sem qualquer controle sanitário. Conforme já havia sido observado em estudo realizado pela FEAM em 1994.

Esta situação é sustentada pelo fato que nenhuma das casas que foram inspecionadas usou qualquer tipo de tratamento que poderia melhorar a qualidade de água. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1997), a presença de coliformes em uma proporção alta de amostras de água é um bom indicador de contaminação de água, o que implica na saúde humana no que tange a epidemias humanas de origem hídrica.

Rivera & Martins (1996) discutem ainda se a ausência de coliformes fecais indicaria a segurança em relação a vírus e protozoários patogênicos, no entanto, não há ainda um

consenso quanto à utilização de outros indicadores. Daí a importância de investigações diretas de patógenos na água.

Apesar dessas divergências conceituais, para Bruni (1997) e Higute et al. (1998), a utilização das bactérias do grupo coliforme tem demonstrado eficiência no monitoramento de águas doces em relação à presença de contaminação fecal. Outra questão relevante é a utilização desse parâmetro pelos órgãos administrativos para classificar os corpos d'água quanto ao seu destino e uso e quanto à sua condição sanitária (Brasil, 2000).

Baseado na presença de coliformes fecais (94,3% das residências), uma proporção substancial dos domicílios estudados encontram-se usando água considerada inadequada para o consumo humano. Inclui-se neste resultado residências que recebem água somente de origem alternativa ou misturada com água distribuída pela rede de abastecimento municipal.

Para Welch *et al.* (2000), a contaminação de reservatórios que fornecem água inadequada para o consumo humano pode ser reflexo de severos fatores. Tanto a cloração inadequada da água no sistema de tratamento quanto à contaminação posteriormente ao tratamento ao longo da rede que leva água até as residências pode resultar na presença de coliformes na água. Quanto a água dos domicílios, um terceiro fato é de grande relevância. Pode ser que toda água que abastece a casa esteja mantida em recipiente de armazenamento inadequado, o que contribui para reduções significativas em qualidade de água.

Num estudo realizado por Welch (2000), a água armazenada em tanques apresentou qualidade significativamente mais alta do que quando armazenada em baldes, barris ou tambores, até mesmo a água obtida a partir de uma fonte alternativa. Isto sugere fortemente o papel de recipientes no processo de contaminação visto que os tanques estejam normalmente cobertos, no entanto outros dispositivos de armazenamento são freqüentemente esquecidos descoberto e sujeitos a contaminação. Durante a pesquisa de campo foi possível observar que a maioria dos domicílios armazenava suas águas em

tambores na maioria das vezes descobertos e no chão, o que facilitava a aproximação de animais.

Conforme observado por outros autores (D'Aguila *et al.*, 2000; Momba & Kaleni, 2002; Burn *et al.* 2002), apesar de alguns reservatórios da rede municipal, que fornecem água diretamente para os domicílios, terem apresentado um certo índice de contaminação, esta água era de uma qualidade significativamente mais alta que a água obtida a partir de toda as outras fontes, até mesmo após ter sido levado em conta o método primário de armazenamento da água dessas casas. Contudo, em toda área estudada somente uma pequena parte dos domicílios recebem água tratada.

Além da detecção de *Escherichia coli* em aproximadamente dois-terços das amostras de água ser causa para grandes preocupações, dentre as amostras isoladas foi encontrado um índice de porcentagem de *E. coli* patogênica em torno de 14%, analogamente às considerações de Welch *et al.* (2000), referente ao quadro apresentado em Trindade. Um valor de importante relevância em se tratando de água de abastecimento.

Giombelli *et al.* em 1998, ao estudar a qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes no sul do Brasil, detectou alto índice de contaminação, sendo que mais de 90% das amostras não se apresentavam em condições para consumo. No presente estudo o índice de contaminação, nos pontos amostrados, teve uma pequena variação de 67% para água consumida via mangueira à 69% para água obtida de poços.

Quando a qualidade bacteriológica de toda água que chegava às residências via mangueira foi comparada com a qualidade da água de origem múltipla, observou-se uma pequena diferença na quantidade de amostras contaminadas. Sendo que, dentre todas as amostras de água estudadas, as de origem múltipla (fonte alternativa e tratada) apresentaram um índice de 68,3% de contaminação e aquela somente de origem alternativa apresentou-se 71% contaminada por coliformes.

