

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BELO HORIZONTE – UNI-BH

DANIEL GALVÃO BORGES MACHADO

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO Córrego
CERCADINHO EM BELO HORIZONTE-MG: Análise colimétrica
da contaminação por esgotos domésticos.

Belo Horizonte
2009

DANIEL GALVÃO BORGES MACHADO

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO CÓRREGO
CERCADINHO EM BELO HORIZONTE-MG: Análise colimétrica
da contaminação por esgotos domésticos.

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Belo Horizonte
como requisito parcial à obtenção
do título de bacharel em Ecologia.
Orientadora: Professora Mestre
Elayne Cristina Machado.

Belo Horizonte
2009

RESUMO

O Córrego Cercadinho, situado na região metropolitana de Belo Horizonte, é alvo de contaminação por esgotos domésticos. Sendo assim, suas águas podem conter microrganismos patogênicos, sendo essencial à avaliação de sua qualidade microbiológica. Sem saneamento básico adequado, esse leito fluvial transporta rejeitos para o Ribeirão Arrudas e, conseqüentemente, para os rios das Velhas e São Francisco. Compromete-se, então, as características tanto no aspecto natural, como também no paisagístico e histórico. Esse trabalho implica em verificar, através de amostras de água coletadas em diferentes pontos, a concentração colimétrica e o aumento no número de *Escherichia coli* à medida que o curso d'água vem recebendo os despejos. Foi usado o método de diluição em tubos múltiplos, o qual mostrou que no Córrego Cercadinho existe elevadas concentrações de material fecal. Portanto, o curso d'água em questão está seriamente comprometido, sendo extremamente necessário o tratamento e destinação adequada dos resíduos locais.

Palavras-chave: esgotos domésticos, *Escherichia coli* e Córrego Cercadinho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tubulações de esgotos domésticos no Córrego Cercadinho.....	13
Figura 2 - Foz do Córrego Cercadinho.....	13
Figura 3 - Fazenda do Cercado.....	14
Figura 4 - Pontos de coleta de água para análises colimétricas na área de estudo.....	19
Gáfico 1 - Perfil Longitudinal do Córrego Cercadinho.....	11
Gráfico 2 - Resultados referentes a quantidade de E.coli encontrada nas amostras.....	25
Tabela 1 - Coordenadas Geográficas dos Pontos de Coleta.....	20
Tabela 2 - Resultados decorrente das análises colimétricas na área de estudo.....	22
Tabela 3 - Resultados gerais das análises colimétricas na área de estudo.....	23
Mapa 1 - Mapa da área de estudo e os pontos de coleta: Córrego Cercadinho - Belo Horizonte- MG.....	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	06
2. OBJETIVO GERAL.....	07
2.1 Objetivos Específicos.....	07
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	08
3.1. Poluição de águas superficiais por esgotos domésticos.....	08
3.2. Localização da área de estudo.....	10
3.3. Perfil longitudinal do Córrego Cercadinho.....	11
3.4. A ocupação e o uso do solo na área de estudo.....	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1. Locais de coletas.....	16
4.2. Amostragem.....	20
4.3 Preparação das amostras.....	20
4.4 Análises microbiológicas – Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes (NMP).....	21
5. RESULTADOS.....	21
6. DISCUSSÕES.....	25
CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

As águas superficiais podem se tornar um dos importantes veículos geradores de enfermidades infecciosas em pessoas que vivem aos seus arredores ou que as consomem, o que torna essencial à avaliação de sua qualidade microbiológica. Segundo Mormul *et al* (2006), muitos microrganismos patogênicos encontram-se presentes nas fezes ou na urina de pessoas infectadas e, quando descartados em leitos de águas superficiais, podem se tornar um perigo para a comunidade local.

Os microrganismos os quais acusam a presença de material fecal de origem humana ou de animais de sangue quente nas águas são conhecidos como coliformes termotolerantes (Pelczar *et al*, 1996). De acordo com Griffó *et al* (2003), o principal representante do grupo termotolerante, o qual evidencia-se nesse trabalho, é a *Escherichia coli*, pois é o indicador mais específico de contaminação fecal e de eventual presença de organismos patogênicos. Testes que detectam esses microrganismos nas amostras são usados atualmente para averiguar a qualidade da água.

O Córrego Cercadinho, situado na região metropolitana de Belo Horizonte e material de estudo do presente trabalho é alvo de contaminação de seus recursos hídricos por esgotos domésticos. Conforme Tucci (1993) esse tipo de esgoto é composto por matéria orgânica biodegradável, nutrientes, óleos, graxas, detergentes e também por microrganismos vindos de fezes e urinas humanas.

Segundo Polignano (2005), sabe-se que populações de baixa renda estão aglomeradas muito próximas das margens do Córrego Cercadinho, sem que haja o mínimo de saneamento básico, tornando-se alvos vulneráveis a doenças infecciosas. Pescadores do Rio das Velhas, pessoas que nadam no Rio São Francisco e que usam suas águas para abastecimento, também estão sujeitas a essas contaminações. Sem dizer das comunidades aquáticas que são afetadas pelos despejos domésticos, prejudicando, assim, o seu equilíbrio.

No caso do Córrego Cercadinho, segundo Souza (2002), deve-se salientar que em se tratando de limpeza urbana, não existe infra-estrutura adequada para a disposição final dos esgotos sanitários. O leito recebe grandes quantidades de despejos domésticos, perdendo esteticamente suas características como patrimônio paisagístico, histórico e natural.

A Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 cita o saneamento básico como ferramenta de manejo adequado à saúde pública, à segurança da vida e ao patrimônio público e privado. Sendo de dever público, a integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos, deve-se obter o interesse para a melhoria da salubridade ambiental, através de um conjunto de atividades com bases adequadas para o tratamento e destino final do resíduo doméstico (BRASIL, 2007).

Devido à amplitude do Córrego Cercadinho, no aspecto de abastecimento do Ribeirão Arrudas, e conseqüentemente, do Rio das Velhas e Rio São Francisco, esse trabalho implica em verificar o problema enfrentado pela saúde pública, devido a tal contaminação. Através de amostras de água coletadas em diferentes pontos do Córrego Cercadinho, pode-se discutir sobre a concentração colimétrica em cada um deles e o aumento no número de *Escherichia coli* à medida que o curso d'água vem recebendo os despejos.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar o grau de contaminação dos despejos vindos de esgotos domésticos no Córrego Cercadinho através de exames microbiológicos, usando a *Escherichia coli* como bioindicadora.

2.1 Objetivos Específicos

- Confirmar, através de análises quantitativas para *Escherichia coli*, o aumento da contaminação por esgotos domésticos à medida que o curso d'água em questão vêm recebendo os despejos.

