

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,**  
**MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE ÁGUAS**  
**RESIDUÁRIAS DE SERVIÇOS DE SAÚDE E ÁGUAS**  
**RESIDUÁRIAS URBANAS: UM ESTUDO EM MONTES**  
**CLAROS - MG**

**Elder Vinícius Ribeiro Guedes**

**Belo Horizonte**

**2004**

**Avaliação Comparativa Entre Águas Residuárias de  
Serviços de Saúde e Águas Residuárias Urbanas: um  
Estudo em Montes Claros - MG**

**Elder Vinícius Ribeiro Guedes**

**Elder Vinícius Ribeiro Guedes**

**Avaliação Comparativa Entre Águas Residuárias de  
Serviços de Saúde e Águas Residuárias Urbanas: um  
Estudo em Montes Claros - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Saneamento

Linha de pesquisa: Avaliação, Modelagem e Controle de Processos de Tratamento de Esgotos

Orientador: Prof. Dr. Marcos von Sperling

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2004

Página com as assinaturas dos membros da banca examinadora, fornecida pelo Colegiado do Programa

Ao meu avô, Zeferino (em memória), autodidata, que, com sua busca incessante de conhecimento, me despertou o interesse em sempre querer saber mais; ao meu pai, Colmar (em memória) e à minha mãe, Zélia, que, juntos, me possibilitaram permanecer nessa infundável busca do conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

A Deus;  
ao meu orientador, Professor Marcos von Sperling;  
ao Professor Leo Heller;  
aos meus pais;  
ao meu filho Guilherme;  
à Simone;  
à amiga e colega Mônica Ladeia;  
ao amigo e colega Guilherme Guimarães;  
ao amigo Athos Avelino Pereira;  
ao amigo e colega Wagner;  
à Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG;  
aos Técnicos do laboratório da COPASA (Montes Claros), especialmente à Ilmara;  
à FEMC, especialmente ao Professor Pedro Almeida;  
à Santa Casa de Montes Claros, especialmente ao Sr. José do Espírito Santo Batista de Castro;  
ao Hospital Universitário;  
ao Professor Eustáquio Xavier da Silveira;  
aos meus colegas do CPD da Secretaria Municipal da Saúde;  
às estagiárias da FEMC Érika, Quícila, Diane e Cecília;  
aos Professores Paulo e Sandra (FEMC);  
ao amigo e colega Eduardo Gomes;  
às amigas e colegas Sônia, Beatriz e Nídia;  
ao amigo e colega Halley;  
à amiga Lúcia Garcia;  
às monitoras do curso de Engenharia Química da FACIT;  
ao Hospital São Lucas;  
à Maria Berenice Cardoso Martins Vieira.

## RESUMO

Atualmente é corrente a preocupação associada aos resíduos de serviços de saúde, especialmente as frações sólidas. No entanto, menos se tem estudado acerca das suas frações líquidas. A prática do lançamento dessas frações líquidas em redes públicas de esgotos sanitários, sem tratamento prévio, é comum e disseminada pelo país. As preocupações com o meio ambiente são crescentes na sociedade atual, obrigando que ações de controle sejam adotadas pelo governo. Assim, surgiram exigências da ANVISA, obrigando os serviços de saúde a tratarem previamente os efluentes líquidos, antes do lançamento nas redes públicas ou no corpo receptor, caso essas redes não disponham de tratamento. O objetivo do presente trabalho é comparar as características físicas, químicas e bacteriológicas dos dois esgotos, através de análises de parâmetros previamente definidos, com ênfase naqueles tradicionalmente pesquisados em esgotos sanitários. Foram amostrados três pontos, sendo dois de esgotos de hospitais e um do esgoto doméstico de Montes Claros, sem despejos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Os resultados apontaram que, quanto aos parâmetros analisados (físicos, químicos e bacteriológicos), não existem diferenças substanciais entre os dois esgotos. As análises estatísticas dos resultados demonstraram que, as diferenças significativas entre os dois esgotos, quando encontradas, apontavam para uma maior concentração nos esgotos domésticos. Outro ponto a ser considerado é a grande diluição que sofre o esgoto do hospital ao ser lançado no esgoto municipal. A princípio, portanto, não se justifica, técnica e cientificamente, o tratamento dos esgotos hospitalares, em razão dos parâmetros analisados, antes do seu lançamento na rede pública de coleta, tendo essa tratamento ou não. Quanto aos microorganismos patogênicos, o não tratamento dos esgotos hospitalares deve ser cercado de cuidados especiais, uma vez que a pesquisa não abrangeu a sua análise laboratorial. Por fim, com base nos resultados encontrados, recomenda-se: a) dada à escassez de estudos acerca do tema, em função das peculiaridades desses esgotos, se faz necessário aprofundar os conhecimentos sobre a questão; b) em função da existência de legislações que obrigam o tratamento dos esgotos hospitalares, a definição de parâmetros específicos para regulamentar oficialmente o seu lançamento na rede pública e em corpos receptores é outra necessidade patente; c) a implementação dos estudos da influência das concentrações dos microorganismos patogênicos presentes nos esgotos hospitalares, quando do seu lançamento na rede coletora do esgoto doméstico, para que se possa conhecer os seus limites e apontar as melhores formas de tratamento e controle.

## ABSTRACT

Nowadays there is a concern regarding the waste from Healthcare Facilities, mainly related to solid waste. Nevertheless, the liquid portion of it has not been thoroughly studied so far. The disposing of the Healthcare Facilities waste water into the municipal sewage without any kind of treatment is a common practice. Currently there is a growing interest in our society regarding environmental issues, which demands control actions to be adopted by the authorities. Therefore a regulation from the National Healthcare Agency (ANVISA) has been established. It requests to the Healthcare Facilities to have a previous waste water treatment if the municipal's sewage does not have it. This work aims to compare the chemical, microbiological and physical characteristics of the two kind of waste water, through previously defined parameters' analysis. Emphases have been done to the parameters that are traditionally used in waste water studies. Three points have been sampled, being two from hospitals sewage and one from home sewage in Montes Claros, the latter without any Healthcare Facilities sewage. The results have shown that, regarding analyzed parameters (chemical, microbiological and physical), there is no substantial difference between the two kinds of sewage. The results statistics analyses have shown that the significant differences between the two kinds of sewage, when found, show a larger concentration in home sewage. Another point to be considered is the great dilution that takes place when the Healthcare Facilities waste water is poured in the municipal sewage and mixed with it. At first, considering the analyzed parameters, there is no technical and/or scientific reason to treat the Healthcare Facilities waste water before sending it to the municipal sewage system. Regarding pathogenic microorganisms, not treating the Healthcare Facilities waste water is not conclusive because laboratory analysis was not contemplated in this research. Finally, it is recommended, according to the research results, that: a) Due to the rareness of works related to the subject, because of the peculiarity of this waste water, it is necessary to improve the knowledge of such a matter; b) Due to the legislation's requirement for treatment of the waste water the authorities must define which parameters must comply in order to forward it to the municipal sewage system; and c) the implementation of studies to identify the influence of pathogenic microorganisms concentration present in the hospitals' sewage, after having been poured into the municipal sewage system aiming to the knowledge of its limits and to address the best way of treatment and control.

# SUMÁRIO

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

## LISTA DE FIGURAS

## LISTA DE TABELAS

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
3.1	ESTUDOS EFETUADOS NO BRASIL .....	10
3.1.1	<i>Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos.....</i>	<i>10</i>
3.1.2	<i>Parâmetros Patogênicos.....</i>	<i>14</i>
3.2	ESTUDOS EFETUADOS EM OUTROS PAÍSES.....	22
3.2.1	<i>Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos.....</i>	<i>22</i>
3.2.2	<i>Parâmetros Microbiológicos.....</i>	<i>24</i>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
4.1	DEFINIÇÃO DOS EFLUENTES PESQUISADOS .....	37
4.2	DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS PESQUISADOS NOS ESGOTOS .....	38
4.3	DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM, DO NÚMERO DE AMOSTRAS E DAS METODOLOGIAS DE AMOSTRAGENS E ANÁLISES .....	38
4.3.1	<i>Pontos de Amostragem.....</i>	<i>38</i>
4.3.2	<i>Número de Amostras .....</i>	<i>42</i>
4.3.3	<i>Metodologias de Amostragem e Análises .....</i>	<i>42</i>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
5.1	LEVANTAMENTO DAS DOENÇAS DE MAIOR OCORRÊNCIA NOS QUATRO HOSPITAIS PESQUISADOS ....	44
5.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS .....	46
5.2.1	<i>Irmandade Nossa Senhora das Mercês de Montes Claros (Santa Casa de Caridade).....</i>	<i>46</i>
5.2.2	<i>Esgoto Bruto de Montes Claros sem Despejos de Esgoto de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde 48</i>	<i>48</i>
5.2.3	<i>Hospital Universitário Clemente de Faria.....</i>	<i>50</i>
5.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	52
5.3.1	<i>Avaliação geral .....</i>	<i>52</i>
5.3.2	<i>Análise estatística de comparação entre os três pontos de amostragem.....</i>	<i>59</i>
5.3.3	<i>Comparação dos Valores Analisados com os Valores Encontrados na Pesquisa Bibliográfica do Capítulo 3 .....</i>	<i>64</i>
5.3.4	<i>Considerações Sobre a Diluição dos Esgotos .....</i>	<i>67</i>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>73</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AIDS - Acquired Immunodeficiency Syndrome (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida)  
ANOVA - método estatístico de Análise da Variância / Analysis of Variance  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
CDC - Center for Disease Control and Prevention  
CE - Ceará  
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
CF - Coliformes Fecais  
CID - Classificação Internacional de Doenças  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPAM - Conselho de Política Ambiental  
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO - Demanda Química de Oxigênio  
E. coli - *Escherichia coli*  
EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde  
Echovírus - enteric cytopathogenic human orphan  
EF - *Enterococcus Fecalis*  
EPA - Environmental Protection Agency  
ETE - Estação de Tratamento de Esgotos  
hab. - habitantes  
HIV - Human Immunodeficiency Virus (Vírus da Imunodeficiência Humana)  
KW - teste de Kruskal-Wallis  
lpcd - litros per capita por dia  
MG - Minas Gerais  
mL - mililitros  
MS - Ministério da Saúde  
NBR - Norma Brasileira Regulamentadora  
NH<sub>4</sub> - Amônia  
NMP - Número Mais Provável  
NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - Nitrito  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - Nitrato  
NTK - Nitrogênio Total Kjeldahl  
° C - graus Celsius  
OD - Oxigênio Dissolvido  
ONG - Organização não Governamental  
PB - Paraíba  
pH - potencial hidrogeniônico  
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> - Fostato  
PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico  
PV - Poliovírus  
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada  
RS - Rio Grande do Sul  
RSS - Resíduos de Serviços de Saúde  
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos  
SP - São Paulo

SS - Sólidos Suspensos  
SST - Sólidos Suspensos Totais  
SSV - Sólidos Suspensos Voláteis  
SUS - Sistema Único de Saúde  
UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket  
UFP/L - Unidades Formadoras de Placas por Litro  
UFC - Unidades Formadoras de Colônia  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
WHO - World Health Organization

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> - Fluxograma.....	7
<b>Figura 3.1</b> - Frequência de isolamento de Salmonella e valores médios logarítmicos de coliformes fecais e estreptococos fecais nos sete pontos amostrados no Rio Bodocongó, no estado da Paraíba, no período de Dezembro/1999 a Dezembro/2000. ....	17
<b>Figura 3.2</b> - Densidade total de ovos de helmintos no afluente da estação de tratamento de esgoto de Barueri - SP (1999 - 2000). ....	18
<b>Figura 3.3</b> - Densidade total de ovos de helmintos no efluente da estação de tratamento de esgoto de Barueri - SP (1999 - 2000). ....	18
<b>Figura 3.4</b> - Características dos esgotos na região de Digha, em Bangalore Índia, considerando quatro pontos avaliados (2002 - 2003). ....	24
<b>Figura 4.1</b> - Desenho esquemático dos pontos (A, B, e C) de amostragem. ....	39
<b>Figura 4.2</b> - Ponto de amostragem "A" (Santa Casa). ....	40
<b>Figura 4.3</b> - Ponto de amostragem "C" (Hospital Universitário). ....	41
<b>Figura 4.4</b> - Ponto de amostragem "B" (Região Central sem despejo de EAS). ....	42
<b>Figura 5.1</b> - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto da Santa Casa (Ponto A). ....	48
<b>Figura 5.2</b> - Resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto bruto de Montes Claros sem despejo de EAS (Ponto B). ....	50
<b>Figura 5.3</b> - Resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto do Hospital Universitário (Ponto C). ....	52
<b>Figura 5.4</b> - Concentrações médias dos indicadores de matéria orgânica e dos sólidos suspensos totais. ....	54
<b>Figura 5.5</b> - Médias da razão DQO/DBO. ....	54
<b>Figura 5.6</b> - Concentrações médias de nutrientes. ....	55
<b>Figura 5.7</b> - Resultados médios das análises de alcalinidade e pH. ....	56
<b>Figura 5.8</b> - Concentrações médias de oxigênio dissolvido (OD) - mg/L. ....	57
<b>Figura 5.9</b> - Concentrações médias de óleos e graxas e surfactantes. ....	58
<b>Figura 5.10</b> - Valores médios das temperaturas. ....	58
<b>Figura 5.11</b> - Concentrações médias - coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> /100mL (médias geométricas). ....	59
<b>Figura 5.12</b> - Gráficos box-plot das concentrações dos parâmetros investigados, separados pelo ponto de amostragem, apresentando ainda os resultados dos testes de Kruskal-Wallis e da ANOVA. ....	61
<b>Figura 5.13</b> - Comparativo das concentrações de indicadores de matéria orgânica. ....	65
<b>Figura 5.14</b> - Comparativo das concentrações de DQO. ....	66
<b>Figura 5.15</b> - Comparativo das concentrações de sólidos suspensos totais - SST (mg/L). .	66
<b>Figura 5.16</b> - Comparativo das concentrações de <i>Escherichia coli</i> /100 mL. ....	67
<b>Figura 5.17</b> - Comparação das concentrações médias dos parâmetros físico-químicos avaliados após a aplicação da equação de diluição (Equação 5.1). ....	69
<b>Figura 5.18</b> - Comparação das concentrações médias (geométricas) dos parâmetros bacteriológicos avaliados após a aplicação da equação de diluição (Equação 5.1). ....	70