De um modo semelhante ao relatado por Netto *et al.* (1973), foi verificado que as experiências de um serviço duplicado, com um sistema de distribuição de água potável e um outro, separado, de distribuição de água de qualidade inferior, não conduziram a resultados satisfatórios, quer sob o ponto de vista higiênico-sanitário, quer sob o ponto de vista prático.

A vantagem de um sistema paralelo que aproveita diretamente águas superficiais higienicamente contestáveis, porém próximas, abundantes, de fácil captação e muitas vezes aduzíveis em canais aberto, seria mais de ordem econômica. É inevitável o uso indiscriminado da água, por inadvertência, ignorância, comodidade, ou outro motivo, agravado quando em uma das redes distribuidoras vem a mesma a faltar ou a escassear.

A iniciativa e as instalações são de caráter privado e exclusivo, limitado ao uso da propriedade, uma vez que em tais casos um serviço público de abastecimento é muito difícil, praticamente impossível.

Concordando com estudos realizados anteriormente no município (Pimentel, 2001; Brandão, 2001; Cruz, 1994; Las Casas, 1994), ao considerar as peculiaridades da cidade de Ouro Preto, com relação ao abastecimento de água, parece ser primordial que investimentos sejam feitos na coleta e tratamento de esgotos.

Por tratar-se de uma região que possui várias reservas ecológicas e ainda é tombada pela UNESCO, acreditamos ser extremamente importante investir em um Programa de Educação Ambiental Objetiva formal (escolar) e informal (sociedade).

A presença da qualidade das águas é uma necessidade universal, que exige séria atenção por parte das autoridades sanitárias e órgãos de saneamento. Se as autoridades governamentais não são sensíveis à situação do saneamento básico, o impacto das epidemias poderia ser um exemplo de quão vulneráveis são nossas comunidades e quão vulnerável é a imagem do país quando confronte uma epidemia.

Poucos estudos no mundo e nenhum no Brasil pesquisaram a utilização de múltiplas fontes alternativas de obtenção de água pela população. A constatação do uso de

mangueira, para adução da água, em Ouro Preto, em significativa proporção, revela uma grande importância de se fazer investigação como esta em outras regiões no interior do Brasil. Podendo, a partir de então, confirmar a posição do Brasil em relação aos países com garantia de água tratada.

Propõe-se uma atualização sobre o cadastro das áreas de abastecimento público por parte das autoridades competentes, além de um monitoramento do nível de qualidade dessas águas de abastecimento; seguido de um projeto de construção de um sistema de tratamento de água e esgoto por parte da própria prefeitura ou mesmo terceirização do serviço.

Baseado na observação que 70% dos domicílios tiveram sua água inadequada para consumo humano, que somente 30% dos domicílios tratam sua água de alguma forma, e que foram isolados diversas enterobactérias, sendo algumas patogênicas causadoras de severas doenças de veiculação hídrica, conclui-se que existe um grande potencial para gastroenterites de origem hídrica nos bairros estudados. Então, há uma necessidade urgente para melhorar a qualidade da água de abastecimento das referidas áreas do município de Ouro Preto.

Este alto percentual de presença de coliformes na água pode ser atribuído à intermitência do sistema, que favorece a entrada de água contaminada no interior da tubulação vazia. Pode, também, indicar uma contaminação eventual e pontual, uma vez que a rede de distribuição encontra-se em diversos locais com perfurações clandestinas.

Outra situação observada e de bastante importância foi a de que a maioria das casas não praticava a limpeza de seus reservatórios próprios. Estes resultados evidenciam que a contaminação da água pode ocorrer no próprio domicílio, por falta de manutenção dos reservatórios, pela sua localização, ausência de cuidados com o manuseio e higiene, e também pelo tipo de material que é utilizado para armazenar a água.