- Detectar os pontos críticos onde se presenciam os focos com maior quantidade de despejos residuais no trecho analisado.
- Verificar a classificação do trecho estudado de acordo com a Resolução CONAMA de 17 de março de 2005 em se tratando de padrões microbiológicos de qualidade da água.
- Avaliar a influência do índice pluviométrico na quantidade desses microrganismos encontrados nas amostras de água coletadas em diferentes pontos do Córrego Cercadinho.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Poluição de águas superficiais por esgotos domésticos

A forma mais comum de poluição hídrica, segundo Castro (2006), é a proveniente de substâncias orgânicas, acarretada pelo lançamento de esgotos industriais e domésticos. Essa última, salientada como a mais séria forma de degradação dos recursos hídricos, pois se trata de água que foi utilizada para fins higiênicos, onde predominam resíduos de lavagem e material fecal.

A água pode colocar em perigo a saúde e a vida se apresentar microrganismos patogênicos. Conforme Pelczar *et al* (1996), muitos deles podem causar infecções intestinais em seres humanos como: febre tifóide e paratifóide, shigelose, cólera, campilobacteriose, enterites virais e amebíase. Como já foi dito anteriormente, segundo Mormul *et al* (2006), os microrganismos causadores dessas doenças encontram-se em fezes ou urina de pessoas infectadas e, conseqüentemente, presentes nos despejos residuais.

Em uma análise para a determinação da qualidade da água, não se utiliza o isolamento e a identificação de microrganismos patogênicos. De acordo com Pelczar *et al* (1996), esses agentes têm acesso esporádico ao ambiente hídrico, não tendo sobrevivência duradoura, que por conseqüência, podem ser perdidos em uma amostra para análise laboratorial.

Além disso, quando em pequeno número, esses microrganismos, possivelmente, não podem ser detectados nas análises.

Devido a essas deficiências, quanto aos procedimentos de detecção de microrganismos patogênicos em ambientes aquáticos, foi desenvolvido no campo da ciência microbiológica, métodos para analisar a água sem a dependência de isolamento e identificação desses microrganismos. Segundo Vasconcellos *et al* (2006), indicadores microbiológicos têm sido utilizados mundialmente para verificar a contaminação de corpos d'água por resíduos humanos. Tipicamente são utilizados organismos que são encontrados em elevadas concentrações em fezes humanas. Esses seres indicadores, quando estão presentes, revelam que existe poluição com material fecal de origem humana e, possivelmente, a presença de microrganismos patogênicos.

De acordo com Pelczar *et al* (1996), o número de microrganismos indicadores está relacionado com o grau de poluição. Mas esses indivíduos geralmente são inofensivos ao homem e a outros animais. É importante citar, que os mesmos sobrevivem melhor, e por mais tempo, na água do que os patogênicos, sendo então, úteis para a detecção dos nocivos.

Uma espécie do grupo dos coliformes termotolerantes, a *Escherichia coli*, satisfaz a maior parte destes critérios, e sua presença em amostras de água pode indicar a contaminação por outros patogênicos intestinais. Esse microrganismo é o único biótipo da família Enterobacteriaceae que pode ser considerado exclusivamente de origem fecal (VASCONCELLOS *et al*, 2006). Conforme Cerqueira e Horta (1999), a *E. coli* representa percentuais em torno de 96 a 99% nas fezes humanas, sendo atualmente utilizada pelas estações de tratamento de água como indicadora de maior representabilidade de contaminação fecal.

Os métodos de análise de água devem seguir os critérios estabelecidos pela American Public Health Association (APHA) e classificadas de acordo com a Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, que impõe limites quantitativos quanto à presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, referentes ao uso da água (BRASIL, 2005).

Portanto, análises através da contagem de *Escherichia coli* é o parâmetro ideal para se avaliar, microbiologicamente, a poluição por esgotos domésticos em águas superficiais. A presença e a concentração destas bactérias na água indicam que o leito fluvial recebeu uma certa quantidade de material fecal.

3.2. Localização da área de estudo

A microbacia do Córrego Cercadinho faz fronteira com o Quadrilátero Ferrífero (Q.F) que segundo Marshak & Alkimin (1998), situa-se na porção meridional do cráton do São Francisco. Rochas metassedimentares do Supergrupo Minas, segundo Silva *et al* (1994), fazem parte da formação geológica local, a qual, mais especificamente, pertence aos Grupos Itabira e Piracicaba.

De acordo com as características que determinam uma microbacia, pode-se dizer que a do Córrego Cercadinho, localizada na região oeste de Belo Horizonte, está inserida na Bacia do Ribeirão Arrudas, a qual suas águas alimentam o Rio das Velhas, que por sua vez, leva todos os seus sedimentos para o Rio São Francisco. Segundo a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH), sua localização mais exata é na extremidade sudoeste do município, sendo que sua montante encontra-se na borda noroeste da Serra do Curral. Este local é caracterizado como uma área de clima tropical de altitude (seco no inverno com verões quentes e úmidos), onde a temperatura média anual varia entorno de 19° a 21° C e a precipitação total anual é de aproximadamente 1400 a 1600mm (RIBEIRO, 2001).

De acordo com dados da PBH os bairros inseridos na microbacia são: Belvedere III, Santa Lúcia, Olhos D'água, Mansões, Buritis, Estoril, Palmeiras, Estrela Dalva, Marajó, Havaí, Nova Barroca, Salgado Filho, Cinquentenário e as vilas São José e Ventosa, mostrando que se trata de uma região bastante urbanizada.

3.3. Perfil longitudinal do Córrego Cercadinho

Segundo a PBH, o comprimento do curso principal do Córrego Cercadinho é de 7,8 Km, o qual segue de sudeste (SE) a noroeste (NW). Sua nascente mais alta encontra-se numa altitude de aproximadamente 1160m e sua foz, mais precisamente, a 860m acima do nível do mar (Gráfico 1).