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b> - Análises físico-químicas e bacteriológicas (Hospital Mandaqui) .....	10
<b>Tabela 3.2</b> - Resultados das análises de amostras de esgotos das E.T.E. Ipiranga, E.T.E. Hospital das Clínicas e E.T.E. Pinheiros .....	11
<b>Tabela 3.3</b> - Resultados laboratoriais dos parâmetros físico-químicos e biológicos analisados no Hospital São Luiz Gonzaga .....	12
<b>Tabela 3.4</b> - Resultados laboratoriais dos parâmetros bacteriológicos analisados no Hospital São Luiz Gonzaga .....	12
<b>Tabela 3.5</b> - Análises de DBO e DQO nos efluentes do Hospital das Clínicas de Porto Alegre - RS (realizadas em 18/09/2002).....	13
<b>Tabela 3.6</b> - Análises de DQO nos efluentes do Hospital das Clínicas de Porto Alegre - RS (realizadas em 2003) .....	13
<b>Tabela 3.7</b> - Relação de ovos de helmintos encontrados nas amostras de águas residuárias no afluente da estação de tratamento de esgotos de Barueri - SP (1999 - 2000) .....	18
<b>Tabela 3.8</b> - Números de enterovírus (UFP/L) nas amostras coletadas de estotos <i>in natura</i> na cidade de São Paulo antes e após campanha de vacinação contra poliomielite (1980)..	19
<b>Tabela 3.9</b> - Resultados laboratoriais dos parâmetros microbiológicos analisados para o Hospital São Luiz Gonzaga - São Paulo .....	20
<b>Tabela 3.10</b> - Análises microbiológicas do efluente bruto do Hospital das Clínicas de Porto Alegre - RS (realizadas em julho/2003).....	22
<b>Tabela 3.11</b> - Concentrações máximas, médias e mínimas dos principais parâmetros dos esgotos domésticos típicos.....	23
<b>Tabela 3.12</b> - Concentração média dos parâmetros físico químicos nos esgotos domésticos típicos em Amman, Jordânia. ....	23
<b>Tabela 3.13</b> - Eficiência na remoção de poluentes. ....	24
<b>Tabela 3.14</b> - Concentrações típicas de patógenos em esgotos domésticos .....	25
<b>Tabela 3.15</b> - Sobrevivência de patógenos (em temperaturas de 20-30°C) .....	25
<b>Tabela 3.16</b> - Características das amostras dos lodos de esgotos de diferentes localidades da Patagônia Argentina. ....	26
<b>Tabela 3.17</b> - Características das amostras de esgotos de diferentes localidades da Patagônia Argentina. ....	27
<b>Tabela 3.18</b> - Os patógenos e seus efeitos à saúde.....	28
<b>Tabela 3.19</b> - Concentrações típicas de organismos indicadores e patógenos no esgoto urbano na Austrália.....	29
<b>Tabela 3.20</b> - Concentrações de patógenos em tratamento secundário de esgotos.....	30
<b>Tabela 3.21</b> - Ocorrências de <i>Cryptosporidium</i> (C) e/ou <i>Giardia</i> (G) em esgotos. ....	30
<b>Tabela 3.22</b> - Concentrações de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> em amostras ambientais. ...	31
<b>Tabela 3.23</b> - Resumo de outras referências de ocorrência de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> em esgoto e outras águas. ....	31
<b>Tabela 3.24</b> - Ocorrência de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> em águas diversas no oeste dos Estados Unidos.....	31
<b>Tabela 3.25</b> - Ocorrência de <i>Cryptosporidium</i> e <i>Giardia</i> em esgotos municipais da república do Quênia. ....	33
<b>Tabela 3.26</b> - Média de oocistos de <i>Cryptosporidium</i> e cistos de <i>Giardia</i> em esgotos da África do Sul. ....	33
<b>Tabela 3.27</b> - Vírus identificados nos esgotos de Sendai, Japão. ....	35
<b>Tabela 3.28</b> - Detecção de vírus em águas brutas provenientes do sistema de tratamento de água de Osaka, Japão.....	36
<b>Tabela 5.1</b> - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas no Hospital Haroldo Tourinho no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.....	44
<b>Tabela 5.2</b> - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas no Hospital Universitário no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.....	45

<b>Tabela 5.3</b> - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas no Hospital São Lucas no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.....	45
<b>Tabela 5.4</b> - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas na Santa Casa no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.....	46
<b>Tabela 5.5</b> - Resultados das amostras coletadas no esgoto da Santa Casa (Ponto A). ....	47
<b>Tabela 5.6</b> - Resultados das amostras coletadas no esgoto bruto de Montes Claros sem despejos de esgoto hospitalar (ponto B). ....	49
<b>Tabela 5.7</b> - Resultados das amostras coletadas no esgoto do Hospital Universitário (Ponto C).....	51
<b>Tabela 5.8</b> - Valores das concentrações médias dos parâmetros analisados nos três pontos amostrados.....	53
<b>Tabela 5.9</b> - Valores de p resultantes do Teste de Comparações Múltiplas de Kruskal-Wallis. Comparação entre amostras dos pontos A, B e C. ....	63
<b>Tabela 5.10</b> - Valores de p resultantes do Teste de Tukey (Análise da Variância). Comparação entre amostras dos pontos A, B e C. ....	64
<b>Tabela 5.11</b> - Comparação das concentrações médias dos parâmetros avaliados após a aplicação da equação de diluição (Equação 5.1) para uma razão de diluição de 100:1.....	69

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, em todo o mundo, a preocupação com a preservação e o manejo dos recursos naturais é crescente, tanto nos países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento. As publicações científicas e o noticiário nacional e internacional relacionados ao meio ambiente revelam os fatos, avanços e necessidades referentes à questão. Aliadas às ações governamentais existem diversas organizações não governamentais - ONG's, que também atuam em prol dos recursos naturais, auxiliando os governos, denunciando ou cobrando ações, com vistas à sua proteção.

O Brasil também tem implementado suas ações, o que tem sido retratado por meio das legislações ambientais criadas nas esferas Federal, Estaduais e Municipais, muitas delas em constante atualização, em razão das novas necessidades que se impõem, relativas ao manejo ambiental e aprimoramento das ações ali previstas. Essa imposição é fruto do elevado grau de desenvolvimento industrial e tecnológico que experimenta a humanidade na atualidade.

Um dos assuntos abordados e muito debatido atualmente refere-se aos resíduos produzidos pelas diversas atividades humanas. A diversidade de resíduos é grande, em função das várias atividades industriais, comerciais e domiciliares, constantemente em expansão e desenvolvimento.

Uma das atividades humanas produtoras de resíduos diversos é a de atenção à saúde. Os resíduos de serviços de saúde - RSS - representam, no contexto geral, uma fonte de riscos à saúde e ao meio ambiente, em função, principalmente, da histórica falta de adoção de procedimentos técnicos adequados ao manejo das diferentes frações sólidas e líquidas geradas, como materiais biológicos contaminados, substâncias tóxicas, inflamáveis e radioativas. Esse último em menor proporção, em razão de normas de proteção radiológica já existentes e dos órgãos governamentais afetos ao seu controle, atuantes há vários anos no País.

Prüss *et al.* (1999) apontam como características perigosas dos resíduos de serviços de saúde a presença de patógenos, substâncias químicas perigosas, produtos farmacêuticos e elementos radioativos.

O manejo inadequado dos diversos tipos de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU, incluindo os RSS, de uma forma geral, pode, ainda, ser causa de situações de risco ambiental que

transcendem os limites do estabelecimento gerador, podendo contribuir para o aparecimento de doenças e com a perda da qualidade de vida da população que, direta ou indiretamente, possa estar exposta a eles, quando estes extrapolam as fronteiras do estabelecimento gerador.

Dentre os resíduos produzidos pelos estabelecimentos de saúde encontram-se, também, os resíduos líquidos de características perigosas, cujas particularidades exigem tratamentos específicos para minimizar a periculosidade de suas frações, quando do seu lançamento.

Ressalta-se a definição da “NBR 10004/04 - RESÍDUOS SÓLIDOS – classificação”, da ABNT, que considera, também, como resíduos sólidos, *“determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”*. Faz parte da realidade brasileira o lançamento de frações líquidas de RSS nas redes públicas de esgotos, de forma indiscriminada e sem quaisquer tratamentos. É patente, portanto, a necessidade de se conhecer as particularidades dessas frações líquidas e, através delas, determinar os métodos de tratamento adequados, caso necessário, bem como avaliar a sua viabilidade.

Eliminar ou reduzir a maior quantidade possível de RSS ao mais baixo custo é a meta de qualquer administrador. Os RSS podem abrigar organismos produtores de doenças, tornarem-se poluentes do ar e da água e apresentar sérios riscos à saúde e à segurança, tanto para o público em geral como para os profissionais envolvidos em seu manejo (BRASIL, 2001), motivos pelos quais devem ser alvos de estudos, para comprovação ou não dessa possibilidade.

Vale ressaltar que o manejo adequado dos RSS pode apresentar um alto custo numa primeira fase, mas, a longo prazo, torna-se economicamente viável, reduzindo os custos com as enfermidades provocadas e os acidentes de trabalho. Além disso, tem como propósito convergir para que a comunidade possa viver em um ambiente saudável, o que é um dos direitos básicos e fundamentais da população (BRASIL, 2001).

Considerando que as ações preventivas são menos onerosas e minimizam os danos à saúde pública e ao meio ambiente (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1993, 2001), contemporaneamente, o estabelecimento de saúde é visto como uma unidade ou um conjunto de unidades produtivas, devendo funcionar com processos, produtos e procedimentos de produção limpa e utilizando tecnologias limpas ou ambientalmente seguras.

Essas tecnologias são conceituadas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA como sendo a aplicação, de forma contínua, de uma estratégia ambiental aos processos e produtos, visando prevenir a geração de resíduos e minimizar o uso de matérias-primas e energia, a fim de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano (BRASIL, 2001).

A ênfase ao uso adequado e conservação de recursos ambientais, dentre eles, água e energia, além da instituição de processos, produtos e procedimentos econômica e ambientalmente adequados, inclusive no gerenciamento de RSS, por meio da não geração e minimização dos mesmos, é uma nova forma de atuação, pelas exigências da sociedade, que se impõe (BRASIL, 2001). Nesse sentido, espera-se que um gerenciamento adequado dos resíduos gerados intra-estabelecimento acarrete, conseqüentemente, resíduos menos perigosos extra-estabelecimento.

Adotar a prática corrente e sistemática do gerenciamento dos RSS é, além de urgente necessidade, um grande desafio e exige mudança, tanto na compreensão e hábitos dos envolvidos, quanto na concepção e funcionamento do estabelecimento de saúde (BRASIL, 2001).

Neste contexto ocorreu o surgimento de exigências legais, em forma de Leis, Decretos e Resoluções, dentre outras, referentes ao manejo e lançamento de RSS, sólidos e líquidos. Destacam-se as Resoluções CONAMA número 05, de 05 de agosto de 1993 e número 283, de 12 de julho de 2001, que dispõem sobre o tratamento de resíduos de serviços de saúde, sendo que essa última se encontra, atualmente, em fase de revisão.

Mais recentemente, outros dispositivos surgiram, tais como as Resoluções da Diretoria Colegiada - RDC n.º 33, de 25 de fevereiro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, substituída pela RDC ANVISA n.º 306 de 07 de dezembro de 2004, e a RDC ANVISA n.º 50, de 21 de fevereiro de 2002, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.

As mencionadas RDCs estabelecem, respectivamente:

- RDC n.º 33/2003, subitem 13.3.1:

*“Os resíduos líquidos provenientes de esgoto e de águas servidas de estabelecimento de saúde devem ser tratados antes do lançamento no corpo receptor ou na rede coletora de esgoto, sempre que não houver sistema de tratamento de esgoto coletivo atendendo a área onde está localizado o serviço, conforme definido na RDC ANVISA nº. 50/2002.”*

- RDC nº 50/2002, subitem 7.1.3:

*“caso a região onde o EAS estiver localizado tenha rede pública de coleta e tratamento de esgoto, todo o esgoto resultante desse pode ser lançado nessa rede sem qualquer tratamento. Não havendo rede de coleta e tratamento, todo esgoto terá que receber tratamento antes de ser lançado em rios, lagos, etc. (se for o caso).”*

Enfocou-se, na presente pesquisa, especialmente os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos dos resíduos líquidos de estabelecimentos hospitalares, com fundamento nas duas RDCs mencionadas, que determinam que todo resíduo líquido de serviços de saúde deve ser tratado, antes do seu lançamento no corpo receptor, ou na rede pública, caso essa não disponha de tratamento.

O enfoque não perde de vista as exigências para o lançamento direto no corpo receptor (rios, lagos, etc.), especialmente aquelas contidas na Deliberação Normativa COPAM número 10/86, e o padrão de potabilidade (Portaria MS 1.469/00, substituída pela Portaria MS 518/04).

Ocorre que a escassez de parâmetros e indicadores específicos usuais na literatura técnica, normas e legislações para avaliação e monitoramento das águas residuárias provenientes de serviços de saúde se confronta com as exigências das mencionadas RDCs.

Esse confronto se dá, uma vez que a água residuária de estabelecimento assistencial de saúde, sofrendo ou não tratamento antes do lançamento no corpo receptor, pode apresentar características físicas, químicas e microbiológicas semelhantes às águas residuárias urbanas. Isso se explica, dentre outros fatores, pelo fato de que na população urbana existem indivíduos contaminados por moléstias diversas, inclusive assintomáticos, que despejam resíduos contaminados na rede pública. Deve-se, ainda, ter em conta que pacientes internados estão sob medicação e cuidados médicos, de forma que a carga de organismos patogênicos excretada pode ser a mesma que ou até mesmo inferior à de doentes que não estejam recebendo tratamento. Além disso, os ambientes hospitalares, em função da constante preocupação com a prevenção de infecções hospitalares, são submetidos a medidas especiais

de higiene e assepsia (GUILHEM, 1994), o que pode possibilitar que seus efluentes sejam menos contaminados microbiologicamente do que os esgotos urbanos.

Deve-se considerar, ainda, que os esgotos domésticos urbanos também contêm concentrações de organismos patogênicos que podem, inclusive, ser elevadas. Não somente os doentes excretam patógenos mas, também, os convalescentes de moléstias infectocontagiosas e parasitárias diversas, os infectados em fase de incubação, os reservatórios, os portadores assintomáticos, como anteriormente mencionado. Do ponto de vista da saúde pública, o indivíduo internado não é o mais preocupante, pois está identificado e tecnicamente sob controle (GUILHEM, 1994).

Existem, ainda, outros fatores que implicam na ocorrência de despejos de contaminantes assemelhados com aqueles presentes nos serviços de saúde, tais como águas de lavagem de vestimentas, de objetos de uso pessoais e outros, de funcionários dos serviços de saúde, bem como dos visitantes desses serviços, objetos esses que podem estar ou não contaminados.

Salienta-se, ainda, que os serviços de saúde não geram somente resíduos líquidos com possibilidade de contaminação, uma vez que despejam, também, águas servidas de refeitórios, de higienização de áreas administrativas, bem como de instalações sanitárias de funcionários, os quais se assemelham aos esgotos domésticos.

Há, ainda, o fator diluição, dado que o volume de resíduos líquidos gerados pelos estabelecimentos assistenciais de saúde, considerando o universo de esgotos produzidos pela população de uma cidade de porte médio, a exemplo do município de Montes Claros, onde foi realizado o estudo, é substancialmente inferior ao volume total gerado pela população do município. Essa grande diferença, no que se refere ao volume, entre a relação do esgoto total do município e o esgoto dos serviços de saúde, é um indicativo de que a pequena parcela representada pelo esgoto dos serviços de saúde possa se encontrar diluída em meio ao todo produzido, de forma a não alterar, ou alterar de maneira pouco representativa, as características físicas, químicas e microbiológicas do volume total do esgoto, especialmente no seu lançamento. Nesse caso hipotético de grande diluição, o tratamento prévio da água residuária hospitalar, antes do seu lançamento na rede pública, poderia se tornar injustificável.

A realidade brasileira no tocante ao tratamento de esgotos é a sua deficiência ou inexistência na própria rede pública urbana. O tratamento das águas residuárias hospitalares é, ainda, não

menos raro. Esse tratamento a ser destinado às águas residuárias dos serviços de saúde irá gerar ônus a esses serviços, sejam eles públicos ou privados.