Este quadro reflete a situação de risco em que se encontra a maioria dos mananciais das áreas estudadas. De forma extremamente preocupantes, esses dados refletem a realidade dos serviços efetivamente prestados, uma vez que levam em conta o abastecimento intermitente e as correspondentes implicações sociais e de saúde pública, particularmente nas áreas periféricas e bairros de baixa renda, assim como a baixa qualidade de água distribuída. Os dados refletem, também, o elevado nível de deterioração dos sistemas de abastecimento de água, o reconhecimento e o respeito aos direitos dos usuários, e a generalizada desconsideração à preservação e a conservação dos recursos hídricos, utilizados como mananciais.

De acordo com Dias (1998), estimativas efetuadas pelo Departamento de Saneamento da Secretaria de Política Urbana, Ministério do Planejamento e Orçamento, demonstram que serão necessários, até o ano de 2010, investimentos superiores a quarenta bilhões de reais, ou seja, mais de dois bilhões por ano nesse período, para proporcionar apenas à população urbana do Brasil atendimento completo de abastecimento de água e saneamento.

A preocupação com a degradação e a conseqüente escassez dos recursos hídricos deixou de ser somente uma bandeira de luta de ambientalistas fervorosos, passando a representar sério problema de saúde pública. O risco à saúde da população seria diminuído se, em primeiro lugar, a regularidade do suprimento de água potável e a manutenção do sistema de distribuição fossem melhorados. A qualidade da água usada para consumo deve ser monitorada mais de perto.

Por certo, a água é um bem natural renovável. Porém na prática, o aumento populacional tem ocorrido em níveis superiores aos tolerados pela natureza, o que resultará, em pouco tempo, em estresse do sistema hídrico. As gerações atuais precisam de uma nova cultura em relação ao uso da água, pois, além de garantia de seu próprio bem-estar e sobrevivência, devem cultivar a preocupação com as próximas gerações e com a natureza, as quais, por certo, também têm direito a esse legado.

O progresso em geral e a preservação da saúde pública estão condicionados a um eficiente serviço de distribuição de água de boa qualidade. Mal servida de água, uma comunidade tende para estagnação e o retrocesso.

V BIBLIOGRAFIA

- Agard L., Alexander C., Green S., Jackson M., Patel S., Adesiyun A. 2002. Microbiol quality of water supply to an urban community in Trinidad. *Journal of Food Protection*, **65** (8): 1297-1303.
- Alonso L. R. & Freitas M. S. H. de. 1988. Planejamento operacional e reabilitação de unidades – antecipando e resolvendo problemas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 14, São Paulo, *Anais*, **2**: 38-45.
- Alves N. C., Odorizzi A. C., Goulart F. C. 2002. Análise microbiológica de água potável de abastecimento, Marília, SP. *Rev. Saúde Pública*, **36** (6): 749-751.
- Alvim P. R. J. 1994. *Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – Microbacia do Ribeirão do Funil – MG*. CETEC/IGA – SAE/PR
- Ângulo F. J., Tippen S., Sharp D. J., Payne B. J., Collier C., Hill J. E., Barrett T. J., Clark R. M., Geldreich E. E., Donnell H. D. Jr. and Swerdlow D.L. 1997. A community water-borne outbreak of salmonellosis and effectiveness of boil water order. *Am. J. Public Health*, **87**: 580-584.
- APHA – American Public Health Association. 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, DC: American Public Health Association, Water Environment Federation.
- Ashraf S. M., Yunus M. 1997. Waterborne disease of bacterial origin in relation to quality of water in a suburb of Uttar Pradesh. *J. Biomed. Environ. Sci.*, **10**: 442-450.
- Banco Mundial. 1998. *Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - Secretaria de recursos Hídricos, Brasília. 292p.