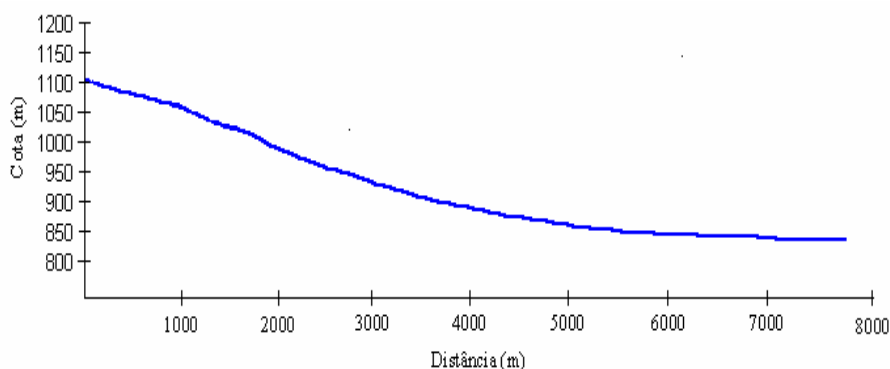


Gráfico 1: Perfil Longitudinal do Córrego Cercadinho

Fonte: Machado (2008)

As nascentes do Córrego Cercadinho situam-se no setor compreendido como Alto Cercadinho, próximo a Serra do Curral. Conforme Souza *et al* (2002), sobre as vertentes desta área, pode-se comentar que constam de inclinações com maiores declividades, pois como é de costume, situam-se mais próximas a montante, fazendo com que o curso d'água ganhe mais velocidade. Notam-se no local, áreas ainda bem preservadas, como a Área de Proteção Especial (APE) Cercadinho e o Parque Aggêo Pio Sobrinho.

A APE é protegida pela Companhia de Águas e Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG) e pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF). Ali existe um manancial que, segundo a COPASA-MG, é utilizado para o abastecimento dos bairros: Pilar, Olhos D'água e parte do Santa Lúcia.

Através de um relevo acidentado, a APE é caracterizada por ser basicamente formada por campos de altitude com pequenos vestígios de campos rupestres, além da ocorrência de um vale, caracterizado pela existência de uma mata ciliar. Trata-se de uma transição entre Cerrado e Mata Atlântica, local onde conforme um levantamento da COPASA-MG, registrou-se uma fauna composta de aves e mamíferos.

Na outra área preservada situada nesse setor, está inserido o Parque Aggêo Pio Sobrinho. Segundo a PBH, esse local é caracterizado por obter uma mata de galeria, de cerrado e de campo cerrado, além da presença de três nascentes que formam o córrego Ponte Queimada que é o principal afluente do Córrego Cercadinho. Sendo classificado como área de preservação, o parque possui uma quadra de esportes, brinquedos infantis e uma trilha para caminhadas que se adentra para o interior da mata. Conforme a PBH, essa mata compreende-se como secundária, apresentando uma composição florística diversificada em um solo rico em serrapilheira em estágios diferenciados, mesclando vegetações arbustivas e arbóreas. Encontra-se também no local, espécies vegetais como jerivá, jaboticaba, embaúbas, copaíba e vinhático.

Segundo Souza *et al* (2002), no entorno dessas áreas preservadas, principalmente em sua porção centro-sul, presencia-se uma urbanização bem acelerada. Populações mais favorecidas economicamente vivem nesse setor, onde há um aumento da malha urbana, resultando em uma progressiva impermeabilização do solo, através de pavimentação de ruas estreitas e construções de praças e prédios, além de se transformar, desde a década de noventa, em um grande centro comercial.

O trecho que se segue, de acordo com Souza *et al* (2002), é delimitado pelo setor médio. Situada na porção centro-norte da bacia, essa área possui menor declividade do que a anterior, a qual é caracterizada por ter um relevo mais plano, proporcionando um maior equilíbrio de energia e menor velocidade do fluxo d'água. É nesse setor que a poluição por esgotos domésticos torna-se mais visível, pois, percebe-se, no local, aglomerações de casas sobre os taludes e margens do leito, que conseqüentemente, devido à falta de saneamento básico, resulta-se em uma enorme quantidade de despejos, através de tubulações, as quais são notadas sobre os barrancos (Figura 1).



Figura 1: Tubulações de esgotos domésticos no Córrego Cercadinho

Fonte: Machado (2008)

Nesse setor, também ocorre o encontro do Córrego Ponte Queimada e o Córrego Cercadinho. Nessa parte do curso, a turbidez da água se apresenta em um grau bem elevado. O encontro dos dois leitos é o fator responsável que caracteriza o local como sendo crítico, em se tratando de poluição. Depois desse encontro entre os dois córregos, o leito fluvial segue o seu curso até desaguar na margem direita do Ribeirão Arrudas, alimentando-o com suas águas bastante poluídas (Figura 2).



Figura 2: Foz do Córrego Cercadinho

Fonte: Machado (2008)

3.4. A ocupação e o uso do solo na área de estudo

Segundo Barreto (1996), o marco inicial do povoamento da região do Córrego Cercadinho foi em 1701, quando o bandeirante João Leite da Silva Ortiz apossou-se de terras que se estendeu por várias microbacias do Ribeirão Arrudas. Esse local, que na época era conhecido como Fazenda do Cercado (Figura 3), foi herdado por vários proprietários, até que em 1749 acabou em mão de Alferes de Dragões Antônio Teixeira Pinto, até vim a ser apossada por Antônio de Souza Guimarães e depois pela família dos Cândidos.



Figura 3: Fazenda do Cercado

Fonte: Barreto (1996)

Conforme Vianna (1997), em 25 de novembro de 1894, para que a desapropriação da área ocorresse, a fim de iniciar atividades para a implantação da nova capital, produziu-se o Relatório Fazenda do Cercado, por G. Verschneider a fim de descrever os mananciais encontrados na fazenda. Tal documento mostrou a importância dos mananciais para o aproveitamento do serviço de abastecimento na região que, de acordo com Vianna (1997), proporcionou a chegada de futuros habitantes, tendo um importante papel na viabilização e no abastecimento da cidade. A partir daí, inicia-se um processo de ocupação imobiliária que, nos dias de hoje, chegou a uma situação bastante insuportável.

A história da ocupação dessa área iniciou-se aos arredores da estrada do Cercadinho (atual rua Paulo Piedade Campos), sendo que os pontos de partida foram os bairros Prado e Calafate. Seguindo em direção ao vetor sudoeste da microbacia do Córrego Cercadinho, aprovou-se a construção dos bairros Nova Suíça, Vila Adelina, Jardim América, Vila Ambrosina e Vila Progresso, se destacando até então como eixo de maior crescimento em relação ao restante da capital PBH (1995).

Na década de quarenta, surgiu o que atualmente chama-se de bairro Salgado Filho, predominando moradias para população de baixa renda. Já na década de cinquenta, segundo a Fundação João Pinheiro (1997), a região oeste não apresentou mudanças significativas em relação ao crescimento urbano, o qual voltou a se desenvolver em meados da década de sessenta, se intensificando, assustadoramente, na década de oitenta.