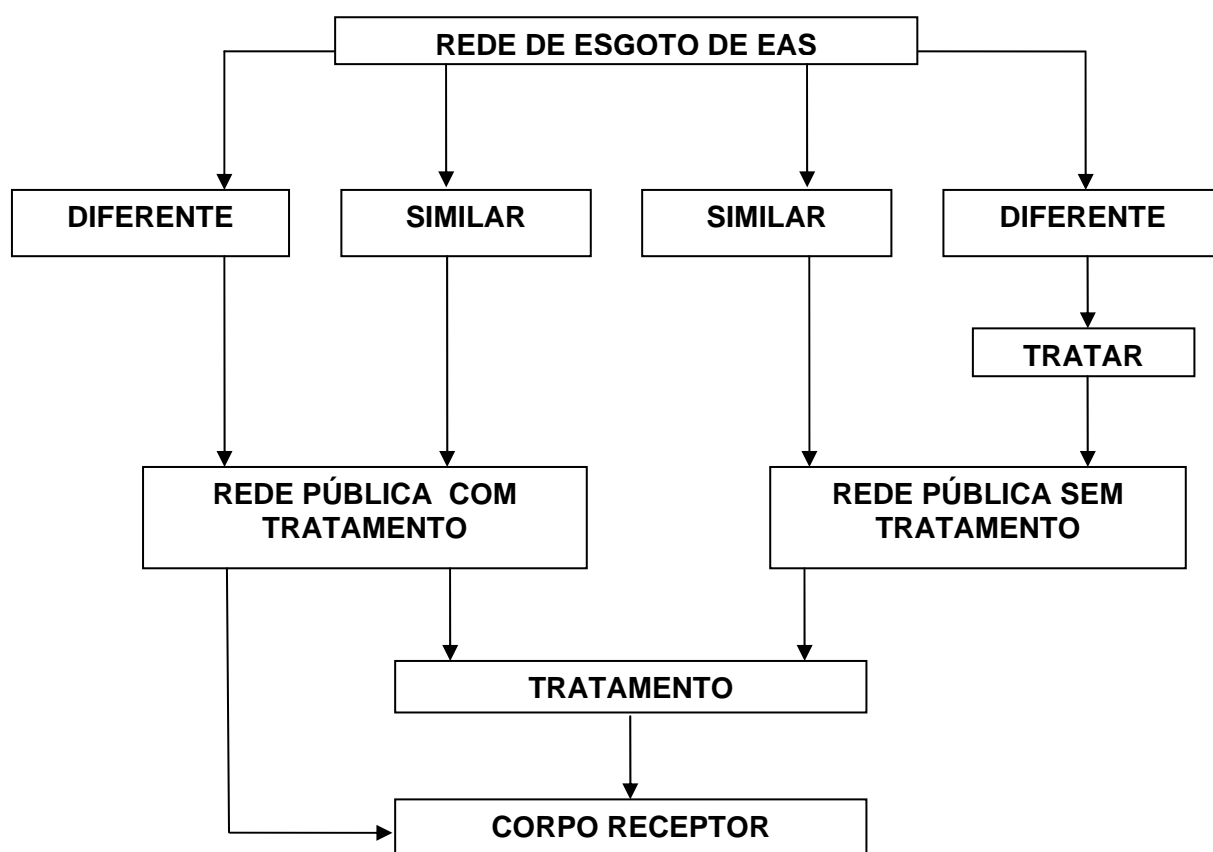
A similaridade entre as águas residuárias de estabelecimentos assistenciais de saúde e as águas residuárias urbanas pode significar a não necessidade do tratamento antes do lançamento na rede pública. Nesse caso, os estabelecimentos assistenciais de saúde estariam despendendo um ônus que não se justificaria, visto que se estaria tratando um resíduo, para que o mesmo seja lançado em um meio de características semelhantes antes do tratamento. Considera-se, evidentemente, que esse meio seja a rede pública de coleta, independentemente dessa receber ou não o tratamento antes do lançamento final. Naturalmente que este comentário não implica em desconsiderar a importância do tratamento dos esgotos como um todo, tendo esse recebido ou não frações líquidas de esgotos hospitalares. Reconhece-se que, independente de se ter ou não o tratamento dos efluentes na fonte, poderá existir um ônus adicional, relacionado à tarifa cobrada pelo prestador de serviço municipal ou estadual para receber estes efluentes não domésticos na rede pública. Normalmente esta tarifa é função da carga lançada (ou do excedente de concentração em comparação com os esgotos domésticos), e não apenas da vazão de água consumida ou da vazão de efluentes lançados.

Na outra ponta, caso o lançamento do resíduo líquido do estabelecimento assistencial de saúde ocorra diretamente no corpo receptor, a necessidade do seu tratamento prévio, a exemplo do tratamento do esgoto urbano (CONAMA 1986; COPAM, 1986; MS, 2004), se torna indispensável, dos pontos de vista legal, técnico e científico.

O que aqui se analisa é a necessidade ou não do tratamento da rede hospitalar antes do lançamento na rede pública. Existem duas possíveis condições a serem verificadas: a primeira, quando a rede receptora do efluente hospitalar dispõe do tratamento. Nesse caso, constatada a similaridade entre os dois esgotos, não haverá razão para se tratar os esgotos hospitalares separadamente, em função, justamente, dessa similaridade. Por outro lado, caso sejam constatadas características distintas, o processo utilizado no tratamento da rede pública, dependendo dos parâmetros e suas concentrações encontrados na rede hospitalar, pode ser adequado para o tratamento, inclusive, da rede de esgoto hospitalar, considerando-se os volumes e a diluição, eliminando, também nessa situação, a necessidade do seu tratamento antes do lançamento na rede pública.

A segunda condição básica seria quando a rede pública receptora da rede de esgoto hospitalar não dispõe do tratamento. Nesse caso, sendo similares as características entre as duas águas

residuárias, por que tratar o esgoto hospitalar antes do seu lançamento na rede pública? A principal justificativa seria a pequena parcela de contribuição de esgotos hospitalares que seria aportada pelos serviços de saúde, dentro do esforço global de controle da poluição urbana. Mas, desta forma, estar-se-ia dando um tratamento diferenciado a duas fontes poluidoras (doméstica e hospitalar), quando ambas possuiriam as mesmas características. Por fim, constatada a não similaridade entre essas águas servidas, de forma que a diferença aponte para a superior agressividade do esgoto hospitalar em relação ao esgoto público, fica incontestável a necessidade do tratamento do RSS antes do lançamento na rede pública. Frise-se, mais uma vez, não se discute aqui a inquestionável necessidade do tratamento adequado do esgoto, qualquer que seja ele, antes do lançamento em corpos d'água. A Figura 1.1 ilustra o fluxograma da pesquisa.



**Figura 1.1 - Fluxograma.**

A presente pesquisa pretende contribuir no sentido de fornecer subsídios aos órgãos normalizadores no desenvolvimento de normas específicas relativas ao tratamento das águas residuárias de serviços de saúde ou no aprimoramento do texto das normas existentes. Ainda que a pesquisa seja centrada em um estudo de caso, sem garantias de extrapolação para outras condições, a discussão pode servir de fomento para estudos subsequentes que endossem os

resultados obtidos, ou sejam elementos catalisadores para uma caracterização mais ampla das condições nas quais os RSS necessitem ou não sofrer tratamento separado.

Não se pode perder de vista, ainda, que a eliminação desse ônus para os hospitais, principalmente considerando as atuais condições econômico-financeiras da rede assistencial brasileira, pode implicar em um maior investimento em atenção à saúde da população, o que seria um ganho significativo, do ponto de vista social e, também, da saúde pública.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 *Objetivo Geral***

Avaliar a necessidade ou não do tratamento prévio da água residuária gerada por estabelecimentos assistenciais de saúde, antes do seu lançamento na rede pública de coleta, levando-se em consideração a existência ou não do tratamento dos esgotos da rede pública, antes do lançamento no corpo receptor.

### **2.2 *Objetivos específicos***

- Conhecer as características físicas, químicas e bacteriológicas das águas residuárias geradas pelos dois estabelecimentos assistenciais de saúde investigados na cidade de Montes Claros, através da avaliação de parâmetros previamente definidos;
- Comparar as características físicas, químicas e bacteriológicas das águas residuárias geradas pelos dois estabelecimentos assistenciais de saúde investigados, em função dos parâmetros analisados, com as características físicas, químicas e bacteriológicas apresentadas pelas águas residuárias urbanas da cidade de Montes Claros;
- Oferecer elementos técnicos e científicos para embasar a seleção do método de tratamento a ser adotado para as águas residuárias geradas pelos estabelecimentos assistenciais de saúde, caso seja constatada a necessidade do seu tratamento, antes do lançamento na rede pública.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Apresenta-se uma revisão dos parâmetros pesquisados em esgotos domésticos e esgotos de estabelecimentos assistenciais de saúde, considerando o Brasil e alguns outros países, com vistas a estabelecer um paralelo para que se possa verificar quais são esses parâmetros normalmente pesquisados, bem como a influência de sua presença nessas águas residuárias. A revisão induz à idéia de que, assim como no Brasil, nos demais países são poucas as referências sobre o tema, inclusive acerca de normas e legislações específicas de definição e limites desses parâmetros.

#### 3.1 Estudos Efetuados no Brasil

##### 3.1.1 Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos

Centurion (1978) estudou os efluentes do Parque Hospitalar do Mandaqui em São Paulo, um grande hospital geral, e analisou os parâmetros usuais nesses esgotos, ao longo de um período das 07:00 às 12:00 horas, obtendo os resultados apresentados na Tabela 3.1. Os resultados demonstram uma variabilidade nas concentrações dos parâmetros ao longo do dia, em função, provavelmente, das atividades de lavanderia, de serviços de dietética e nutrição, bem como de lavagem de sanitários, que despejam grande volume de águas servidas nas redes de esgotos internas do hospital, o que influi diretamente na diluição da concentração dos parâmetros.

**Tabela 3.1 - Análises físico-químicas e bacteriológicas (Hospital Mandaqui)**

HORA	pH	DQO (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NH <sub>4</sub> (mg/L)	Coli. fecal/ 100mL	Coli. total/ 100mL
7:00	6,16	549	0,01	0,01	2,40	79x10 <sup>8</sup>	49x10 <sup>7</sup>
7:30	6,08	450	0,01	0,00	2,30	23x10 <sup>7</sup>	54x10 <sup>8</sup>
8:00	6,40	365	< 0,01	0,00	0,80	33x10 <sup>8</sup>	14x10 <sup>8</sup>
8:30	4,85	689	< 0,01	0,00	0,40	33x10 <sup>7</sup>	11x10 <sup>8</sup>
9:00	6,48	258	0,01	0,00	2,15	49x10 <sup>5</sup>	79x10 <sup>7</sup>
9:30	5,91	353	< 0,01	0,00	0,40	49x10 <sup>8</sup>	23x10 <sup>7</sup>
10:00	6,34	103	0,00	0,00	1,10	14x10 <sup>8</sup>	49x10 <sup>8</sup>
10:30	9,27	418	< 0,01	0,00	1,10	70x10 <sup>8</sup>	33x10 <sup>7</sup>
11:00	6,70	242	< 0,01	0,00	1,80	33x10 <sup>5</sup>	49x10 <sup>8</sup>
11:30	5,09	644	< 0,01	0,00	5,40	17x10 <sup>7</sup>	17x10 <sup>8</sup>
12:00	6,31	447	0,02	0,00	3,20	79x10 <sup>5</sup>	79x10 <sup>8</sup>

Fonte: Centurion (1978)

Martins (1988) publicou o resultado de um estudo realizado ao longo de dois anos, de outubro de 1981 a dezembro de 1983, durante os quais coletou e analisou mensalmente amostras de esgotos, num total de 27 amostras, de vários pontos da cidade de São Paulo, Cubatão, Santos e São Sebastião. Dentre os pontos amostrados estavam o ponto de lançamento na rede coletora municipal dos efluentes do Hospital das Clínicas de São Paulo, com capacidade para 850 leitos e praticamente todas as especialidades, o ponto de chegada dos esgotos na estação

de tratamento de Pinheiros, que recebe os despejos desta rede coletora e o ponto de chegada de efluentes na estação de tratamento de Ipiranga. Os resultados estão na Tabela 3.2.

**Tabela 3.2 - Resultados das análises de amostras de esgotos das E.T.E. Ipiranga, E.T.E. Hospital das Clínicas e E.T.E. Pinheiros**

VARIÁVEIS	E.T.E. Ipiranga			E.T.E. Hospital Clínicas			E.T.E. Pinheiros		
	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
Coli. fecais /100 mL	2,5x10 <sup>8</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	<b>3,5x10<sup>7</sup></b>	1,1x10 <sup>9</sup>	1,0x10 <sup>4</sup>	<b>2,0x10<sup>8</sup></b>	1,4x10 <sup>8</sup>	2,0x10 <sup>6</sup>	<b>2,1x10<sup>7</sup></b>
Estrep. fecais / 100 mL	1,3x10 <sup>8</sup>	9,0x10 <sup>4</sup>	<b>1,7x10<sup>6</sup></b>	1,0x10 <sup>8</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	<b>5,8x10<sup>5</sup></b>	4,7x10 <sup>7</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	<b>4,5x10<sup>6</sup></b>
DBO (mg/L)	366	106	<b>247</b>	750	34	<b>227</b>	345	62	<b>232</b>
DQO (mg/L)	1180	365	<b>634</b>	1810	205	<b>502</b>	1140	184	<b>463</b>
Nitrogênio Amon. (mg/L)	12,2	0,27	<b>12</b>	98	0,15	<b>7</b>	36	< 0,005	<b>17</b>
Surfactantes (mg/L)	22,5	6,9	<b>13,1</b>	51	1,44	<b>10,4</b>	11	0,93	<b>6,7</b>
Ferro (mg/L)	9,75	2,6	<b>3,85</b>	25,4	0,35	<b>1,44</b>	5,64	1,38	<b>2,6</b>
Cianetos (mg/L)	0,59	< 0,007	<b>0,08</b>	0,111	< 0,007	<b>&lt; 0,007</b>	0,037	< 0,007	<b>0,013</b>
Fenóis (mg/L)	0,17	0,021	<b>0,046</b>	1,11	0,013	<b>0,062</b>	0,066	0,0007	<b>0,034</b>
Sulfetos (mg/L)	5,5	< 0,4	<b>1,7</b>	0,65	< 0,4	<b>0,7</b>	24	< 0,4	<b>1,1</b>
pH	10,8	6,6	<b>7,1</b>	9,2	6,0	<b>7,0</b>	6,7	5,0	<b>5,5</b>
Temperatura (°C)	27	18	<b>22</b>	35	24	<b>28</b>	26	18	<b>20,5</b>

Fonte: Martins (1988)

Observa-se na tabela acima que os parâmetros físico-químicos normalmente utilizados na caracterização de esgotos, como DBO, DQO, surfactantes, pH, temperatura, etc., não apresentaram diferenças substanciais nos três pontos amostrados. Quanto aos microorganismos, observa-se que o número médio de coliformes fecais e estreptococos fecais apresentam a mesma ordem de grandeza, à exceção do Hospital das Clínicas, onde a média de coliformes fecais foi uma ordem de grandeza superior. Observa-se, ainda, que a quantidade de desinfetantes, detergentes e outros produtos de limpeza não é tão significativa, o que, provavelmente, deve-se ao elevado consumo de água do hospital, que proporciona a diluição desses produtos.

Guilhem (1994) escreveu que em princípio poder-se-ia esperar que os efluentes hospitalares fossem muito diferentes dos domésticos, com grandes concentrações de organismos patogênicos, desinfetantes e antibióticos. No entanto, o autor comentou que existem poucos trabalhos comparando estes despejos, mas, o que se observa nesses trabalhos é que praticamente não há diferença entre eles, ou, ainda, que os efluentes hospitalares teriam características semelhantes às dos esgotos domésticos, porém mais diluídos.

A CETESB (1995) realizou estudo de caracterização dos efluentes líquidos hospitalares do Hospital São Luiz Gonzaga, situado na zona norte de São Paulo. As amostras foram coletadas em três campanhas, realizadas em 09/11/93, 23/11/93 e 16/06/94. Os resultados apontaram que, quanto ao pH, os valores se situaram entre 6,3 e 7,0, com ocorrência de alguns valores alcalinos entre os horários de 08:00 às 10:30 horas e entre 13:00 às 16:00 horas, o que pode ser explicado em razão dos horários coincidentes com os despejos da lavanderia. Quanto à

matéria orgânica, constata-se que a relação DQO/DBO foi inferior a dois, revelando um despejo de característica biodegradável. As cargas orgânicas por leito expressas em gDBO/leito.dia foram de 321, 1413, 187, 445 e 220, respectivamente, para cada uma das cinco amostras, para a campanha de 09/11/93 e de 63, 245, 977, 117, e 259, para a campanha de 23/11/93, calculadas em razão dos dados de vazão e número de leitos ocupados. Ainda que não tenham sido incluídos dados noturnos, bem como a população de não doentes do hospital, esses valores encontrados são substancialmente superiores ao valor típico usualmente considerado na literatura de 54 g DBO/habitante.dia, o que pode ser atribuído aos altos valores da relação vazão/leito, já que as concentrações de DBO são aquelas típicas de esgoto doméstico. Em relação aos nutrientes, os valores encontrados também são semelhantes aos de esgotos sanitários típicos, assim como os valores dos sólidos suspensos. Já com relação aos surfactantes, as suas maiores concentrações são coincidentes com as ocorrências de valores mais elevados de pH e fósforo, sugerindo que o emprego de produtos de limpeza tenha alcalinizado o despejo. São apresentados nas Tabelas 3.3 e 3.4 os valores encontrados no estudo realizado.