- Barcelos C., Coutinho K., Pina M. E., Magalhães M. M. A. E., Paola J. C. M. D., Santos S. M. 1998. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: Análise de riscos à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando sistemas de informação geográfica. *Cad. de Saúde Pública*, **14** (3): 597-605.
- Baron E. J. et al. 1994. *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*. 9th edition. Mosby – Year Books, Inc. St. Louis.
- Benicio M. H. D'A., Monteiro C. A. 2000. Tendência secular da doença diarreica na cidade de São Paulo (1984-1996). *Rev. Saúde Pública*, **34** (6 Supl): 83-90.
- Borges L. G. A., Dallavechia V., Corção G. 2003. Characterization and genetic diversity via REP-PCR of *E. coli* isolates from polluted waters in southern Brazil. *FEM Microbiology Ecology*, **1533**: 1-8.
- Branco S. M. 1999. Água, Meio Ambiente e Saúde. In: A. da C. Rebouças, Braga B., Tundisi J. G. 1999. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo, Instituto de Estudos Avançados da USP / Academia Brasileira de Ciências, 248-303.
- Brandão L. A. M. P. 2001. Melhoria de Qualidade da Água em Bacia de Decantação de uma Mina de Ferro – S. A. Mineração da Trindade. “Samitri”. Dissertação de Mestrado. PPG/ECRN. DEGEO-UFOP. 112p.
- Brasil. 2000. *Normas de qualidade da água para consumo humano*. Portaria Nº 1469 de 29 de Dezembro de 2000. Brasília: Ministério da Saúde.
- Brum M. A. R., Terra N. N., Piovezano A., Holsback M. T. 1977. Aspectos microbiológicos da água potável em Santa Maria, Rio Grande do Sul: Reservatórios particulares. *Rev. Centro Ciências Rurais*, **7**(3): 247-250.
- Bruni V., Maugeri T. L., Monticelli L. 1997. Faecal pollution indicators in the Terra Nova Bay (Rosa Sea, Antarctica). *Mar. Pollut. Bull.*, **11**: 908-912.

- Burn L. S., Silva D de, Shipton R. J. 2002. Effect of demand management and system operation on potable water infrastructure costs. *Urban Water*, **4**: 229-236.
- Byappanahalli M. N., Fujioka R. S. 1998. Evidence that tropical soil environmental can support the growth of *Escherichia coli*. *Water Sci. Technol.*, **38**: 171-174.
- Camargo A., Capobianco J. P. R., Oliveira J. A. P. de. 2002. *Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós Rio-92*. São Paulo, Estação Liberdade, Instituto Socioambiental; Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas – Centro Internacional de Desenvolvimento Sustentável.
- Cardoso D. D. P., Rácz M. L., Azevedo M. S. P., Martins R. B. M., Soares C. M. A. 2001. Genotyping of group A rotavirus sample from Brazilian children by probe hybridization. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **34**: 471-473.
- Carke S. C. 2001. Diarrhoeagenic *Escherichia coli* – an emerging problem. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, **41**: 93-98.
- CEPIS – Centro Pan-americano de Engenharia e Ciências do Ambiente. 2000. Cobertura de Água Potável.
- Comparini J. B., Orsi R., Orsatt W. A., Barros L. C. D. de. 1988. Solução alternativa para extração de água de poços tubulares profundos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 14, São Paulo, *Anais*, **2**: 65-77.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2000. *Resolução Nº 247 de 29 de Novembro de 2000*. Brasília, 29 dez. 2000.
- Coutinho-Farias E. W. 2000. *Pesquisa de oocistos de Cryptosporidium spp e Salmonella spp em amostras de águas de esgoto e água de córrego da cidade de São Paulo*. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Mestrado, 99p.
- Cruz W. B. 1994. Diagnóstico Hidrogeológico. In: Alvim, P. R. J. 1994. *Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – Microbacia do Ribeirão do Funil – MG*. CETEC/IGA – SAE/PR