Uma considerável população de baixíssima renda começou a se aglomerar nas proximidades do Córrego do Cercadinho. De acordo com a PBH (1995), surgiram bairros como Havaí e Palmeiras que possuíam características bem desorganizadas em se tratando de planejamento urbanístico. Essas edificações foram construídas nas margens do córrego, apresentando características de áreas invadidas como a irregular divisão dos lotes e a presença de becos. Essas casas que avançam sobre o talude do córrego e são sustentadas por gabiões inseridos nas margens, são locais propícios a desabamentos, principalmente na época das chuvas, além da ocorrência de outro fator problemático que é a ausência de saneamento, pois os esgotos são livremente despejados no córrego, poluindo suas águas.

A implantação da Avenida Raja Gabaglia serviu como ponte de acesso a bairros que surgiam na região. Até então, se tratava de edificações com no máximo três pavimentos, até que na década de oitenta, implantou-se o Conjunto Habitacional Paineiras (Condomínio Estrela D'alva), o qual apresentava edifícios de quatro e dez andares. Esta ocupação ocasionou no aumento do nível de verticalização, contrariando as normas até então respeitadas (FERREIRA, 2001).

Em meados da década de oitenta, ocorreu o surgimento de alguns prédios os quais formavam os bairros Estoril e Buritis. Estabelecia-se ali, no Alto Cercadinho, além de alguns habitacionais, várias quadras de tênis, sem se esquecer de citar a presença da Construtora Mendes Junior e da Escola Americana.

A via principal do Alto Cercadinho (Avenida Professor Mário Werneck) serviu como ponto de referência para um rápido crescimento (sem planejamento) de uma malha urbana, que na década de noventa, mostrou um intenso processo de ocupação. Oferecia-se no local, imóveis com valores mais baixos do que a média no mercado, acarretando em alta demanda e conseqüentemente em novas construções (FERREIRA, 2001).

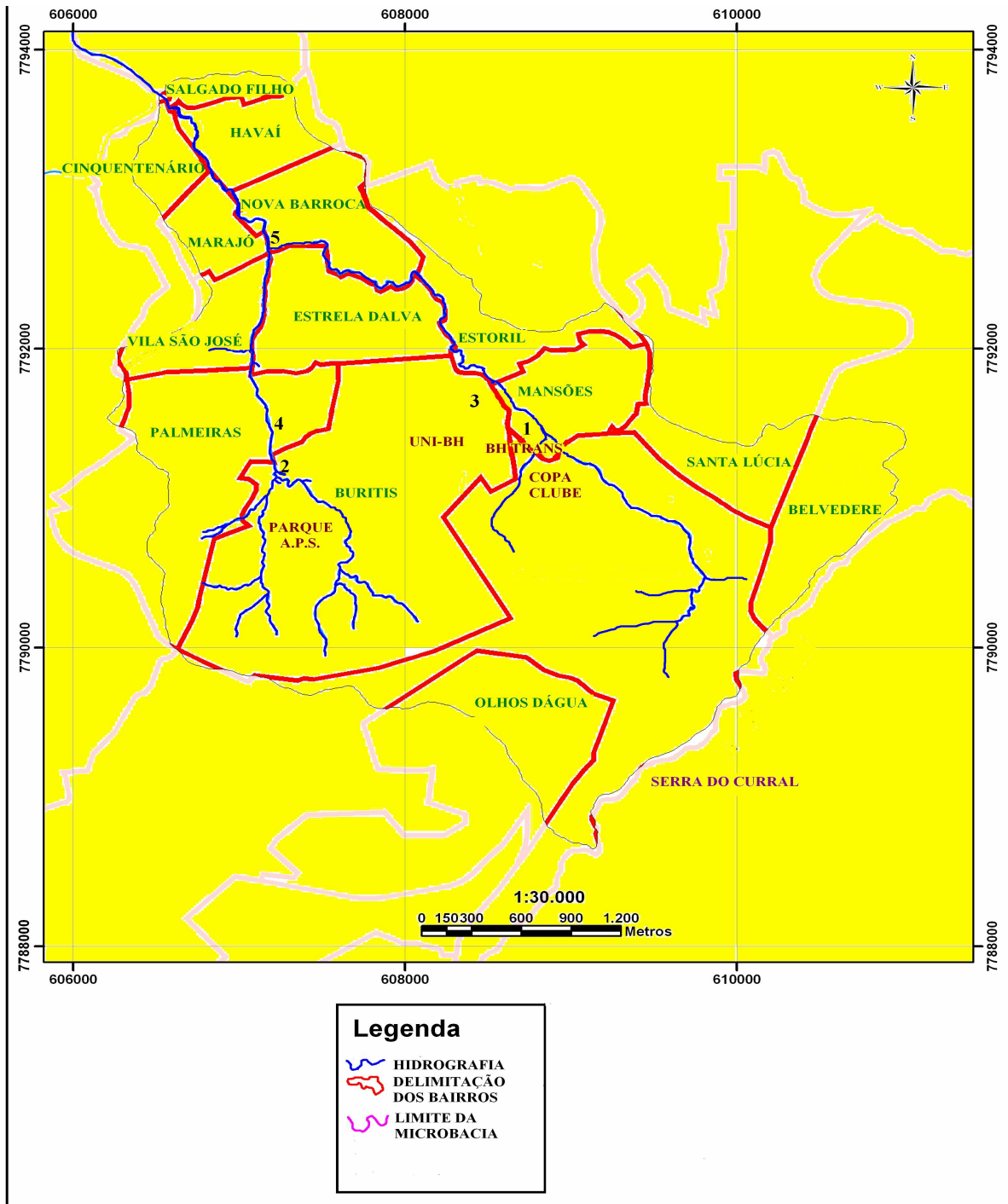
Centros Universitários e restaurantes surgiam aos arredores, agravando ainda mais a situação, a qual, já se configurava, sobretudo, em relação ao trânsito local. A Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS), localizada nas proximidades, tentou e ainda tenta buscar alternativas de planejamento viário, mas ainda sem nenhum sucesso (FERREIRA, 2001).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Locais de coletas

Avaliou-se cinco pontos de coleta os quais foram distribuídos ao longo do curso fluvial do Córrego Cercadinho (Mapa 1), visando critérios de potenciabilidade da intervenção antrópica. Para a seleção dos pontos de coleta, usou-se como parâmetros de escolha a percepção visual e olfativa do autor, através de observações tanto da turbidez quanto da presença ou não de odor vinda do corpo d'água. Essa escolha feita, principalmente de caráter visual, quanto à presença gradativa de poluição, ocorreu de forma minuciosa a fim de que fossem sugeridos os pontos chaves para a notificação dos principais agentes poluidores e conseqüentemente, o grau de poluição em cada um desses pontos.