**Tabela 3.3 - Resultados laboratoriais dos parâmetros físico-químicos e biológicos analisados no Hospital São Luiz Gonzaga**

PARÂMETRO	09/11/93					23/11/93				
	07:00	10:30	14:30	19:00	Composta	07:00	10:30	14:30	17:00	Composta
DBO (mg/L)	317	271	109	477	241	104	234	99	264	364
DQO (mg/L)	560	460	207	760	420	198	411	179	333	499
Fosfato total (mg/L)	3,35	3,8	2,2	2,65	2,75	2,3	2,45	0,9	2,65	2,7
Nitrogênio total (mg/L)	33	36	16	24	14	36	28	8	28	54
SS (mg/L)	300	55	70	200	183	107	175	44	23	
SSV (mg/L)		45	70	150	156	107	140	30	16	
Surfactantes (mg/L)	3,00	2,11	1,82	<0,04	0,04	<0,04	0,11	0,05	0,04	0,14

Fonte: CETESB (1995)

**Tabela 3.4 - Resultados laboratoriais dos parâmetros bacteriológicos analisados no Hospital São Luiz Gonzaga**

PARÂMETRO	09/11/93			23/11/93				14/06/94
	07:00	10:30	19:00	07:00	10:30	14:30	17:00	09:00
Coliformes totais (NMP/100mL)	$1,1 \times 10^9$	$3 \times 10^6$	$5 \times 10^6$	$1,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$	$3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^7$	$3 \times 10^8$
Coliformes fecais (NMP/100mL)	$5 \times 10^8$	$1,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$5 \times 10^6$	$8 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$	$5 \times 10^6$	$1,3 \times 10^8$

Fonte: CETESB (1995)

A CETESB concluiu seu estudo considerando que os efluentes líquidos gerados pelo Hospital São Luiz Gonzaga podem ser classificados como esgotos domésticos, não exigindo, assim, nenhum tratamento especial, senão aquele que deve ser implementado aos esgotos sanitários típicos.

O Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (2003) relata que os efluentes hospitalares apresentam pouca diferença em relação aos efluentes domésticos, em se tratando de concentração de matéria orgânica (DQO ou DBO), metais ou pH e ambos são, geralmente, enviados para a mesma estação de tratamento. Contudo, a presença de substâncias químicas como drogas, desinfetantes e químicos encontra-se em elevadas concentrações nas águas residuárias hospitalares.

Os estudos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (2003) revelaram que no Hospital das Clínicas de Porto Alegre a DQO e a DBO, analisadas ao longo de um dia, demonstraram grande variabilidade temporal do seu efluente, verificando-se maior oscilação na concentração de DQO, provavelmente devido às grandes variações das contribuições de químicos e fármacos ao longo do dia, conforme apresentado na Tabela 3.5. A DQO, em outras nove análises em períodos distintos, apresentou também maiores concentrações, conforme apresentado na Tabela 3.6.

**Tabela 3.5** - Análises de DBO e DQO nos efluentes do Hospital das Clínicas de Porto Alegre - RS (realizadas em 18/09/2002)

HORÁRIO DE COLETA	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO/DBO
08:30	280	504	1,80
10:15	330	533	1,61
12:00	350	385	1,10
14:00	450	474	1,05
15:30	380	682	1,79
17:20	310	889	2,87

Fonte: UFRGS (2003)

**Tabela 3.6** - Análises de DQO nos efluentes do Hospital das Clínicas de Porto Alegre - RS (realizadas em 2003)

DATA DE COLETA	Concentrações (mg/L)
15/05/03	593,1
29/05/03	489,9
05/06/03	188,5
18/06/03	269,6
04/07/03	624,3
10/07/03	540,0
28/08/03	303,6
04/09/03	222,9
18/09/03	195,8

Fonte: UFRGS (2003)

Dos achados da literatura acima pesquisados pode-se concluir que, quanto aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, de uma forma geral, não existem diferenças substanciais entre as concentrações encontradas nos esgotos domésticos e nos esgotos de serviços assistenciais de saúde, em função, provavelmente, da grande quantidade de água utilizada nos

diversos setores desses serviços, especialmente na limpeza e higienização, que promove a diluição das concentrações desses parâmetros.

### 3.1.2 Parâmetros Patogênicos

Centurion (1978), em seu estudo dos efluentes do Parque Hospitalar do Mandaqui, em São Paulo / SP, objetivou verificar a influência dos antimicrobianos na eficiência dos tratamentos biológicos de esgotos. Antibióticos eram ministrados nos afluentes de reatores biológicos em escala de laboratório. Nos primeiros dias de aplicação a eficiência caía entre 40% e 30%, mas com o passar do tempo, mesmo continuando a receber esgotos com antibióticos, estes reatores tinham sua eficiência restabelecida. Pode-se supor que ocorria aí uma aclimatação da biomassa dos reatores e que, talvez, esses microorganismos se tornassem resistentes ao antibiótico presente nos esgotos.

Se, com relação à eficiência do tratamento de esgotos esses antimicrobianos não representam sérios problemas, com relação à saúde pública existe um importante complicador. Isso porque os microorganismos resistentes aos antibióticos, expelidos pelos pacientes ou que saem junto com os efluentes das estações de tratamento, podem se disseminar pelo ecossistema aquático e, com isso, no caso de infecção de seres humanos e animais, trazendo como consequência, a diminuição da eficácia desses antibióticos. Foi o que observou Sanchez (1988), com base no estudo realizado ao isolar salmonelas em vários pontos da rede coletora de esgotos do município de São Paulo e Baixada Santista, com vistas a determinar os sorotipos encontrados e sua resistência a antimicrobianos. Ela confirmou a presença desta bactéria na quase totalidade das amostras de esgotos e concluiu que os estabelecimentos assistenciais de saúde desempenham importante papel como reservatório na disseminação de cepas de *Salmonella* resistentes no ecossistema aquático e na comunidade. Observou, também, a autora que no esgoto urbano em geral predominava a mono e a birresistência (resistência a um ou dois grupos de antibióticos) e, em pontos próximos a hospitais, a predominância era de multirresistência, com 16,8 % das cepas na faixa de resistência a três, quatro ou cinco antimicrobianos e 47 % delas com resistência a seis ou mais.

A avaliação do significado das diferentes rotas que se interrelacionam na transmissão e disseminação das salmoneloses é imprescindível para se localizar os principais fatores de risco para a adoção de medidas de controle visando a sua interrupção, redução ou erradicação como causa de doenças (SANCHEZ, 1988). A ocorrência de *Salmonella* em águas superficiais é geralmente relatada pela contaminação cruzada com águas de esgoto ou por

descartes de material fecal nas mesmas. Um exemplo para confirmação desta afirmação é dado pelos estudos conduzidos na região costeira de Fortaleza, no estado do Ceará, nos meses de Junho, Setembro e Dezembro de 1993 e Março de 1994, em que foram observados maiores isolamentos de *Salmonella* nas áreas que recebiam a influência direta de esgotos, e em menor número nas áreas que sofriam influência indireta dos mesmos (MELO *et al.*, 1997).

A capacidade de sobrevivência das salmonelas por longos períodos de tempo no meio aquático, aliada à característica dinâmica desse ecossistema, é fator importante a ser considerado na sua cadeia epidemiológica, uma vez que estas bactérias podem ser transportadas a longas distâncias e atingir direta ou indiretamente o homem, através das mais variadas vias (WHO, 1980).

Em Belém, a presença de *Salmonella* no meio ambiente foi constatada a partir do isolamento de 62 cepas em amostras de esgotos, de 38 águas de rios e 31 de igarapés (FARIAS, 1997).

No estado de São Paulo e cidade de Santos, a partir do estudo onde foram examinadas 894 amostras de esgotos e de águas do mar e doces, para determinação do significado sanitário deste enteropatógeno, foram isoladas 5.430 cepas de *Salmonella*, observando-se a contribuição humana para o meio ambiente, uma vez que os sorogrupos e sorotipos de *Salmonella*, com exceção de *S. Agona*, apresentaram padrão similar aos obtidos em coproculturas. Nos esgotos provenientes de hospitais predominou o sorotipo *S. Typhimurium* var. 0:5 - que também foi o mais freqüentemente isolado de coproculturas. A influência da contaminação por esgotos foi também observada em águas de mananciais e nas praias mais poluídas pela presença dos mesmos sorotipos observados em esgotos (MARTINS *et al.*, 1988).

A vigilância da poluição por *Salmonella* dos recursos hídricos, especialmente os que podem vir a ser utilizados para o abastecimento público, também têm gerado programas de monitoramento para esta bactéria. A partir de um programa realizado por dez anos em águas brutas de nove estações de tratamento de água da Grande São Paulo, foi relatado que 30,6 % de 904 amostras apresentaram positividade para *Salmonella* (MARTINS *et al.*, 1986).

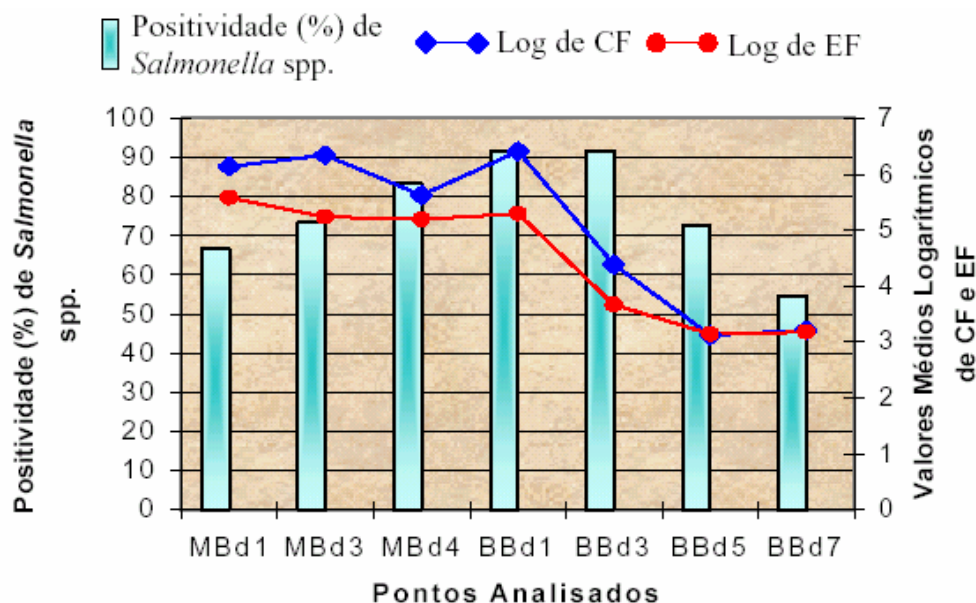
A ocorrência em esgotos não é de surpreender, considerando-se o grande número excretado nas fezes humanas e de animais. Estima-se que 1 % da população humana excreta ou excretou este microorganismo em algum período, além da grande contribuição de fezes de animais domésticos nos esgotos urbanos (FEACHEM *et al.*, 1983; MORSE & DUNCAN, 1976;

WRAY & SOJKA, 1977; JONES & WATKINS, 1985). A pesquisa de salmonelas nestas águas é de grande importância do ponto de vista epidemiológico, constituindo-se em um excelente instrumento para verificar a ocorrência e circulação desse patógeno na comunidade (MARTINS *et al.*, 1988).

Farias (2000) concluiu, após pesquisar a presença de *Salmonella* spp em amostras de esgotos e águas de córrego da cidade de São Paulo, que, considerando-se que no Brasil grande parte dos esgotos provenientes das populações em geral (humana e animal), bem como resíduos líquidos infecciosos gerados por instituições de saúde, não recebem tratamento adequado antes de serem lançados nos corpos d'água e oceanos, a pesquisa de salmonelas em esgotos é de grande importância do ponto de vista epidemiológico.

Morais (2001) pesquisou a presença de *Salmonella* spp. nas águas do Rio Bodocongó, Campina Grande / PB, poluídas com esgotos domésticos e industriais, e relacionou sua frequência de aparecimento com as concentrações de coliformes fecais (CF) e estreptococos fecais (EF). Analisou também a influência de alguns parâmetros físicos e químicos (pH, temperatura e condutividade elétrica) no isolamento dessas bactérias. No seu trajeto, o rio atravessa a cidade de Campina Grande (360.000 hab.) e recebe poluições difusas por esgotos sanitários advindos de alguns bairros não saneados, assim como de uma indústria de papel. A jusante são despejados no rio os efluentes da ETE dessa cidade, com uma vazão média de 330 L/s. No trecho posterior a essa descarga há mais de 120 agricultores que na época de estiagem utilizam estas águas para irrigação irrestrita. O rio também é utilizado para lazer, lavagem de roupas e utensílios domésticos e dessedentação de animais. Esse rio é a principal fonte de água, o que, aliado ao grande número de internações hospitalares relacionadas com doenças de veiculação hídrica em habitantes da região, justificou a realização do estudo. Foram demarcados sete pontos de amostragem no rio, em função do fluxo hidráulico e da facilidade de acesso, os quais foram distribuídos no trecho a jusante do Açude de Bodocongó até a foz desse rio com o Rio Paraíba, numa extensão de 65 km. O período de amostragem foi de 13 meses, entre dezembro de 1999 e dezembro de 2000, abrangendo uma época de estiagem e uma época de chuvas. As coletas tiveram frequência quinzenal. Os parâmetros microbiológicos analisados foram: coliformes fecais, estreptococos fecais e *Salmonella* spp. A Figura 3.1 mostra a frequência de isolamento de *Salmonella* e os valores médios logarítmicos de coliformes fecais e estreptococos fecais em cada um dos sete pontos amostrados, na qual todos eles se situam a jusante do açude de Bodocongó, sendo que os pontos BBd1 e BBd3 se situam logo após a descarga do efluente da ETE de Campina Grande, com deficiências de

funcionamento, e o ponto MBd4 situa-se a montante dessa descarga. Os pontos BBd5 e BBd7 situam-se a montante da descarga dos esgotos da ETE de Campina Grande, sendo o ponto BBd7 o último ponto amostrado, mais próximo da foz do Rio Bodocongó no Rio Paraíba.



Fonte: Morais (2002)

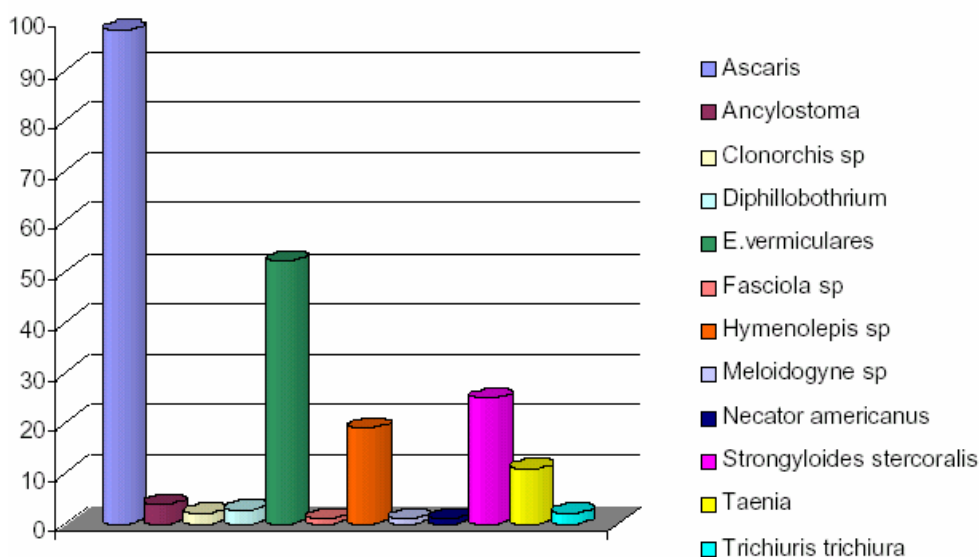
**Figura 3.1** - Frequência de isolamento de *Salmonella* e valores médios logarítmicos de coliformes fecais e estreptococos fecais nos sete pontos amostrados no Rio Bodocongó, no estado da Paraíba, no período de Dezembro/1999 a Dezembro/2000.