- D'Aguila P. S., Roque O. C. C., Miranda C. A. S., Ferreira A. P. 2000. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. *Cad. Saúde Pública*, **16** (30): 791-798.
- David P. R. de B. S., Mendes A. C. R., Neto A. de C., Costa S. M. S. 1999. Avaliação da Qualidade microbiológica de águas minerais e de abastecimento de alguns pontos da cidade do Recife, PE. *Rev. Higiene Alimentar*, **13**(60): 36-42.
- Dias J. C. P. 1998. Problemas e possibilidades de participação comunitária no controle das grandes endemias no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, **14** (sup. 2): 19-37.
- Duncanson M., Russell N., Weinstein P., Baker M., Skelly C., Hearnden M., Woodward A. 2000. Rates of notified cryptosporidiosis and quality of drinking water supplies in Aotearoa, New Zealand. *Water Research*, **34**(15):3804 - 3812.
- Egwari L., Aboab O. O. 2002. Environmental impact on the bacteriological quality of domestic water supplies in Lagos, Nigeria. *Rev. Saúde Pública*, **36**(4): 513-520.
- El-Abagy M. M., Dutka B. J., Kamel M. 1988. Incidence of coliphage in potable water supplies. *Applied and Environmental Microbiology*. **54**(6): 1632-1633.
- Espíndola R. S. 2001. *Impactos dos sistemas de saneamento "in situ" ans águas subterrâneas, município de Itaquaquecetuba, SP*. Instituto de Geociência, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Mestrado, 126p.
- Falcao D. P., Valentini S. R., Leite C. Q. F. 1993. Pathogenic or potentially pathogenic bacteria as contaminants of fresh water from different sources in Araraquara, SP, Brazil. *Water Research*, **27**: 1737-1741.
- FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. 1994. Zoneamento das Águas. In: Alvim, P. R. J. 1994. *Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – Microbacia do Ribeirão do Funil – MG*. CETEC/IGA – SAE/PR.

- Ferreira M. D. 1976. *Pesquisa de Salmonella em águas superficiais de Belo Horizonte - Minas Gerais*. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Tese de Mestrado, 110p.
- Freitas M. B., Brilhante O. M., Almeida L. M. 2001. The importance of water testing for public health in two regions in Rio de Janeiro: a focus on fecal coliforms, nitrates and aluminum. *Cad. Saúde Pública*, **17**(3): 651-660.
- Freitas M. B., Almeida L. M. Qualidade da Água subterrânea e Sazonalidade de organismos Coliformes em Áreas Densamente Povoadas com Saneamento Básico Precário. http://www.perfuradores.com.br/infocie_tb_36.htm
- Fujioka R.S., Hashimoto H. H., Siwak E.B., Young R. H. F. 1981. Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.*, **41**: 690-696.
- Gamba R. de C. 2000. *Avaliação de metodologias de concentração para presença de Cryptosporidium em amostras de água*. Biotecnol-Interunidades em Biotecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Mestrado, 66p.
- Gazzinelli A, Souza M. C. C., Nascimento I., Sá I. R., Cadete M. M. M., Kloos H. 1998. Domestic water use in a rural village in Minas Gerais, Brazil, with an emphasis on spatial patterns, sharing of water, and factors in water use. *Cad. Saúde Pública*. **14**(2): 265-277.
- Ghenghesh K. F. (1989). *Aeromonas: epidemiological aspects and virulence factors*. Escola Paulista de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 96p.
- Giombelli A., Rech H., Torres V. S. 1998. Qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes de dois municípios da Região do Alto Uruguai Catarinense. *Rev. Higiene Alimentar*, **12**(56): 49-51.
- Hara, N. F. 1992. *Estudo de rotavírus em crianças sob atendimento ambulatorial na cidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia. UNICAMP. 92p.