Mapa da área de estudo e os pontos de coleta: Córrego Cercadinho - Belo Horizonte- MG



Mapa 1: Área de estudo e os pontos de coleta
Fonte: IBGE

A seguir, estão notificados de forma objetiva os pontos os quais foram escolhidos para as análises e suas características que merecem serem citadas:

- Ponto 1: Situado na rua Laborne Tavares, esse ponto encontra-se a oitocentos metros (800m) da saída do Copa clube no bairro Buritis. Ou seja, logo após a nascente, o leito passa pelo interior do clube, que em seguida, delinea toda a avenida Carlos Goulart, local onde se encontram um restaurante, a sede da BHTRANS e alguns loteamentos. Há nas margens desse local, vegetações arbustivas e gramíneas já em estado bem avançado de crescimento. A água neste ponto não se apresenta turva a olho nu e logo, há difícil percepção de poluentes em se tratando de sua aparência (ver figura 4).

- Ponto 2: Fazendo parte do Córrego Ponte Queimada, afluente do Córrego Cercadinho, esse ponto encontra-se na rua Henrique Badaró Portugal no bairro Buritis, limite com o bairro Havaí. Situa-se, mais precisamente, a seiscentos metros (600m) do Parque Aggêo Pio Sobrinho, local onde atualmente se encontra uma construção de um condomínio de casas de até dois pavimentos. Situa-se também na localidade um enorme terreno com plantações de eucalipto, além de outras árvores de porte considerável. Quanto a turbidez da água, não se nota que existem agentes poluidores visíveis (Figura 4).

- Ponto 3: Presente na rua Heitor Menim, mais precisamente a duzentos metros (200m) do ponto 1. Encontram-se sobre os taludes do córrego, as primeiras aglomerações de casas que de forma não planejada foram construídas no local. O curso d'água já se mostra com aparência turva e odor indesejável. É importante frisar a existência de uma tubulação com enorme vazão de despejos, logo após o aglomerado, ocasionando em um alto teor de poluição. Sobre a vegetação, há pouca composição arbórea, devido a já considerável urbanização existente (Figura 4).

- Ponto 4: A duzentos metros (200m) do ponto 2 e também na mesma rua, está situado esse local que aparenta ser crítico em se tratando de poluição. O trajeto que o córrego faz do ponto 2 a este, é feito através de uma galeria subterrânea, a qual ocorre um alto despejo vindo de uma tubulação lateral à galeria, responsável pela mudança considerável

da turbidez da água. Nesse ponto, também percebe-se a existência de algumas casas sobre o talude, ocasionando, também, no evidente aumento de poluição (Figura 4).

- Ponto 5: Encontra-se exatamente na junção do Córrego Ponte Queimada com o Córrego Cercadinho. Esse ponto localiza-se na rua Arcésio Rodrigues, no bairro Havaí (Médio Cercadinho). Na margem do leito, uma considerável aglomeração de casas, cujas tubulações despejam uma enorme quantidade de esgotos, situa-se na localidade. A aparência da água nesse ponto, devido ao altíssimo grau de turbidez e odor, é lastimável, o que torna este, o mais crítico dos pontos (Figura 4).



Figura 4: Pontos de coleta de água para análises colimétricas na área de estudo: A) Ponto 1; B) Ponto 2; C) Ponto 3; D) Ponto 4 e E) Ponto 5.

Fonte: Machado, 2008.

Para a obtenção mais precisa dos pontos de coletas, foram medidos, através de aparelho GPS, as coordenadas geográficas de cada um deles (Tabela 1).

Tabela 1

Coordenadas Geográficas dos Pontos de Coleta

Pontos de coleta	Latitude	Longitude
Ponto 1	19° 57' 83" S	43° 57' 42" W
Ponto 2	19° 58' 24" S	43° 58' 29" W
Ponto 3	19° 57' 04" S	43° 57' 48" W
Ponto 4	19° 58' 13" S	43° 58' 32" W
Ponto 5	19° 57' 34" S	43° 58' 37" W

Fonte: Machado ,2008.

4.2 Amostragem

Para a coleta da água, aproximadamente 90mL, utilizou-se frascos previamente esterilizados em autoclave 121°C/15min. Os mesmos foram mergulhados a uma profundidade de vinte centímetros (20cm) nos pontos citados anteriormente. Todas as amostras foram identificadas com os respectivos locais de coleta e acondicionadas em bolsa térmica para o transporte até o laboratório de Microbiologia Geral do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH), não ultrapassando o limite de vinte e quatro horas para os exames bacteriológicos (VASCONCELLLOS *et al*, 2006). Essas coletas ocorreram nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2008 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2009.

4.3 Preparação das amostras

As amostras foram analisadas, tomando-se como referência, as normas de padrões de potabilidade de águas destinadas ao consumo humano, sendo feitas pelo método em duplicata.

Para que o início das análises microbiológicas após coleta ocorressem, os frascos, contendo as amostras, foram homogenizados, e em seguida realizou-se sucessivas diluições das mesmas. Com uma pipeta esterilizada transferiu-se 1mL da amostra para um tubo contendo 9mL de solução salina, caracterizando a diluição 10^{-1} . Com outra pipeta, também esterilizada, transferiu-se 1mL da diluição 10^{-1} para outro tubo contendo solução salina (diluição 10^{-2}), e assim sucessivamente até a diluição 10^{-5} .

4.4 Análises microbiológicas – Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes (NMP)

Utilizou-se o método de fermentação de lactose em tubos múltiplos em que foram inoculados 1mL das diluições 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} em três séries de três tubos contendo Caldo Lauril Tryptose.

Após incubação a 37,5°C durante 48 horas, os tubos presuntivamente positivos, que evidenciaram produção de gases nos tubos de Durham, foram alvos de uma alçada bem carregada, os quais, submeteram-se ao teste confirmativo para enumeração de coliformes totais e termotolerantes. Para os primeiros, utilizou-se Caldo Verde Brilhante (CVB), e para o segundo, o caldo *Escherichia coli* (EC), com incubação até 48 horas em estufa a 37,5°C e em banho-maria a 44,5°C, respectivamente (APHA,1999).

Os tubos os quais apresentaram formação de gases, foram diagnosticados como positivos e suas diferentes combinações seguiram a metodologia da tabela de NMP da APHA. Os resultados das combinações de tubos contendo o CVB foram dedicados aos coliformes totais, enquanto os dos tubos de caldo EC resultaram-se em contagens de coliformes termotolerantes, mais especificamente a *Escherichia coli*.

5. RESULTADOS

Após a realização dessas sete análises ocorridas mensalmente, constatou-se que os objetivos do presente trabalho foram concretizados. Os resultados adquiridos nas atividades propostas, de um modo geral, foram de acordo com o esperado (Tabela 2). Encontrou-se uma grande quantidade de *E. coli* nas amostras, deixando evidente que a poluição por esgotos domésticos acontece de forma intensa.