Cutolo e Rocha (2001) pesquisaram a presença de ovos de helmintos em águas residuárias. Foi analisado o esgoto afluente que é, predominantemente, de origem doméstica, encaminhado à ETE Barueri da cidade de São Paulo, através do interceptor Tietê Oeste, margem Sul, com 12,4 km de extensão e 4,5 m de diâmetro, instalado a cerca de 30 m de profundidade, que encaminha o fluxo ao poço distribuidor, de onde é recalado até o canal afluente às grades mecanizadas. A amostragem foi efetuada mensalmente, no período de um ano, sendo apresentados os resultados preliminares referentes ao afluente e ao efluente final. Está apresentada na Tabela 3.7 a relação de ovos de helmintos encontrados nas amostras e nas Figuras 3.2 e 3.3 está apresentada a densidade total de ovos de helmintos no afluente e no efluente final, respectivamente. Essas duas últimas figuras demonstram, de acordo com a conclusão dos autores, que as estações de tratamento de esgoto pelo processo de lodos ativados, utilizadas nos grandes centros urbanos, como Região Metropolitana de São Paulo, têm a capacidade de remover grande parte dos ovos de helmintos.

**Tabela 3.7 - Relação de ovos de helmintos encontrados nas amostras de águas residuárias no afluente da estação de tratamento de esgotos de Barueri - SP (1999 - 2000)**

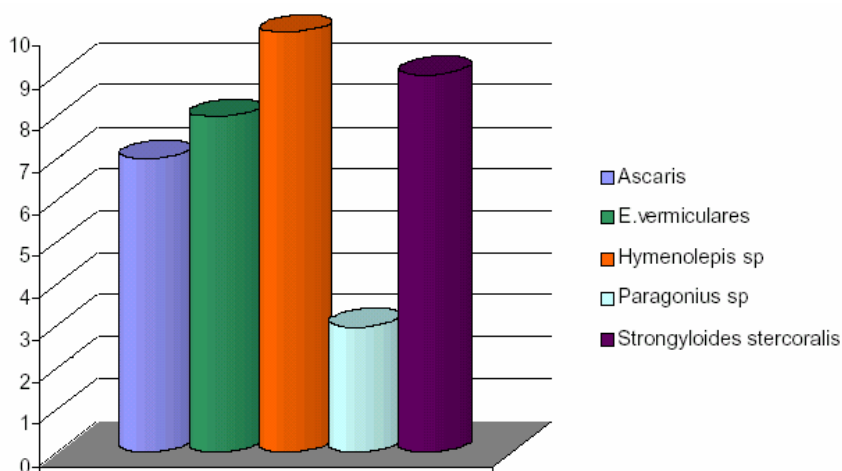
OVOS DE HELMINTOS
<i>Ascaris sp</i>
<i>Ancylostoma sp</i>
<i>Clonorchis sp</i>
<i>Diphyllobothrium sp</i>
<i>Echinococcus sp</i>
<i>Enterobius vermiculares</i>
<i>Hymenolepis diminuta</i>
<i>Hymenolepis nana</i>
<i>Meloidogyne sp</i>
<i>Paragonius sp</i>
<i>Strongyloides stercoralis</i>
<i>Taenia sp</i>
<i>Trichiuris trichiura</i>

Fonte: Cutolo e Rocha (2002)



Fonte: Cutolo e Rocha (2002)

**Figura 3.2 - Densidade total de ovos de helmintos no afluente da estação de tratamento de esgoto de Barueri - SP (1999 - 2000).**



Fonte: Cutolo e Rocha (2002)

**Figura 3.3 - Densidade total de ovos de helmintos no efluente da estação de tratamento de esgoto de Barueri - SP (1999 - 2000).**

Estudos realizados no âmbito do PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico), em cinco diferentes estações de tratamento de esgotos sanitários em Recife-PE, Viçosa-MG, Itabira-MG e Belo Horizonte-MG, conduziram a contagens de ovos de helmintos nos esgotos brutos variando de 5 a 500 ovos/L. O efluente tratado, oriundo de sistemas compostos por reatores UASB e lagoas de polimento, apresentou valores médios inferiores a 1 ovo/L (SPERLING *et al.*, 2004).

Marques (1988), visando avaliar a circulação de poliovírus selvagens no meio ambiente aquático, coletou 75 amostras de esgoto *in natura* de vários pontos da rede coletora da cidade de São Paulo, a intervalos semanais, antes e após a campanha de vacinação contra poliomielite no ano de 1980. Esses pontos foram: Hospital Infantil da Zona Norte, Hospital Emílio Ribas, estação elevatória de esgotos do Parque Edu Chaves e as estações de tratamento de esgotos de Pinheiros, Ipiranga, Vila Leopoldina e Jabaquara. Nos hospitais foram coletados somente os esgotos puramente hospitalares, diretamente nas caixas de inspeção da rede interna de coleta. As coletas foram realizadas nas três semanas que antecederam a primeira etapa da campanha de vacinação de 1980 e após quatro, cinco, seis e oito semanas dessa etapa, assim como na quarta, oitava, 13ª e 17ª semanas após a segunda etapa. Na Tabela 3.8 estão apresentados os resultados das análises, onde se pode observar que os números de enterovírus foram substancialmente menores nos efluentes dos hospitais, se comparados aos esgotos urbanos.

**Tabela 3.8** - Números de enterovírus (UFP/L) nas amostras coletadas de estotos *in natura* na cidade de São Paulo antes e após campanha de vacinação contra poliomielite (1980).

LOCAL	Antes da 1ª campanha			Após a 1ª campanha				Após a 2ª campanha			
	SEMANA			SEMANA				SEMANA			
	3	2	1	4	5	6	8	4	8	13	17
ETE Parque Edu Chaves	449	432	307	267	113	229	40	37	153	211	335
ETE Pinheiros	132	78	50	24	0	10	50	40	272	331	88
ETE Vila Leopoldina	0	0	2	61	15	31	52	79	nd	nd	nd
ETE Jabaquara	nd	nd	12	29	10	24	21	12	nd	nd	nd
ETE Ipiranga	396	74	2	41	11	56	0	131	nd	nd	nd
Hospital Infantil Zona Norte	0	0	18	24	27	0	0	10	18	0	0
Hospital Emílio Ribas	0	10	0	11	86	0	19	2	nd	nd	nd

Fonte: Marques (1988)

O Departamento de Pesquisa Tecnológica da CETESB (1995) detectou em estudo de caracterização dos efluentes líquidos do Hospital São Luiz Gonzaga, situado na zona norte da cidade de São Paulo, a presença de organismos como coliformes totais e fecais, *Streptococcus* fecais, colifagos, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, Ancilostomídeo e *Ascaris lumbricoides*. Os valores das concentrações desses parâmetros encontrados foram considerados normais e típicos de esgotos domésticos, não exigindo, assim, nenhum

tratamento especial, senão aquele que deve ser implementado aos esgotos sanitários típicos. A Tabela 3.9 apresenta os valores encontrados no estudo realizado.

**Tabela 3.9 - Resultados laboratoriais dos parâmetros microbiológicos analisados para o Hospital São Luiz Gonzaga - São Paulo**

PARÂMETRO	09/11/93			23/11/93				14/06/94
	07:00	10:30	19:00	07:00	10:30	14:30	17:00	09:00
Estreptococos fecais (Nc. MF/100ml)	1,3x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>5</sup>	2,2x10 <sup>5</sup>	7x10 <sup>6</sup>	1,7x10 <sup>6</sup>	3x10 <sup>5</sup>	5x10 <sup>5</sup>	2,3x10 <sup>4</sup>
Enterovirus	Poliovirus ausentes		-	-	-	-	-	-
Colifagos (NMP/ml)	-	-	-	-	-	-	-	4,4x10 <sup>4</sup>
<i>Clostridium perfringens</i> (NMP/100ml)	-	-	-	-	-	-	-	210
Protozoários	-	-	-	-	-	-	-	ausentes
<i>Salmonella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	presentes
Ancilostomídeo (ovos/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos/L)	-	-	-	-	-	-	-	22
	-	-	-	-	-	-	-	15

Fonte: CETESB (1995)

Ortolan (1999) isolou bactérias mesofílicas do efluente das áreas de internação e laboratório do Hospital das Clínicas de Porto Alegre, demonstrando a grande variação de organismos. Muitos destes são responsáveis por infecções comunitárias e hospitalares. Como agravante, bactérias da família *Enterobacteriaceae*, em especial os gêneros *Escherichia*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, apresentaram resistência múltipla a antibióticos. Quanto à toxicidade, o efluente foi considerado genotóxico fraco.

A utilização por homens e animais de águas recicladas que receberam dejetos de esgotos representa, ainda, riscos de contaminação por *Cryptosporidium*, uma vez que seus oocistos apresentam a capacidade de sobreviver por longos períodos de tempo sob as mais variadas condições ambientais, permanecendo viáveis na água por até 176 dias, incluindo 35 dias na água do mar, suportando ampla variação de temperatura (CHAURET *et al.*, 1995 *apud* FARIAS, 2000). Quando em contato com fezes, tornam-se mais resistentes às pressões ambientais por possível proteção quanto à dessecação (ROBERTSON *et al.*, 1992; FAYER, 1997).

Newman *et al.* (1994), em Fortaleza-CE, e Gamba *et al.* (1997), no município de Itaquaquecetuba-SP, descreveram a ocorrência de *Cryptosporidium* em águas de poços (subterrânea) utilizadas para o consumo, observando a ocorrência de 22,2% (18) e 100% (8) do total de amostras analisadas, respectivamente.

No distrito de Perus em São Paulo, Toms (1998) observou a presença de oocistos de *Cryptosporidium* em 50% das 6 amostras de águas analisadas.

Muller (1999) demonstrou a presença de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em 74,5% das amostras de águas de dois mananciais que abastecem duas Estações de Tratamento de Águas na região metropolitana de São Paulo e confirmou a eficiência do tratamento aplicado nestas águas para apenas uma das estações, uma vez que 22,9 % das amostras de águas tratadas foram positivas para este patógeno.

Em Araras-SP, a ocorrência e circulação do *Cryptosporidium* spp. foi descrita por Dias Júnior (1999) que verificou 100 % de positividade nos esgotos analisados com densidades de 472 oocistos/L e em 58,4% das águas superficiais; e Ré (1999) relatou 16,66% de positividade para cistos de *Giardia*, sem entretanto detectar oocistos de *Cryptosporidium*.

Farias (2000) estudou a presença de *Cryptosporidium* spp. no meio ambiente, concluindo que essa é demonstrada pela ocorrência de seus oocistos. Considerou, também, que a pesquisa da contaminação dos recursos hídricos (rios, lagos, mares, etc) por efluentes de esgotos pode delinear um perfil do nível de poluição ambiental, o potencial quanto aos riscos de infecções, quando em exposição a estas fontes, e as medidas de tratamento a serem aplicadas às águas, quando destinadas ao abastecimento público.

Silva (2002) realizou estudo com base em dados da literatura para identificar microorganismos indicadores de contaminação ambiental, em resíduos sólidos de serviços de saúde, a partir dos principais aspectos ambientais e cadeia epidemiológica relacionados aos agentes, destacando-se no grupo de patógenos estudados as bactérias *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium (botulinum e perfringens)*, Enterococos (ou *Streptococcus faecalis*), *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis* e os vírus da Hepatite A e B.

Hachich *et al.* (2003), com base no Programa de Monitoração de Águas Superficiais conduzido em 1974 pela CETESB, onde 28 reservatórios de 16 bacias (cobrindo uma área de 121.876 km<sup>2</sup>, com uma população superior a 30 milhões de habitantes, utilizados para o consumo de uma população de 23 milhões de pessoas) foram monitorados no Estado de São Paulo, constatou que nas 278 amostras, *Giardia* foi detectada em 27 % delas e *Cryptosporidium* em 2,5 %. As concentrações de *Giardia* estiveram na maioria das amostras em valores inferiores a 100 cistos/L, alcançando 521 cistos/L em uma delas, o que foi atribuído à descarga de efluentes domésticos em seus afluentes. Quanto aos outros indicadores (coliformes termotolerantes, estreptococos fecais e *Clostridium perfringens*), as concentrações detectadas nas bacias estudadas permaneceram na faixa de 10<sup>3</sup> a 10<sup>4</sup> NMP/100ml.

Cardoso (2003), ao pesquisar a presença de *Cryptosporidium* e *Giardia* sp. em efluentes biologicamente tratados antes e após a desinfecção com hipoclorito de sódio, oriundos de quatro estações de tratamento de esgotos da região metropolitana de Porto Alegre/RS, concluiu que, apesar dos avanços em tecnologia de desinfecção, mais pesquisa e métodos de tratamento novos são ainda necessários, pois a desinfecção não inativa ou remove esses protozoários. Deveria haver uma melhor compreensão dos processos de tratamento para microorganismos e processos envolvidos no risco de perpetuar o crescimento destes microorganismos. A segurança no reúso de efluentes está se tornando uma tarefa cada vez mais difícil, especialmente quando fornecedores de água reconhecem que seus suprimentos estão contaminados com patógenos difíceis de detectar e inativar.

Os estudos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (2003) revelaram que no Hospital das Clínicas de Porto Alegre as análises realizadas no mês de julho de 2003, no efluente bruto, revelaram a presença dos organismos listados na Tabela 3.10.

**Tabela 3.10** - Análises microbiológicas do efluente bruto do Hospital das Clínicas de Porto Alegre - RS (realizadas em julho/2003)

PARÂMETRO	Concentrações
Coliformes totais	$1,55 \times 10^7$ NMP/100mL
<i>Escherichia coli</i>	$5,65 \times 10^6$ NMP /100mL
<i>Klebsiella</i>	$9,00 \times 10^5$ UFC/100mL
<i>Enterobacter</i>	$2,00 \times 10^6$ UFC/100mL
<i>Enterococcus</i>	$1,00 \times 10^6$ UFC/100mL

Fonte: UFRGS (2003)

A bibliografia revela, portanto, que no efluente dos estabelecimentos assistenciais de saúde, antes do seu lançamento, os organismos patogênicos podem apresentar maiores concentrações de alguns parâmetros do que no esgoto doméstico típico. No entanto, não revelou indícios de que após o lançamento essas concentrações representem real influência na concentração do esgoto doméstico total, não desconsiderando essa possibilidade.

## **3.2 Estudos Efetuados em Outros Países**

### **3.2.1 Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos**

Os esgotos municipais são constituídos principalmente de água, juntamente com concentrações relativamente pequenas de sólidos orgânicos e inorgânicos suspensos e dissolvidos. Dentre essas substâncias orgânicas presentes nos esgotos estão carboidratos, gorduras, sabões, detergentes sintéticos, proteínas e produtos em decomposição, como também vários químicos orgânicos naturais e sintéticos provenientes de processos industriais

(PESCOD, 1992). A Tabela 3.11 apresenta os níveis máximos, médios e mínimos dos parâmetros usualmente pesquisados em esgotos domésticos.

**Tabela 3.11 - Concentrações máximas, médias e mínimas dos principais parâmetros dos esgotos domésticos típicos.**

COMPONENTES	CONCENTRAÇÃO - mg/L		
	máxima	média	mínima
Sólidos totais	1200	700	350
Sólidos dissolvidos	850	500	250
Sólidos suspensos	350	200	100
Nitrogênio	85	40	20
Fósforo	20	10	6
Alcalinidade	200	100	50
Graxa	150	100	50
DBO <sub>5</sub>	300	200	100

Fonte: UN Department of Technical Cooperation for Development (1985) *apud* Pescod (1992).