- Hespanhol, I. 1999. Água e Saneamento Básico – Uma Visão Realista. In: Rebouças A. da C., Braga B., Tundisi J. G. 1999. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo. Instituto de Estudos Avançados da USP / Academia Brasileira de Ciências. Escrituras Editoras.
- Higute I. H., Macena I. R., Masunari S., Filho M. B. O., Blaskowski M. M. M., Nascimento A. J. 1998. Occurrence of coliforms in water samples of the Penequê and Penedo Rivers in Paraná, Brazil. *Arch. Biol. Technol.*, **41**: 417-422.
- Hoffmann F. L., Garcia-Cruz C. H., Vinturim T. M., Fazio M. L. S. 1997. Qualidade microbiológica da água consumida na cidade de São José do Rio Preto – SP. *Rev. Higiene Alimentar*, **11**(52): 47-49.
- Hoffmann, F. L. 1995. Estudo das características microbiológicas das águas do Rio Preto, no município de São José do rio Preto – SP. *Rev. Higiene Alimentar*, **9** (36): 26-28.
- Isquith I. R., Winters H. 1987. The microbial analysis of domestic cistern water in the U. S. Virgin Islands. *Desalination*, **66**: 415-421.
- Kittigul L., Khamoun P., Sujirarat D., Utrarachkij F., Chitpiron K. 2001. An Improved Method for Concentrating Rotavirus from Water Sample. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, **96**: 1-7.
- Kravitz J. D., Nyaphisi M., Mandel R., Petersen E. 1999. Quantitative bacterial examination of domestic water supplies in the Lesotho Highlands: water quality, sanitation, and village health. *Bulletin of the World Health Organization*, **77** (10): 829-836.
- Lanna M. C. S. 1993. *Pesquisa de Rotavírus e outros Agentes Associados as Diarréias Humanas no Município de Ouro Preto, Minas Gerais*. Instituto de Microbiologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Doutorado, 226p.
- Las Casas C. C. B. 1994. Introdução. In: Alvim P. R. J. 1994. *Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – Microbacia do Ribeirão do Funil – MG*. CETEC/IGA – SAE/PR.

- Lisbôa, A. J. 1987. Salmonella na bacia hidrográfica do Jacuí – correlação com coliformes. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 14, São Paulo, *Anais*, **2**: 17-23.
- Lopez-pila J. M., Szewzyk R. 2000. Estimating the infection risk in recreational waters from the faecal indicator concentration and from the ratio between pathogens and indicators. *Water Research*, **34**(17): 4195-4200.
- Mackrznie W. R., Hoxie N. J., Procler M. E., Gradus M. S., Blavi K. A., Peterson D. E., Kazmierckzak J. J., Addiss D. G., Fox K. R., Rose J. B., Davis J. P. 1994. A massive outbreak in Milwaukee of cryptosporidiosis infection transmitted through the public water supply. *New. England Journal of Medicine*, **331**: 161-167.
- Madigan M. T., Martinko J. M., Parker J. 1997. *Brock - Biology of Microorganisms*. 8th ed., 524 – 674. Prentice-Hall, Upper Saddler River, New Jersey.
- Manfredini B. de C. Avaliação da qualidade bacteriológica de águas de poços rasos de áreas rurais do município de São Roque, São Paulo.
http://www.perfurados.com.br/infocie_trab_cienc.htm.
- Martins M. T. 1979. *Salmonella no ambiente aquático: significado sanitário*. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 354p.
- Matte M. H. 1995. *Aeromonas spp potencialmente patogênicas em alguns pontos da Represa de Guarapiranga destinados à recreação e captação para abastecimento público*. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Mestrado.
- Mayor C. C. S. 2002. *Entrevista concedida pelo Técnico Químico e Acessor do Departamento de Água e Esgoto da Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais*.

- Medeiros A. O. 2002. *Caracterização microbiológica em ambientes aquáticos pertencentes à bacia do Rio Doce no Estado de Minas Gerais, Brasil*. Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Tese de Mestrado, 98p.
- Mehnert D. U. 2001. *Vírus no ambiente aquático e o impacto da poluição por água de esgoto. Resumo de conferências – V CAEB – Unicamp 2001*. Departamento de Microbiologia – ICB/USP.
- Mehnert D.U., Stewien K.E. 1993. Detection and distribution of rotavirus in raw sewage and creeks in São Paulo, Brazil. *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**: 140-3.
- Mehnert, D. U. 1988. *Determinação da presença e do número de rotavírus em amostras de água de esgoto e de córregos poluídos da cidade de São Paulo*. Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 214p.
- Melo, I. S. de, Azevedo J. L. 1997. *Microbiologia Ambiental*. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA. 440p.
- Momba M. N. B., Kaleni P. 2002. Regrowth and survival of indicator microorganisms on the surfaces of household containers used for the storage of drinking water in rural communities of South Africa. *Water Research*, **36**: 3023-3028.
- Moore A. C., Herwaldt B. L., Craun G. R., Calderon R. L., Highsmith A. K., Juranek D. D. 1994. Waterborne disease in United States, 1991 and 1992. *J. Am. Water Works Assoc.*, **86**: 87-89.
- Moraes D. S. L, Jordão B. Q. 2002. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Rev. Saúde Pública*, **36**(3): 370-374.
- Muller A. P. B. 1999. *Detecção de oocistos de Cryptosporidium spp. em águas de abastecimento superficiais e tratadas da região metropolitana de São Paulo*. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Mestrado, 109p.