Pode-se dizer que na área de estudo, possivelmente existem microorganismos patogênicos. Não se pode diagnosticar a abundância e a diversidade dessas comunidades, pois esse bioindicador, quando ocorre em grande escala, apenas afirma que

provavelmente os nocivos se encontram no local devido à constatação da presença de grande quantidade de material fecal humano.

Tabela 2

Resultados decorrente das análises colimétricas na área de estudo

Período de coletas	Pontos de amostragem	Quantidade em 100ml da amostra (NMP)	
		Coliformes totais	E. coli (termotolerante)
out/08	1	<300	<300
	2	9300	3200
	3	24000	13450
	4	78000	67000
	5	>110000	110000
nov/08	1	2850	1250
	2	3300	<300
	3	8400	5900
	4	110000	78000
	5	110000	65000
dez/08	1	<300	<300
	2	2400	<300
	3	2400	720
	4	46000	24000
	5	24000	24000
jan/09	1	<300	<300
	2	2400	2400
	3	21000	4600
	4	64000	46000
	5	110000	64000
fev/09	1	1900	300
	2	<300	<300
	3	10650	8150
	4	78000	67000
	5	78000	78000
mar/09	1	2450	530
	2	2950	900
	3	21000	18000
	4	46000	33500
	5	78000	65000
abr/09	1	2700	2700
	2	1500	1500
	3	7500	7500
	4	67000	67000
	5	110000	110000

Fonte: Machado, 2009.

Essas análises quantitativas evidenciaram que no trajeto rumo à jusante, o leito do Córrego Cercadinho recebe cada vez mais material fecal, ou seja, à medida que ocorrem os despejos, a quantidade de E. coli aumenta significativamente. Pode-se comentar,

também, que em todas as amostras foi diagnosticada a presença desse microrganismo (tabela 2).

No ponto 1, local que a princípio não aparentava presença de despejos residuais, percebe-se, através dos resultados obtidos, que há sim a ocorrência dessas atividades. As amostras pertencentes a este local, mostraram que de acordo com a tabela NMP, em 100ml de água, existem 811 indivíduos do grupo termotolerante (tabela 3). Número que também pode ser direcionado a coliformes fecais ou *Escherichia coli* (APHA, 1999).

Duzentos metros do ponto 1, encontra-se o ponto 3 cujas amostras confirmaram que ocorreu um aumento significativo de *E. coli* em relação ao primeiro ponto, pois os números aumentaram de 811 para 8360 (tabela 3).

Esse aumento também aconteceu nos pontos relativos ao Córrego Ponte Queimada (só que em maior intensidade), já que no ponto 2, obteve 1271, enquanto que no ponto 4 (200 metros do anterior), esse número evoluiu para 54642 (tabela 3).

No encontro dos dois leitos, ou seja, no ponto 5, o valor encontrado nas análises foi de 73714 (tabela 3). Esse número tão elevado foi devido ao fato de que trata-se da somatória dos rejeitos dos dois córregos.

Confirma-se, então, que à medida que o curso d'água do Córrego Cercadinho segue rumo a sua foz, a poluição residual aumenta consideravelmente. Esse fenômeno também é percebido quando são verificados os resultados obtidos aos coliformes totais (tabela 3).

Tabela 3

Resultados gerais das análises colimétricas na área de estudo

Pontos de amostragem	Quantidade em 100ml da amostra (NMP)	
	Coliformes totais	<i>E. coli</i> (termotolerante)
1	1542	811
2	3164	1271
3	13564	8360
4	69857	54642
5	88571	73714

Fonte: Machado, 2009.

Os locais considerados críticos, onde presenciou os focos com maior quantidade de despejos, foram os pontos 3 e 4 (tabela 3). Pode-se comentar que a maioria dos materiais fecais que são descartados na área de estudo, originam-se de duas tubulações que teoricamente seriam destinadas a águas pluviais.

De acordo com a Resolução CONAMA de 17 de março de 2005 que estabelece diretrizes ambientais para corpos de água e padrões de efluentes, o ponto 1 é classificado como sendo de classe 2, pois não excedeu o limite estabelecido de 1000 indivíduos (E. coli) por 100ml de água. O ponto 2, enquadrou-se na classe 3, pois não excedeu o limite de 2500 unidades. Já os pontos 3, 4 e 5, foram classificados como sendo de classe 4, ultrapassando o limite estabelecido (tabela 3).

Quanto aos índices pluviométricos, verificou-se que nos períodos com maior presença de chuvas, a quantidade de E. coli nas amostras foram menores do que os períodos menos chuvosos. Em dezembro de 2008, mês que mais choveu (810mm), encontrou-se os menores valores nas amostras coletadas. Em seguida, vem o mês de janeiro de 2009 (433mm), principalmente nos pontos 3 ao 5. Já nos meses de outubro de 2008 (23mm) e abril de 2009 (65mm), períodos em que os registros pluviométricos foram menores, a quantidade desses microrganismos ocorreram com mais presença nas amostras (gráfico 2).

Os valores pluviométricos citados pertencem aos dados meteorológicos da Estação Automática da Pampulha - Belo Horizonte. Pois a estação do UNI-BH não funciona nos meses de dezembro e janeiro (período de férias escolares).