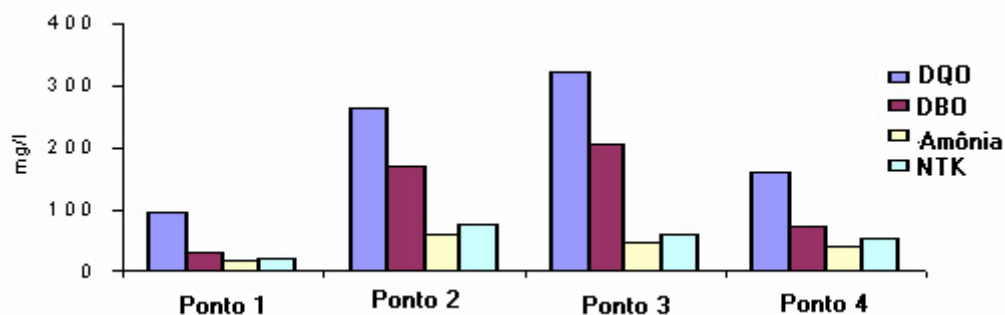
Al-Salem (1987) *apud* Pescod (1992) avaliou as concentrações médias desses parâmetros nos esgotos domésticos em Amman, na Jordânia, obtendo os valores apresentados na Tabela 3.12. As concentrações encontradas são bastante elevadas, em relação aos valores típicos relacionados na Tabela 3.11.

**Tabela 3.12 - Concentração média dos parâmetros físico químicos nos esgotos domésticos típicos em Amman, Jordânia.**

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÃO - mg/L
Sólidos dissolvidos	1170
Sólidos suspensos	900
Nitrogênio	150
Fósforo	25
Alcalinidade	850
Sulfato	90
DBO <sub>5</sub>	770
DQO	1830

Fonte: Al-Salem (1987) *apud* Pescod (1992)

O Central Pollution Control Board (2002-2003) analisou amostras de esgotos em quatro pontos aleatórios na rede de esgoto em Bangalore, Índia. Os resultados das amostras, apresentados na Figura 3.4, demonstraram que o oxigênio dissolvido não foi observado em todas as amostras, enquanto o pH variou em 6,7 a 7,5. Fosfato e nitrato apresentaram valores entre 0,01 a 1,3 mg/L e 0,05 a 0,15 mg/L, respectivamente. DQO, DBO, amônia, NTK e coliformes apresentaram concentrações elevadas. Não existe sistema de tratamento de esgotos instalado no local avaliado, sendo o esgoto conduzido sem tratamento para o mar.



Fonte: CENTRAL POLLUTION CONTROL BOARD - ANNUAL REPORT (2002-2003)

**Figura 3.4** - Características dos esgotos na região de Digha, em Bangalore Índia, considerando quatro pontos avaliados (2002 - 2003).

Bista e Khatiwada (2003) realizaram um estudo em duas estações de tratamento de esgotos em operação, sendo uma de uma universidade (Kathmandu University) e outra de um hospital (Dhulikhel Hospital), ambas localizados no Nepal, que operavam há sete meses e cinco anos, respectivamente. O objetivo do estudo foi avaliar a performance de remoção de poluentes como SST, matéria orgânica, nutrientes e coliformes fecais. A eficiência de remoção da matéria orgânica variou entre 86 e 93%, com o efluente final apresentando concentrações de DQO de 20 a 38 mg/L. A eficiência de remoção dos nutrientes também foi satisfatória. A Tabela 3.13 apresenta os resultados obtidos nas análises.

**Tabela 3.13** - Eficiência na remoção de poluentes.

PARÂMETROS	KATHMANDU UNIVERSITY			DHULIKHEL HOSPITAL		
	AFLUENTE (mg/L)	EFLUENTE (mg/L)	EFICIÊNCIA (%)	AFLUENTE (mg/L)	EFLUENTE (mg/L)	EFICIÊNCIA (%)
DQO	258	20	93	244	38	85
NH <sub>3</sub>	42	6	86	33	13	61
Nitrogênio	43	18	58	36	24	33
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	8	2	75	-	-	-
SST	108	4	96	91	5	95
Coliformes fecais	-	-	-	1,8x10 <sup>7</sup> (NMP/100mL)	3x10 <sup>5</sup> (NMP/100mL)	98,3

Fonte: Bista e Khatiwada (2003)

### 3.2.2 Parâmetros Microbiológicos

As descargas de pequenas quantidades de sangue e outros fluidos corporais no esgoto sanitário são consideradas um método seguro de disposição dos resíduos desses materiais (CDC, 1988). Alguns fatores sugerem a possibilidade de que os patógenos presentes nesses fluidos possam ser inativados nesse processo de disposição: a) diluição da carga desses materiais com água; b) inativação dos patógenos resultante da exposição aos produtos químicos de limpeza, desinfetantes e outros produtos químicos presentes no esgoto bruto; e c) os resíduos desses fluidos que alcançarem a estação de tratamento serão inativados pelo processo de tratamento da estação. Pequenas quantidades de sangue e outros fluidos

corporais não devem afetar o funcionamento do sistema municipal de esgotos. Porém, grandes quantidades desses fluidos, com altos conteúdos dessas proteínas, podem interferir com a demanda bioquímica de oxigênio do sistema (CDC, 2003).

Vírus, bactérias, protozoários e helmintos podem estar presentes no esgoto bruto municipal nas concentrações indicadas na Tabela 3.14 e alguns sobrevivem no meio ambiente por longos períodos, como resumido na Tabela 3.15. Bactérias patogênicas podem estar presentes no esgoto em concentrações inferiores às concentrações das bactérias do grupo coliforme, que são muito mais fáceis de identificar e contar (coliforme total/100 mL). *Escherichia coli* é o indicador mais amplamente utilizado para contaminação fecal e pode ser facilmente isolado e identificado (PESCOD, 1992).

**Tabela 3.14 - Concentrações típicas de patógenos em esgotos domésticos**

PATÓGENOS		CONCENTRAÇÃO MÉDIA POR LITRO EM ESGOTOS MUNICIPAIS TÍPICOS *
Vírus	Enterovírus	5000
Bactérias	<i>Vibrio cholerae</i>	1000
	<i>Salmonella</i> spp.	7000
	<i>Shigella</i> spp.	7000
Protozoários	<i>Entamoeba histolytica</i>	4500
Helmintos	<i>Ascaris lumbricoides</i>	600
	<i>Schistosoma mansoni</i>	1
	<i>Taenia saginata</i>	10
	<i>Trichuris trichiura</i>	120

Fonte: Feachem *et al.* (1983) *apud* Pescod (1992)

\* Baseado em 100 lpcd de esgotos

**Tabela 3.15 - Sobrevivência de patógenos (em temperaturas de 20-30°C)**

PATÓGENOS	TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA EM DIAS		
	EM FEZES E LODO	EM ÁGUA E ESGOTO	NO SOLO
Vírus			
Enterovírus	20 a 100	50 a 120	20 a 100
Bactérias			
Coliformes fecais	50 a 90	30 a 60	20 a 70
<i>Salmonella</i> spp.	30 a 60	30 a 60	20 a 70
<i>Shigella</i> spp.	10 a 30	10 a 30	-
<i>Vibrio cholerae</i>	5 a 30	10 a 30	10 a 20
Protozoários			
<i>Entamoeba histolytica</i> (cistos)	15 a 30	15 a 30	10 a 20
Helmintos			
<i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos)	muitos meses	muitos meses	muitos meses

Fonte: Feachem *et al.* (1983) *apud* Pescod (1992)

Prüss *et al.* (1999) apontam como exemplos de doenças causadas por exposição aos resíduos de serviços de saúde, dentre outras, as infecções gastrointestinais, infecções respiratórias,

infecções oculares, infecções genitais, infecções da pele, antraz, meningites, AIDS, febres hemorrágicas, septicemia, Hepatite A, B e C. Apontam, como organismos causadores, Enterobacterias, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, helmintos, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis*, vírus do HIV, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella*, *Candida albicans* e vírus das Hepatites A, B e C, dentre outros, cuja transmissão se dá através de fezes, vômitos, fluidos e secreções diversas.

Semenas *et al.* (1999) avaliou a presença de parasitas em esgotos e lodos de esgotos em diferentes localidades da Patagônia, Argentina. As amostras selecionadas de quatro Centros de Tratamento de Efluentes Domiciliares foram analisadas de acordo com as normas da “Environmental Protection Agency”, “Organização Mundial da Saúde” e do “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater”, além de outras classificações. Somente 2 das 6 amostras de lodos de esgotos analisadas continham ovos de *Ascaris lumbricoides* não viáveis. Das 10 amostras do esgoto, somente 2 não continham ovos, enquanto as restantes continham patógenos das categorias I (*Giardia* sp., *Hymenolepis diminuta* e *Enterobius vermicularis*) e III (*Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale* e *Trichuris trichiura*). A autora concluiu que todas as amostras de lodos de esgotos analisadas foram consideradas aptas para seu uso como fertilizantes porque não se registrou em nenhuma delas a presença de ovos viáveis de *Ascaris lumbricoides*, e somente 6 das amostras de esgotos foram consideradas aptas para irrigação, por carecer de ovos ou por ter sua concentração igual ou inferior a 1 ovo por litro. A Tabela 3.16 mostra as características constatadas nas amostras de lodos de esgoto e a Tabela 3.17 mostra as características constatadas nas amostras de esgotos.

**Tabela 3.16** - Características das amostras dos lodos de esgotos de diferentes localidades da Patagônia Argentina.

ORIGEM	DATA DA AMOSTRA	pH	UMIDADE %	DENSIDADE g/cm <sup>3</sup>	OVOS DE <i>Ascaris lumbricoides</i> *		
					inférteis	férteis sem embriões	férteis com embriões
Llau Llau	26/12/95	8,7 a 9,0	91,0	1,1	0	1,32	0
Llau Llau	13/05/96	6,7	90,5	1,1	0	0	0
El Bolsón	18/01/96	6,6	95,0	1,1	0	0	0
Bariloche	02/07/96	6,0	86,5	1,1	0	0	0
Bariloche	12/08/97	6,4	86,5	1,1	0	0,38	0
Bariloche	28/01/98	6,5	86,0	1,1	0	0	0

Fonte: Semenas (1999)

\*Ovos presentes a cada 4 gramas de sólidos totais

**Tabela 3.17 - Características das amostras de esgotos de diferentes localidades da Patagônia Argentina.**

DATA	AMOSTRAS*									
	28/10/96	28/10/96	18/11/96	18/11/96	06/05/97	06/05/97	06/05/97	01/08/97	01/08/97	01/08/97
Temperatura média mensal (°C)	14,5	14,5	19,0	19,0	9,7	9,7	9,7	8,2	8,2	8,2
Horário da amostragem	09:00	16:00	10:00	16:00	07:00	13:00	19:00	07:00	13:00	19:00
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006
<i>Giárdia sp.</i>	3,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hymenolepis nana</i>	0	6,06	1,00	0	0	0	0	0,5	0	1,5
<i>Enterobius vermicularis</i>	6,06	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichuris trichiura</i>	3,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ascaris lumbricoides</i>	0	1,66	2,00	0	0	0	0	0,25	0	0,75
<i>Toxocara canis</i>	0	0	0,50	0	0,50	0,50	0,50	0	0	0
<i>Ancyostoma duodenale</i>	0	0	1,00	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Semenas (1999)

\*Concentração de ovos por litro processado

Uma relação de patógenos são listados na Tabela 3.18 os quais são desconhecidos ou raros na Austrália, onde, portanto, a probabilidade de contaminação do esgoto por estes patógenos é muito baixa. Por exemplo, menos do que sete casos de cólera foram noticiados na Austrália desde 1991, somente dois casos de hepatite E foram diagnosticados no país e nenhum caso de poliomielite foi constatado desde 1978. Infecção por *Schistosoma* também é rara. No entanto, a possibilidade de ocorrência desses patógenos no esgoto da Austrália não pode ser totalmente ignorada pois, ainda que eles não sejam comuns na comunidade, podem ser introduzidos por imigrantes ou pessoas em retorno de viagens (HAMLYN-HARRIS, 2001).

**Tabela 3.18 - Os patógenos e seus efeitos à saúde.**

ORGANISMOS	PRINCIPAIS DOENÇAS
<b>VÍRUS</b>	
Enterovirus:	
. Poliovirus	Paralisia, meningite asséptica.
. Echovirus	Febre, doenças de pele, doenças respiratórias, meningite asséptica, gastroenterites, doenças cardíacas.
. Coxsackie A	Herpangina, meningite asséptica, doenças respiratórias, paralisia, febre.
. Coxsackie B	Febre, paralisia, doenças respiratórias, doenças cardíacas, doenças renais
Hepatite A	Hepatite infecciosa
Hepatite E	Hepatite infecciosa.
Adenovírus	Doenças respiratórias, infecções oculares, diarreias
Rotavirus	Gastroenterites
Parvovirus	Gastroenterites
Reovirus	Doenças respiratórias, gastroenterites
Astrovirus	Gastroenterites
Calicivirus (incluindo Norwalk)	Gastroenterites
Coronavirus	Gastroenterites
<b>BACTÉRIAS</b>	
<i>Shigella</i>	Disenteria
<i>Vibrio cholerae</i>	Febre tifóide, Febre paratifóide, Gastroenterites
<i>Vibrio</i>	Cólera
<i>Vibrio</i>	Diarréia
<i>Escherichia coli</i> (patogênica)	Gastroenterites
<i>Yersina enterocolitica</i>	Diarréia e septemia
<i>Leptospira</i>	Leptospirose
<i>Campylobacter sp.</i>	Gastroenterites
<i>Helicobacter pylori</i>	Dores abdominais, Úlcera
<i>Clostridium botulinum</i>	Botulismo
<i>Clostridium perfringens</i>	Enterites
<i>Mycobacterium</i>	Pneumonia, doença gastrintestinal
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infecções de pele, Dermatites
<b>PROTOZOÁRIOS</b>	
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria, surgimento de abscessos, ulcerações de colo
<i>Entamoeba coli</i>	Diarréia leve, ulceração de colo
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiases
<i>Balantidium coli</i>	Disenteria, diarréia, ulceração de colo
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Cryptosporidioses, diarréia, febre
<i>Naegleria Fowleri</i>	Meningite primária, Encefalites
<b>HELMINTOS</b>	
<i>Ascaris</i>	Ascariases
<i>Trichuris</i>	Trichuriases
<i>Taenia saginata</i>	Taeniases
<i>T. solium</i>	Taeniases
<i>Ancylostoma</i>	Anemia
<i>Necator</i>	Anemia
<i>Echinococcus</i>	Hydatidoses
<i>Enterobius</i>	Enterobiasas
<i>Schistosoma</i>	Schistosomiasas
<i>Strongyloides</i>	Strongyloidiasas

Fonte: Hamlyn-Harris (2001)

A Tabela 3.19 apresenta as concentrações típicas de alguns organismos indicadores e patógenos no esgoto urbano tratado na Austrália. Os microorganismos patogênicos são removidos ou inativados durante o processo de tratamento do esgoto. A probabilidade dos

patógenos infecciosos sobreviverem ao tratamento dependerá da carga inicial do patógeno no esgoto bruto e do tipo de processo de tratamento utilizado.

**Tabela 3.19** - Concentrações típicas de organismos indicadores e patógenos no esgoto urbano na Austrália.

PATÓGENO E ORGANISMOS INDICADORES	TRATAMENTO SECUNDÁRIO DO EFLUENTE	
	NÃO DESINFECTADO	DESINFECTADO
Coliformes fecais (UFC/100mL)	$10^6 - 10^7$	$10^0 - 10^3$
Vírus (UFC/50 mL)	$10^1 - 10^6$	$0 - 10^4$
Protozoários (UFC/50 mL)	$0 - 10^4$	$0 - 10^4$
Helmintos	Não há dados	Não há dados

Fonte: GHD (2000) *apud* Hamlyn-Harris (2001)

Algumas informações sobre as concentrações de patógenos em tratamento secundário de esgotos estão resumidas na Tabela 3.20. Os dados foram compilados de várias publicações, porém as peculiaridades são específicas para os países de origem (HAMLYN-HARRIS, 2001). Para se estimar o grau de remoção de patógenos necessário ao tratamento da água com despejos de esgotos para o consumo humano, os limites permissíveis devem ser definidos. No contexto da avaliação dos limites aceitáveis para abastecimento de água para uso humano, o limite de uma infecção por 10.000 por ano foi proposto pela EPA como sendo um limite aceitável. Esta seria a ocorrência individual de uma infecção em 10.000, por ano, com um microorganismo específico. O risco absoluto de uma gastroenterite decorrente de uso da água tratada dependerá dos efeitos adicionais daquele patógeno específico presente nessa água.