- Musa H. G., Shears P., Karl S., Elsabay S. K. 1999. Water quality and public health in northern Sudan: a study of rural and peri-urban communities. *J. Appl. Microbiol.*, **87**: 676-682.
- Nanan D., White F., Afsar H., Hozhabri S. 2003. Evaluation of a water, sanitation, and hygiene education intervention on diarrhoea in northern Pakistan. *Bulletin of the World Health Organization*. **81**(3): 160-165.
- Nascimento A. R., Filho J. E. M., Carvalho P. A. B., Costa A. C. 2001. Colimetria das águas do Rio Bacanga (São Luis, Maranhão), de peixes e sururus capturados em suas águas. *Rev. Higiene Alimentar*, **15**(84): 59-66.
- Netto, J. M. de A. 1971. Reservatórios de distribuição: Limpeza e desinfecção, conservação e segurança. In: *Operação e manutenção de sistemas de distribuição de água*. São Paulo: Centro Tecnológico de Saneamento Básico / CETESB. 279-292.
- Neves K. O., Ferreira J. M. S., Lanna M. C. S., Alves J. F., Ribeiro D. A., Reis V. W., Rampinelli L. R., Pereira G. I. 2002a. Evaluation of rotavirus rate on diarrhea and drinking water quality from poor neighbourhoods of Ouro Preto, Brazil. *Virus – Reviews and Research. Journal of the Brazilian Society for Virology*, **7**(1- suppl. 1).
- Neves K. O., Lanna M. C. S., Siqueira J. M. F., Rocha W. D., Dutra A., Oliveira I. C., Vilano G. S. 2002b. Estudo microbiológico da água de consumo de bairros periféricos de Ouro Preto e diarréia infantil. In: Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia - Ecotoxicologia e os novos desafios no monitoramento ambiental, 7 e Reunião da Setac Latino-Americana, 5, Vitória, *Anais*, **1**.
- Nogueira G., Nakamura C. V., Tognim M. C. B., Filho B. A. A., Dias B. P. F. 2003. Qualidade Microbiológica de Água Potável de Comunidades Urbanas e Rurais, Paraná. *Rev. Saúde Pública*. **37**(2): 232-236.

Normas Mínimas em Matéria de Abastecimento de Água e Saneamento. <http://www.sphereproject.org/portugues/handbook/agua1-p.pdf> acesso: 4/11/2002

Oliveira W. E. 1987. Qualidade, Impureza e Características Física, Química e Biológica das Águas. Padrões de Potabilidade – Controle da Qualidade de Água. In: Netto J. M. A. *Técnicas de Abastecimento de Água*. São Paulo. 2ª ed. CETESB / ASCETESB. 549p.

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde. 2000. *Avaliação dos serviços de água potável e saneamento 2000 nas Américas*.

Payment P., Trudel M., Plante R. 1985. Elimination of viruses and indicator bacteria at each step of treatment during preparation of drinking water at seven water treatment plants. *Appl. Environ. Microbiol.*, **49**: 1418-28.

Pelczar M., Reid R., Chan E. C. S. 1980. *Microbiologia*. São Paulo, McGraw-Hill. vol. 2.

Pereira, B. E. B. et al. 1987. *Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água*. São Paulo, CETESB / ASCETESB, 2 ed., **1**, 550p.

Pimentel, H. S. 2001. *Caracterização Geoquímica das Águas na Serra de Ouro Preto, Minas Gerais*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Tese de Mestrado, 112p.

Pina S., Puig M., Lucena F., Jofre J., Girones R. 1998. Viral pollution in the environment and in shellfish: human adenovirus detection by PCR as an index of human viruses. *Applied and Environmental Microbiology*. **64**: 3376-3382.