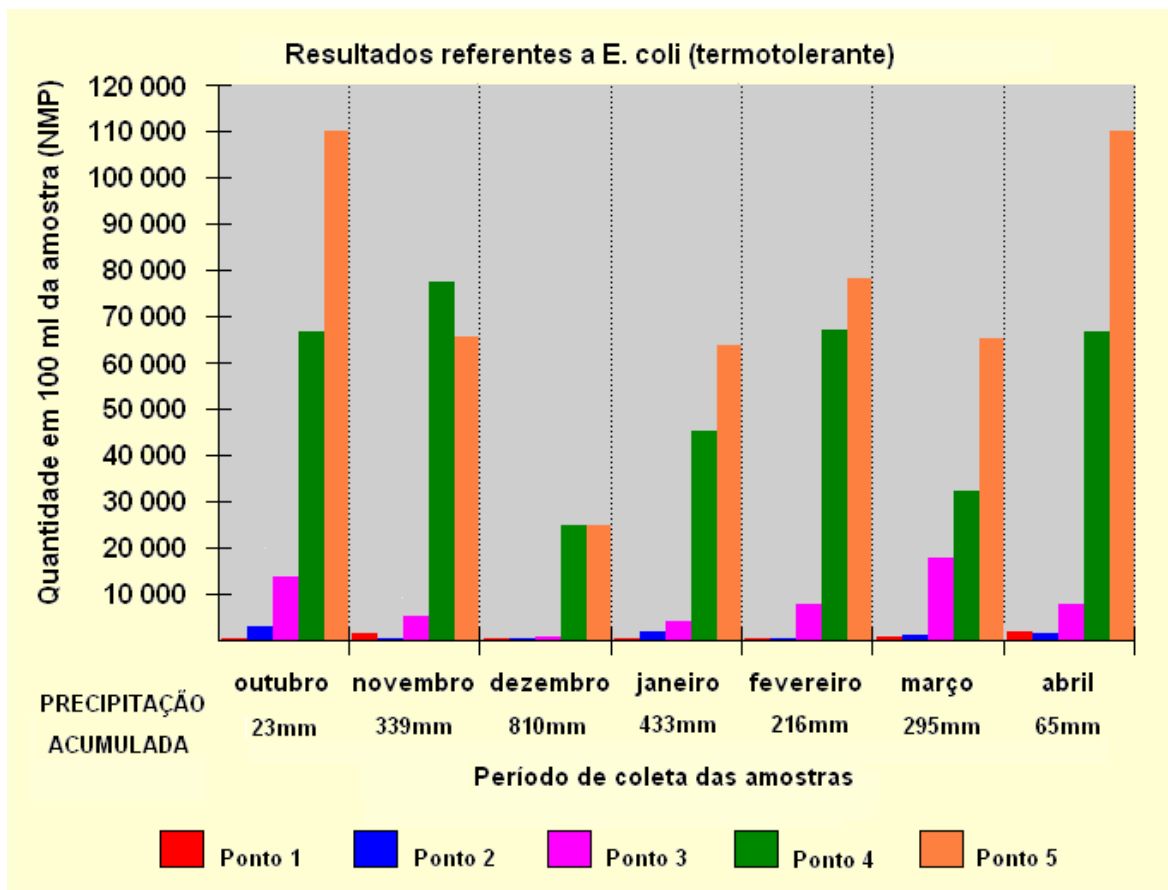


Gráfico 2: Resultados referentes a quantidade de E.coli encontrada nas amostras

Fonte: Machado, 2009.

6. DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo confirmam que a água do Córrego Cercadinho encontra-se em situação lastimável. Pois, como já foi mencionado, de acordo com Pelczar *et al* (1996), a grande quantidade de E.coli evidenciada nas amostras ilustra muito bem o grau de poluição no local. Como a presença desse microrganismo pode indicar a contaminação por outros patogênicos intestinais, as pessoas que moram nas proximidades, principalmente no setor médio da microbacia, estão vulneráveis a essas contaminações.

Essa falta de saneamento básico no Cercadinho proporciona no acúmulo de efluentes, cujo destino é o curso d'água do Rio das Velhas que é uma das principais fontes de poluição das águas da bacia do Rio São Francisco. O Projeto Manuelzão, unidade de planejamento

responsável pela revitalização da bacia do rio das Velhas, busca a solução dos problemas ambientais locais através de comitês atuando nas sub-bacias, incluindo a do Cercadinho (Polignano, 2005).

Sobre o aspecto natural, os efluentes despejados no Córrego Cercadinho contribuem para o acúmulo de matéria orgânica resultando na diminuição do oxigênio dissolvido que é o agente mais oxidante em águas naturais. Se a quantidade de matéria orgânica for grande, maior será o crescimento de bactérias, resultando na diminuição da demanda de oxigênio, comprometendo o ecossistema aquático (Baird, 2002). É importante lembrar, também que, o futuro das duas áreas de proteção situadas na região (APE Cercadinho e Parque Aggêo Pio Sobrinho) está correlacionada com a do leito fluvial, pois o descaso de um pode levar ao comprometimento do outro.

Não se pode deixar de comentar sobre o aspecto histórico da microbacia que é a sua importância na construção da nova capital, um marco importante na história mineira. Pois como já foi dito, essa riqueza de mananciais foi tratada como aspecto favorável para a transição da capital de Ouro Preto para Belo Horizonte.

De acordo com os resultados que confirmaram o aumento de poluição à medida que o leito do Córrego Cercadinho vêm recebendo os efluentes, pode-se discutir que a presença de E.coli no ponto 1, é originada de despejos vindos da Avenida Carlos Goulart, local onde se encontram um restaurante e a sede da BHTRANS. Duzentos metros depois (ponto 3), a poluição aumenta consideravelmente devido à presença de algumas casas situadas as margens do córrego e principalmente pela existência de uma tubulação destinada a águas pluviais que na verdade vêm sendo usada para despejos de esgotos domésticos de algumas edificações do bairro Buritis (COPASA-MG, 2002).

A evolução também considerável do ponto 2 ao 4, é devido, novamente, a uma tubulação teoricamente pluvial encontrada atrás de uma galeria subterrânea. Segundo moradores locais, tratam-se de tubulações clandestinas que deveriam ser vistoriadas pela COPASA-MG. Muitos documentos e trabalhos presentes na literatura comprovam que práticas predatórias como essas são comuns, pois engloba menos despesas financeiras.

Essas tubulações clandestinas nos pontos 3 e 4 que resultam em pelo menos 70% da poluição total na área de estudo (afirmação embasada de acordo com os resultados obtidos das amostras), seriam pontos-chave para a despoluição do leito. Ou seja, um possível tratamento de esgoto na região seria feito de maneira eficaz, caso fosse levado em conta esse aspecto.

De acordo com a classificação da água quanto ao seu uso (CONAMA 357, 2008), que dispõe sobre a categorização dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, o ponto 1 (classe 2), possui águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer; à agricultura e a atividade de pesca.

Já no ponto 2 (classe 3), as águas podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e a dessedentação de animais. E nos demais pontos (classe 4), podem ser destinadas apenas à navegação (que não é o caso) e à harmonia paisagística.

Sobre a influência sazonal, a grande maioria dos experimentos publicados na literatura, no que diz respeito à contagem colimétrica em leitos fluviais, comprovam que no período de chuva a quantidade desses microrganismos encontrados nas amostras, aumenta significativamente. Segundo Scholten *et al* (2008), isso ocorre graças às excretas que são lixiviadas para o curso d'água, principalmente quando no local de estudo encontram-se atividades relacionadas à pecuária.

Como nas proximidades do Córrego do Cercadinho não a ocorrência dessas atividades, esse fenômeno de lixiviação de material fecal acontece em menor escala, interferindo pouco nos resultados. Fatores relacionados com o fenômeno da solubilidade em que uma grande quantidade de solvente, proporciona uma maior capacidade em solubilizar um soluto (que no caso, o solvente é a água presente no leito com acréscimo da chuva, e o soluto é o esgoto doméstico) são mais relevantes no presente estudo (FELTRE, 2008).