**Tabela 3.20 - Concentrações de patógenos em tratamento secundário de esgotos.**

ORGANISMO	CONCENTRAÇÃO POR LITRO	REFERÊNCIA*
<b>PROTOZOÁRIOS</b>		
<i>Entamoeba coli</i>	$2.8 \times 10^1$ à $5.2 \times 10^1$	Rose (1986)
<i>Giardia lamblia</i>	$1 \times 10^5$ $10^2$ à $10^4$	Anon (1996) Anon (1998)
<i>Cryptosporidium parvum</i>	$10^2$ à $10^4$	Anon (1998)
<b>HELMINTOS</b>		
	$0,66 \times 10^2$ $8 \times 10^2$ $10^2$ à $10^4$	Sagik et al (1978) Anon (1996) Anon (1998)
<b>BACTÉRIAS</b>		
<i>Shigella</i>	$10^4$ $10$ à $10^4$	Anon (1996) Anon (1998)
<i>Salmonella</i>	$5,2 \times 10^4$ $8 \times 10^4$ $10^3$ à $10^5$ $10^4$ à $10^5$	Sagik et al (1978) Anon (1996) Anon (1998) WHO (1975)
<i>Vibrio cholerae</i>	$10^2$ à $10^5$ (epidêmico)	Rose (1986)
<i>Clostridium perfringens</i>	$10^4$ à $10^6$	Anon (1998)
<i>Mycobacterium</i>	$5,2 \times 10^1$	Sagik et al (1978)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	$10^4$ à $10^5$	Anon (1998)
<b>VÍRUS</b>		
Vírus Entéricos (não especificados)	$1,05 \times 10^4$ $5 \times 10^5$ $10^3$ à $10^4$ $4 \times 10^3$ à $5 \times 10^6$	Sagik et al (1978) Anon (1996) Anon (1998) WHO (1975)
<i>Poliovirus</i> (tipo não especificado)	$1,8 \times 10^2$ à $4,9 \times 10^5$	Rose (1986)
<i>Rotavirus</i>	$1,7 \times 10^2$ $4 \times 10^2$ à $8,5 \times 10^4$	Gerba et al (1985) Rose (1986)

Fonte: \* *apud* Hamlyn-Harris (2001)

Cardoso *et al.* (2002) efetuou uma revisão geral dos principais registros de surtos e ocorrências de *Cryptosporidium* e *Giardia*, em via hídrica, no mundo e no Brasil, tendo constatado as ocorrências em águas de esgoto apresentadas na Tabela 3.21.

**Tabela 3.21 - Ocorrências de *Cryptosporidium* (C) e/ou *Giardia* (G) em esgotos.**

REFERÊNCIA*	LOCAL	C ou G	FONTE	REGISTROS
Bukhari et. al., 1997	England	CG	ETE	oocistos 10-170/L e cistos 30-13.600/L
Chauret et. al., 1999	Ottawa	C	ETE	redução de $2,96 \log_{10}$
Chauret et. al., 1999	Ottawa	G	ETE	redução de $1,4 \log_{10}$
Grimason et. al., 1993	Kenya	CG	ETE	$2,25$ à $50$ oocistos/L; $3,125$ à $230,7$ cistos/L
Payment et. al., 2001	Montreal/Quebec	CG	ETE	$9.200$ cistos/L; oocistos não detectados ou detectados em baixo número
Robertson et al., 2000	Scotland	CG	ETE	Método filtração: oocistos em 38% e cistos em 94% das amostras
Vieira et al., 2000	Brasil	CG	ETE	C $10^2$ à $10^4$ ; G $10^3$ à $10^5$

Fonte: \**apud* Cardoso (2002)

Rose (1988) estudou a ocorrência e a significância do *Cryptosporidium* em água e sua relação com surtos de doenças de veiculação hídrica, obtendo as concentrações de oocistos do organismo em amostras de águas de esgoto em efluentes tratados, esgoto bruto, rios que

recebem descargas de esgoto, lagos e outros cursos d'água, conforme apresentado na Tabela 3.22. Através de revisão bibliográfica a autora pesquisou a ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* em águas diversas, conforme apresentado na Tabela 3.23. A autora avaliou a presença de oocistos desse patógeno em águas diversas ao longo do oeste dos Estados Unidos, obtendo as concentrações apresentadas na Tabela 3.24.

**Tabela 3.22 - Concentrações de oocistos de *Cryptosporidium* em amostras ambientais.**

ESTADO	TIPO DE ÁGUA	NÚMERO DE AMOSTRAS	FONTE	CONCENTRAÇÃO MÉDIA OOCISTOS/L
Arizona	Efluente tratado	20	15	489,00
	Esgoto bruto	5	5	1.732,00
	Curso d'água*	9	8	18,00
Califórnia	Curso d'água	3	1	0,04
Colorado	Rio*	2	2	0,12
	Efluente tratado	2	2	4,00
Oregon	Curso d'água	6	5	0,05
Texas	Reservatórios*	6	6	1,10
	Esgoto bruto	6	4	4,10
Utah	Lagos e curso d'água*	48	34	8,90
<b>TOTAL</b>		<b>107</b>	<b>82</b>	

Fonte: Rose (1988)

\*Com descarga de esgotos

**Tabela 3.23 - Resumo de outras referências de ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* em esgoto e outras águas.**

FONTE DE ÁGUA	NÚMERO DE AMOSTRAS	CONCENTRAÇÃO MÉDIA OOCISTOS/L	REFERÊNCIAS*
Arizona			
Efluente	2	11	Musial (1987)
Esgoto bruto	4	5.180	Madore (1987)
Efluente	11	1.063	Madore (1987)
Águas superficiais	6	1.920	Madore (1987)
Washington			
Águas superficiais	11	25	Ongerth (1987)

Fonte: Rose (1988)

\*apud Rose (1988)

**Tabela 3.24 - Ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* em águas diversas no oeste dos Estados Unidos.**

ÁGUA AMOSTRADA	NÚMERO DE AMOSTRAS	NÚMERO DE AMOSTRAS POSITIVAS	PERCENTUAL POSITIVO	OOCISTOS/L
Esgoto bruto	11	10	91	28,400
Esgoto tratado	22	20	91	17,000
Reservatório (lago)	32	24	75	0,910
Rio	58	45	77	0,940
Água potável filtrada	10	2	20	0,001
Água potável não filtrada	4	2	50	0,006

Fonte: Rose (1988)

Madore *et al.* (1987) *apud* Farias (2000), examinando águas de esgoto bruto no Arizona, identificaram densidades de *Cryptosporidium* de 850 a 13.700 oocistos/L e em efluentes tratados de 140 a 3.960 oocistos/L. De Leon *et al.* (1988) *apud* Farias (2000), também

examinando amostras de esgoto bruto e tratado do Arizona, identificaram de 521 oocistos/L a 39,7 oocistos/L, respectivamente.

Nos Estados Unidos, a densidade de oocistos de *Cryptosporidium* spp. em esgoto bruto está na ordem de 4 a 5.180 oocistos e, em efluentes tratados por lodos ativados, de 4 a 1.297 oocistos/L (MADORE *et al.*, 1987 *apud* FARIAS, 2000). Em efluentes tratados por lodos ativados em lagoas de estabilização do Reino Unido e do Oeste da África o número de oocistos detectados variou de 3,3 a 8,51 no Reino Unido e  $1 \times 10^3$  a  $2 \times 10^4$  oocistos/L no Oeste da África (SMITH & ROSE, 1990 *apud* FARIAS, 2000).

Estudos de prevalência indicam que, nos Estados Unidos, 91% das amostras de esgoto, 77% dos rios, 28% dos lagos, 28% das águas tratadas e, surpreendentemente, 83% das águas consideradas protegidas foram positivas para oocistos de *Cryptosporidium*, em densidades de 1 a 120 oocistos/L, 0,001 a 107 oocistos/L, 0,91 a 0,58 oocistos/L, 0,001 a 0,72 oocistos/L e 0,02 a 0,08 oocistos/L, respectivamente (ROSE, 1988). A autora concluiu que os resultados da sua investigação em águas diversas sugerem que o *Cryptosporidium* é onipresente em águas ambientais. As concentrações variam de três a quatro logaritmos, dependendo do tipo de resíduo que é lançado na água. O *Cryptosporidium* pode ser encontrado em águas superficiais utilizadas para abastecimento e ocasionalmente tem sido detectado em águas tratadas. Os resultados encontrados significam que os processos de tratamento de água têm um desafio em razão da variação da concentração do organismo e devem assegurar a adequada remoção ou inativação desse potencial patógeno.

De acordo com Smith & Rose (1998), no Reino Unido mais de 50% das águas superficiais e 37% das águas tratadas podem estar contaminadas com oocistos de *Cryptosporidium* e em Taiwan 72% dos mananciais de abastecimento público apresentaram oocistos de *Cryptosporidium* sp com 38% de positividade para as águas tratadas.

Na república do Kenya, Grimason *et al.* (1993) *apud* Farias (2000) fizeram experimentos para observar a ocorrência e remoção de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. em esgotos municipais operando com lagoas de estabilização. Foram observadas um total de 11 lagoas de onde foram retiradas 66 amostras, durante dois meses, sendo 11 amostras de esgoto bruto e 55 de efluentes tratados. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.25.

**Tabela 3.25 - Ocorrência de *Cryptosporidium* e *Giardia* em esgotos municipais da república do Quênia.**

TIPO	MICROORGANISMO			
	<i>Cryptosporidium</i>		<i>Giardia</i>	
	% de lagoas	oocistos/L	% de lagoas	cistos/L
Esgoto bruto	18,18 (2/11)	12,50 - 72,97	63,63 (7/11)	212,50 - 6212,5
Efluente de lagoas anaeróbias	60,00 (3/05)	2,25 - 50,00	60,00 (3/05)	133,33 - 230,7
Efluente de lagoas aeróbias	ñ detectado		não consta	7,5
Efluente de lagoas facultativas	14,28 (2/14)	3,33 - 16,66	35,71 (5/14)	1,37 - 192,5
Efluentes de lagoas de maturação primária e secundária	9,52 (2/21)	2,50 - 4,54	19,05 (4/21)	3,125 - 176,92
Efluente de lagoa final de maturação	ñ detectado		9,00 (1/11)	40,00 - 50,00

Fonte: Grimason *et al.* (1993) *apud* Farias (2000)

Kfir *et al.* (1995) *apud* Farias (2000) investigaram 650 amostras de esgoto bruto, efluentes tratados, águas de superfície e água potável na África do Sul. Foram encontrados cistos e oocistos em todos os tipos de águas analisadas, apesar do pequeno volume amostral. Os resultados estão apresentados na Tabela 3.26.

**Tabela 3.26 - Média de oocistos de *Cryptosporidium* e cistos de *Giardia* em esgotos da África do Sul.**

TIPO DE AMOSTRA	OOCISTOS/10L		CISTOS/10L	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Esgoto bruto	Mín.	0	Mín.	0
	Máx.	500	Máx.	1790
	Média.	30	Média.	130
Esgoto tratado	Mín.	0	Mín.	0
	Máx.	450	Máx.	3910
	Média.	30	Média.	120

Fonte: Kfir *et al.* (1995) *apud* Farias (2000)

Gennaccaro (2003) pesquisou a presença de oocistos de *Cryptosporidium parvum* em várias fases do tratamento de esgotos utilizando cultura de células. As amostras de águas foram concentradas em sete instalações de reuso de água, incluindo sistemas com incorporação de tecnologia de irradiação ultravioleta, em diferentes estágios de tratamento (afluente, efluente secundário, pós-filtração e efluente final), e a análise de *C. parvum* infeccioso foi realizada utilizando métodos de detecção seguros. Os resultados revelaram a presença de oocistos de *C. parvum* infeccioso em 33% das amostras dos afluentes, 39% das amostras dos efluentes secundários, 35% das amostras das pós-filtragens e 40% das amostras do efluente final para reuso. O autor concluiu que os resultados mostram a eficiência do método de cultura de células utilizado na detecção de *C. parvum* infeccioso em esgotos tratados e não tratados e mostram, também, o potencial de risco do reuso das águas para a saúde humana.

As Salmonelas de origem humana e/ou animal têm sido freqüentemente isoladas em águas de esgoto tratadas ou não, segundo relatos em diferentes países, como Grã-Bretanha (WILSON & BLAIR, 1927), Argentina (FERRAMOLA *et al.*, 1943), Estados Unidos (BREZENSKI *et*

*al.*, 1965), França (LECLERC *et al.*, 1970) e Brasil (MARTINS, 1979; 1986 e 1988; SANCHEZ, 1988). No Canadá, Kind *et al.* (1997) demonstraram a positividade para *Salmonella* em 8 de 12 estações de tratamento de esgotos estudadas, mesmo após o tratamento do mesmo, bem como nos seus efluentes. Sua densidade nestas águas pode variar consideravelmente de região para região. Embora concentrações de  $10^3$  a  $10^4/100$  mL tenham sido detectadas (GELDREICH, 1968), também podem estar ausentes dependendo do tipo de tratamento aplicado ou da presença de substâncias tóxicas (RIVERA & MARTINS, 1996).

Ohno *et al.* (1997) amostraram águas de um rio altamente poluído na Bolívia, o rio La Paz, próximas às áreas mais ou menos populosas que o margeiam, onde foram observadas a contaminação por diversos tipos de microorganismos patogênicos, *E. coli* enteropatogênicas, enteroinvasivas e três *Salmonella* do grupo O4.

Arvanitidou *et al.* (1997) coletaram 128 amostras de águas de quatro rios e de um lago na Grécia e observaram a presença de *Salmonella* em 6,2% das amostras.

Sano *et al.* (2003), após a ocorrência, no Japão, de numerosos casos de doenças infecciosas causadas por vírus patogênicos em águas, anos após anos, indiferentemente das melhorias das condições sanitárias das áreas urbanizadas, investigaram a ocorrência de vírus em amostras de águas e esgotos provenientes de áreas urbanizadas daquele país. Esgotos, lodos de esgotos, esgotos tratados e água bruta para tratamento foram amostradas e a ocorrência de viroses patogênicas infecciosas nessas amostras foram investigadas.

Esgotos, lodos de esgotos e esgotos tratados foram amostrados no sistema de tratamento de esgotos ( $10.000 \text{ m}^3/\text{d}$ ; população de 36.000 habitantes) do setor ocidental da cidade de Sendai, no Japão. Água bruta para tratamento foi amostrada no sistema de tratamento de água (capacidade de abastecimento de  $1,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ ) de Osaka, no Japão (SANO *et al.*, 2003). Os resultados obtidos são discutidos nos dois parágrafos seguintes.

Esgoto bruto e lodos de esgotos foram coletados em sete ocasiões e esgotos tratados em seis ocasiões, de março a setembro de 2002, no sistema de tratamento de Sendai, cujos resultados estão apresentados na Tabela 3.27. Vírus infecciosos (20 isolamentos) foram isolados em cada mês, com enterovírus sendo detectados em sete ocasiões. A seqüência das análises revelou que, de sete amostras, cinco foram positivas para poliovírus 1 (PV1) e as concentrações de PV1 na amostra positiva de esgoto tratado (em abril de 2002) foi estimada como sendo maior que 2/L. Em contrapartida, as concentrações das amostras positivas de esgoto bruto e de lodos

de esgotos foram estimados como sendo maiores que 200/L. Além disso, um genoma de poliovírus 3 (PV3) foi obtido no sobrenadante da amostra de esgoto bruto em setembro de 2002, com concentrações maiores que 200/L. Nesse mesmo mês, o esgoto bruto mostrou evidências de conter echovírus 11 (E11, Kar/87, AF447473) e 19 (E19, Djum/91, AF447480) apresentando o mais alto percentual (95,6 %).