Puppi I. C. 1973. Importância do abastecimento de água. In: Netto J. M. de A., Martins J. A., Puppi I. C., Netto F. B., Franco P. N. C. *Planejamento de sistema de abastecimento de água*. Paraná, Universidade Federal do Paraná e Organização Pan-Americana de Saúde, 5-20.

Ramteke P. W., Bhattacharjee J. W., Pathak S. P., Karla N. 1992. Evaluation of coliforms as indicators of water quality in India. *Journal of Applied Bacteriology*, **72**(4): 352-356.

- Reasoner D. J. 1998. *Agentes patógenos en el agua potable: Estado actual y perspectiva*. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. [online]. [citado 07 de Abril 2003]. 25p. Disponível em: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsala/e/efultext/agentes/agentes.pdf>.
- Rebouças A. da C., Braga B., Tundisi J. G. 1999. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo, Instituto de Estudos Avançados da USP / Academia Brasileira de Ciências, Escrituras Editoras.
- Reid D. C., Edwards A. C., Cooper D., Wilson E., McGaw B. A. 2003. The quality of drinking water from private water supplies in Aberdeenshire, UK. *Water Research*, **37**: 245-254.
- Rivera I. N. G., Chun J., Huq A., Sack R. B., Colwell R.R. 2001. Genotypes associated with virulence in environmental isolates of *Vibrio cholerae*. *Applied and Environmental Microbiology*, **67**(6): 2421-2429.
- Rivera N. G., Martins M. T. 1996. Bactérias enteropatogênicas no ambiente aquático. *Rev. Ciênc. Farm.*, **17**: 115-136.
- Robbins-Browne R. N. 1987. Traditional enteropathogenic *Escherichia coli* of infantile diarrhea. *Rev. Infect. Dis.*, **9**: 28-53.
- Rodrigues J., Acosta V. C., Candeias J. M. G., Sousa L. O., Filho F. J. C. 2002. Prevalence of diarrheogenic *Escherichia coli* and rotavírus among children from Botucatu, São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **35**: 1311-1318.
- Rompre U. M., Servais P., Baudart J. de, Roubin M R., Laurent P. 2002. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *J Microbiol Methods*. Mar., **49**(1):31-54.
- Sabione J. G. 2001. Avaliação da Eficiência do Filtro de Areia na Redução Microbiana em Água de Consumo. *Rev. Higiene Alimentar*, **15**(84): 75-78.

- Sather P.V. et al. 1983. Investigation report of an epidemic of typhoid fever. *Int. J. Epidemiol*, **12**: 215-219.
- Stewien K. E. 1979. *Análise virológica da água: estudo comparativo entre dois métodos para concentração de vírus em água de esgoto e determinação da razão entre os números de enterovírus e coliformes*. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de livre docência, 95p.
- Strauss B., King W., Ley A., Hoey J. R. 2001. A prospective study of rural drinking water quality and acute gastrointestinal illness. *BCM Public Health*, **1**:8.
- Tortora G. J., Funke B. R., Case C. L. 2000. *Microbiologia*. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 6 ed.
- Trabulsi L. R. 1996. *Microbiologia*. 2ª Ed. Atheneu
- USEPA – United States Environmental Protection Agency. 2000. DRAFT. *Implementation Guidance for Ambient Water Quality Criteria for Bacteria* - 1986. U. S. Environmental Protection Agency. Washington, DC, EPA-823-D-00-001.
- von Sperling, M. 1996. *Introdução à qualidade de água e ao tratamento de esgotos*. v.1; 2. ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. 243p.
- Welch P., David J., Clarke W.,Trinidade A., Penner D., Bernstein S., McDougall L., Adesiyun A. A. 2000. Microbial quality of water in rural communities of Trinidad. *Pan American Journal of Public Health*, **8**(3): 172-180.
- WHO - World Health Organization. 1997. Guidelines for drinking-water quality, vol.3. *Surveillance and control of community supplies*, 2nd ed. World Health Organization, Geneva.

Zmirou D., Ferley J. P., Collin J. F., Charrel M., Berlin J. 1987. A follow-up study of gastrointestinal diseases related to bacterologically substandard drinking water. *American Journal of Public Health*, **77**(5): 582-584.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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