Segundo dados da Coordenadoria de Meio Ambiente (CMA) do município de Barra Mansa (RJ), da Associação de Canoeiros (entidade não governamental que realiza trabalhos voltados para a ecologia) e do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), o rio Paraíba do Sul, quando há seca, a concentração de coliformes aumenta em 50% com relação ao período de chuvas (Empresa Jornalística Diário do Vale Ltda, Volta Redonda-RJ, 2006).

Outro exemplo postado na literatura em que houve decréscimo no período chuvoso, foi uma avaliação da qualidade da água para consumo em uma comunidade tradicional ribeirinha amazônica no Lago Puruzinho/AM. Essa pesquisa foi desenvolvida pelo Laboratório de Bioquímica Ambiental da Fundação Universidade Federal de Rondônia, a qual, segundo Martins *et al* (2007), o índice de coliformes de origem fecal cedeu nos períodos chuvosos em relação aos de estiagem.

CONCLUSÃO

Esse estudo deixou evidente que o Córrego Cercadinho está seriamente comprometido devido a um crescimento urbano não planejado que se apossou no interior da microbacia. A área diagnosticada necessita urgentemente de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), pois é preciso solucionar esse grave problema ambiental gerado por essa gestão pública que não vem prestando os serviços essenciais que levam o bem estar da comunidade e a preservação dos bens naturais esgotáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

APHA - **American Public Health Association**. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters*. 20 ed. Washington, DC: APHA, 1999.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARRETO, Abílio. **Belo Horizonte: memória histórica e descritiva**. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 1996.

BRASIL. **Lei Federal:** Lei nº 11.445, de janeiro de 2007. **Coletânea de Legislação Ambiental – Constituição Federal.** Editora Revista dos Tribunais. 6ª Edição. São Paulo. 2007.

BRASIL. **Resolução CONAMA:** 357, de março de 2005. **Coletânea de Legislação Ambiental – Constituição Federal.** Editora Revista dos Tribunais. 6ª Edição. São Paulo. 2007.

CASTRO, B. A. **Poluição Hídrica: aspectos fundamentais da tutela jurídico-penal no Brasil.** Curso de Especialização em Direito e Processo Penal da Universidade Estadual de Londrina. 2006. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/direitopub>. Acesso em: 07 de agosto de 2008.

CERQUEIRA, D. A; HORTA; Sá, M. C. **Coliformes fecais não existem.** Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999.

Empresa Jornalística Diário do Vale Ltda. **Estiagem aumenta em até 50% o índice de coliformes no rio Paraíba do Sul.** Edição 4512 de 09 de agosto de 2006, Volta Redonda-RJ, 2006. Disponível em: <http://diariodovale.uol.com.br/arquivo/5455/capa.asp>. Acesso em 20 de março de 2009.

FERREIRA, T. M. A. **A Cidade e as Bacias Hidrográficas: uma discussão a partir de um estudo de caso.** Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI-BH. 2001. Disponível em: <http://www.anppas.org.br>. Acesso em: 04 de julho de 2008.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química.** Editora Moderna. 2008. 2ª Edição. 316p.

GRIFFO, C.L.S; Pereira. M. B; Motta. J.S. **Avaliação da eficiência de diferentes indicadores microbiológicos de balneabilidade em amostras da praia de Camburi, Vitória-ES.** 2003. Disponível em: <http://abes-es.org.br>. Acesso em: 26 de agosto de 2008.

MARTINS, A. *et al.* **Avaliação Preliminar da Qualidade da Água de Consumo de uma Comunidade Tradicional Ribeirinha Amazônica; Lago Puruzinho/ AM.** Laboratório de Bioquímica Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia. 2007. Disponível em: <http://www.biogeoquimica.unir.br>. Acesso em: 08 de maio de 2009.

MARSHAK, S; ALKIMIN F.F; JORDT, E.H. **Nature.** Proterozoic Crustal Extension and the Generation of Dome and Kell Structure in an Archean Granite- greenstone Terrane.. 357: 492 p.

MINAS GERAIS. Companhia De Águas e Saneamento De Minas Gerais – COPASA. **Fauna registrada na Área de Proteção do Manancial do Cercadinho.** COPASA/SPPR/DVPM Belo Horizonte, 1998-2002.

MINAS GERAIS. Fundação João Pinheiro – FJP. **Panorama de Belo Horizonte: Atlas histórico.** Belo Horizonte. 1997.

MORMUL, R. P. et al. **Avaliação da Qualidade da Água em Nascentes da Favela São Francisco de Campo Mourão/PR**. Sábios: Revista Saúde e Biologia, Campo Mourão, v. 1. n° 1, 2006. Disponível em: <http://www.revista.grupointegrado.br/sabios>. Acesso em: 14 de setembro de 2008.

PELCZAR, M.P, CHAN, E.C.S, KRIEG, N.R. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. Vol. II, 2ª ed. São Paulo. 1996. 350-354 p.

PBH-UFGM-ICG (Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Geociências). **Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos e Geoambientais Integrados no Município de Belo Horizonte. Relatório Final**. Belo Horizonte. UFGM – IGC. 1995.

POLIGNANO, M.V. **Crônica da morte anunciada de um ribeirão – o Arrudas**. Belo Horizonte – MG. 2005. Disponível em: <http://www.manuelzao.ufmg.br>. Acesso em: 02 de outubro de 2008.

RIBEIRO, J. A, LIMA L. C. P. **Campanha de Valorização das Reservas Legais e Matas Ciliares: Como usar, sem destruir, as reservas legais e matas ciliares**. 2ª ed. Porto Velho, 2001. 42-44p.

SCHOLTEN, C. *et al.* **Estudo de diferentes indicadores de poluição fecal nas águas do Córrego Rico, manancial de abastecimento da cidade de Jaboticabal-SP**. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, UNESP. 2008. Disponível em: <http://www.sovergs.com.br>. Acesso em: 30 de março de 2009.

SILVA, A.B; NETO, S.A. F; BERTACHINI, A.C. **Potencial da águas subterrâneas do Quabrilátero Ferrífero**. Recife. 1994. 260-272 p.

SOUZA, J. B. *et al.* **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Meio Físico Urbano e Diagnóstico Ambiental: Estudo de Caso na Microbacia Hidrográfica do Córrego Cercadinho. Curso de Geografia e Análise Ambiental. Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI-BH. 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Editora Universidade. 2ª ed. Porto Alegre. 1993. 23-28p.

VASCONCELLOS, F. C; IGANCI, J.R.V; RIBEIRO, G.A. **Qualidade Microbiológica da Água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul**. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas,-RS. 2006. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br>. Acesso em 10 de julho de 2008.

VIANNA, Newton dos Santos. **Belo Horizonte: seu abastecimento de água e sistema de esgotos**. Belo Horizonte. 1997. 115 p.