**Tabela 3.27 - Vírus identificados nos esgotos de Sendai, Japão.**

Ano de 2002	ESGOTO BRUTO		LODOS DE ESGOTO		ESGOTO TRATADO
	Amostra de sobrenadante	Outras amostras	Amostras de sobrenadante	Outras amostras (pellet's)	
Março	Não identificado	Não identificado		Pólio 1	
Abril					Pólio 1
Maió	Não identificado	Não identificado	Não identificado		
Junho	Pólio 1	Pólio 1	Não identificado		
Julho		Não identificado	Não identificado	Não identificado	
Agosto	Não identificado	Não identificado	Não identificado		
Setembro	Pólio 1, 3	Echo			

Fonte: Sano *et al.* (2003)

Amostras de água bruta foram coletadas em seis ocasiões (janeiro/2001 a junho/2002), cujos resultados estão apresentados na Tabela 3.28. Um genoma de enterovírus foi obtido (em maio/2002) e a seqüência revelou que esse era derivado do PV1. No Japão, a vacinação contra poliovírus ocorre rotineiramente, sendo duas vezes para crianças de três a 90 meses de idade. Por isso foi relativamente difícil isolar os vírus em março, abril e setembro, visto que esses meses são justamente os períodos de vacinação. Porém, nesse estudo o PV1 e o PV3 infecciosos foram isolados em março (água bruta em Osaka e lodos de esgoto em Sendai), abril (esgoto tratado de Sendai) e setembro (esgoto bruto de Sendai). Esses resultados indicam que essas vacinas contra poliovírus são persistentes na água do meio ambiente e nesses locais amostrados. Separadamente do poliovírus, um echovírus foi também isolado no esgoto bruto de Sendai (em setembro/2002) e foi considerado como sendo ou E11 ou E19 através da seqüência das análises. Isolamentos de E11 provenientes de humanos ocorrem há décadas no Japão e, em particular, provenientes de pacientes acometidos de meningite asséptica. Em contrapartida, o isolamento de E19 é raro.

**Tabela 3.28 - Detecção de vírus em águas brutas provenientes do sistema de tratamento de água de Osaka, Japão.**

Data de Amostragem	Vírus detectado através de cultura de células			Detecção de adenovírus	Detecção de genoma de enterovírus
	BGMK	HeLa	HEP-2		
24/01/2001	Negativo	Não testado	Não testado	Não testado	Não testado
05/06/2001	Negativo	Não testado	Não testado	Não testado	Não testado
05/09/2001	Negativo	Negativo	Negativo	Não testado	Não testado
13/12/2001	Negativo	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo
20/03/2001	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo (PV1)
20/06/2001 (com chuvas)	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo

Fonte: Sano *et al.* (2003)

A revisão revela que, em razão de inexistência ou de escassez de legislações e normas específicas sobre a avaliação dos esgotos de estabelecimentos assistenciais de saúde, usualmente são avaliados nesses esgotos os mesmos parâmetros analisados nos esgotos domésticos típicos. Revela, também, que os valores das concentrações encontrados para a maioria dos parâmetros pesquisados são equivalentes e, em alguns casos, inferiores aos valores encontrados nos esgotos domésticos típicos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 *Definição dos Efluentes Pesquisados*

Para se definir os parâmetros estudados foi considerada, além da pesquisa bibliográfica, a coleta de dados secundários junto à Secretaria Municipal de Saúde de Montes Claros, no banco de dados do Serviço Único de Saúde - SUS, trabalhados nos programas ACCESS e Excel, os quais apontaram as doenças de características infecto-contagiosas com maior prevalência nos quatro principais hospitais do município de Montes Claros e, conseqüentemente, apontaram os organismos responsáveis pelas respectivas doenças. Os quatro hospitais considerados foram: a) Hospital Municipal Haroldo Tourinho; b) Hospital Universitário Clemente de Faria; c) Prontoclínica e Hospitais São Lucas S/A e d) Irmandade Nossa Senhora das Mercês de Montes Claros.

Os levantamentos realizados nos quatro principais estabelecimentos assistenciais de saúde do município de Montes Claros objetivaram conhecer as doenças predominantes no município e definir os estabelecimentos representativos, dado a limitação de recursos financeiros e de tempo que impediram uma maior abrangência da pesquisa.

Ao final foram escolhidos dois estabelecimentos assistenciais de saúde específicos, cuja escolha se deu em função das suas características peculiares, relativamente distintas entre si e, ainda, pelo fato de que um dos hospitais estudados destina cuidados aos pacientes portadores de doenças infecto contagiosas, o que permitiu um posicionamento da pesquisa a favor da segurança, dado que, avaliando a pior situação, espera-se cobrir as demais.

O primeiro estabelecimento escolhido trata-se da IRMANDADE NOSSA SENHORA DAS MERCÊS DE MONTES CLAROS (SANTA CASA DE CARIDADE), que é um hospital geral com atendimento padrão de praticamente todas as especialidades médicas, que atende pacientes particulares e conveniados, sendo que o atendimento pelo SUS representa o maior percentual. Dados informados pelo Hospital apontam para um número total de 347 leitos, com média de atendimento de 56.123 pacientes por mês. O volume médio mensal de água consumido nesse hospital é de 7.000 m<sup>3</sup>. Esses dados referem-se a efetiva época de realização da pesquisa.

O outro estabelecimento trata-se do HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CLEMENTE DE FARIA que, além de hospital geral, é também referência na região Norte de Minas Gerais quanto ao atendimento de doentes portadores de doenças infecto-contagiosas e dependentes químicos,

com atendimento exclusivo pelo Sistema Único de Saúde - SUS. Esse hospital possui 156 leitos. Esses dados, informados pelo próprio hospital, referem-se a efetiva época de realização da pesquisa.

## **4.2 Definição dos Parâmetros Pesquisados nos Esgotos**

Quanto à caracterização microbiológica, os dados secundários levantados nos quatro hospitais revelaram alguns organismos comuns nesses hospitais, tais como o *Mycobacterium tuberculosis* e a *Leishmania*, dentre outros.

Pretendia-se pesquisar, além destes dois microorganismos, vírus da Hepatite, da Meningite e o HIV, também constatados, além de *Shigella*, *Giardia* e ovos de helmintos, que são parâmetros normalmente pesquisados em esgotos urbanos, e *Cryptosporidium*, por se tratar de um organismo emergente (BELKIN, 2001).

Porém, as dificuldades operacionais que envolvem essas análises em esgotos, tais como a escassez de metodologias e os altos custos necessários ao desenvolvimento de metodologias específicas, aliados à limitação de recursos financeiros disponíveis para a presente pesquisa e o prazo disponível para a conclusão do trabalho, resultaram na eliminação desses agentes patogênicos da investigação. Sendo assim, quanto à caracterização microbiológica, inicialmente as análises foram restritas aos seguintes organismos: coliformes fecais e *E. coli*.

Além da análise bacteriológica nos esgotos foram realizadas análises físico-químicas dos parâmetros normalmente utilizados nos projetos de estações de tratamento de esgotos, a saber: pH (potencial hidrogeniônico), sólidos suspensos totais - SST, nitrogênio amoniacal, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio - DBO, demanda química de oxigênio - DQO, oxigênio dissolvido (OD), alcalinidade, detergentes, óleos e graxas, surfactantes e temperatura.

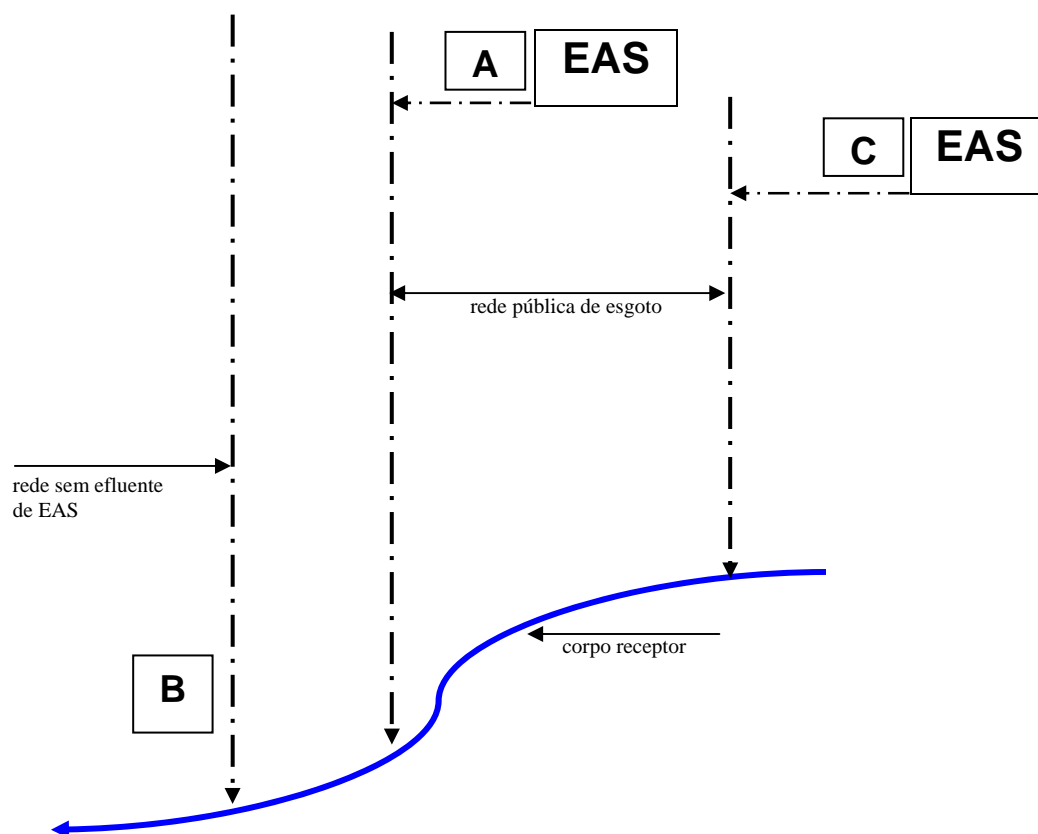
## **4.3 Definição dos Pontos de Amostragem, do Número de Amostras e das Metodologias de Amostragens e Análises**

### **4.3.1 Pontos de Amostragem**

A definição dos pontos de amostragem ocorreu em função das características das águas residuárias que se pretendiam estudar. Desta forma, foram definidos três pontos, sendo dois relacionados a efluentes hospitalares e um a esgoto sanitário da cidade, sem influência de efluentes hospitalares:

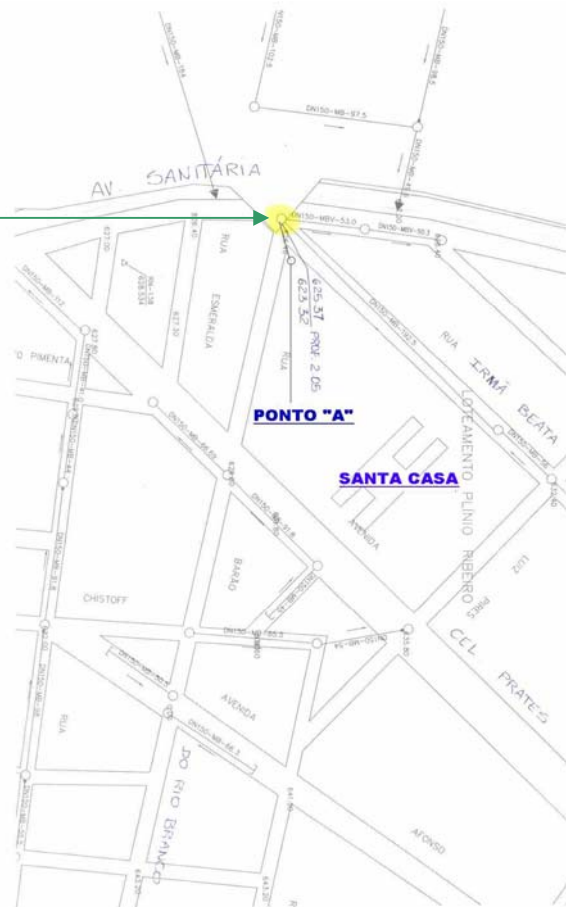
- Ponto A: Efluente da Santa Casa de Montes Claros
- Ponto B: Esgotos sanitários da cidade de Montes Claros
- Ponto C: Efluente do Hospital Universitário

Os pontos de amostragem estão apresentados na Figura 4.1. O corpo receptor trata-se do Córrego Vieiras.



**Figura 4.1** - Desenho esquemático dos pontos (A, B, e C) de amostragem.

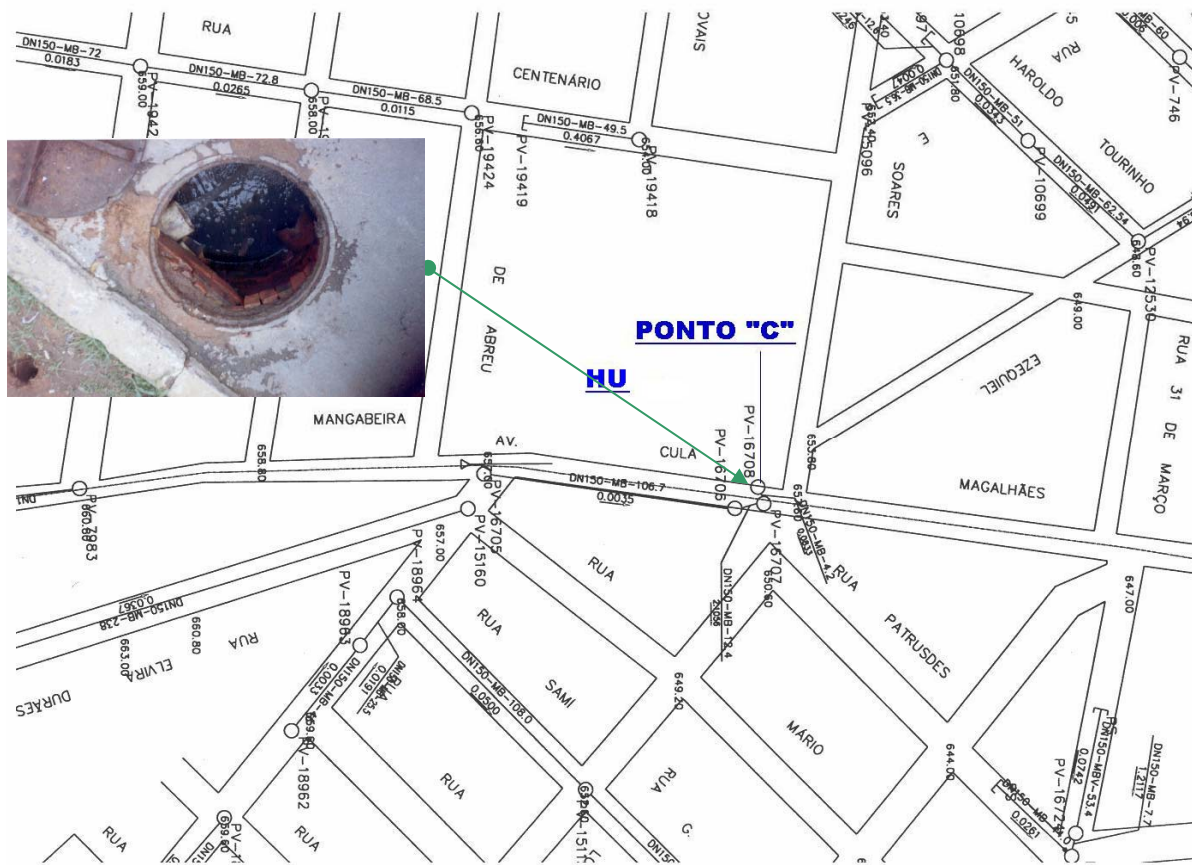
O efluente da Santa Casa de Montes Claros (Ponto A) foi amostrado em um ponto representativo, por onde passa o esgoto de todos os setores do hospital, junto ao lançamento na rede pública de coleta. Salienta-se que na região desse hospital não existe tratamento do esgoto antes do seu lançamento na rede pública de coleta. No município de Montes Claros não existe estação de tratamento de esgotos, sendo todo o esgoto da cidade lançado em córrego da região, denominado de Córrego Vieiras. A Figura 4.2 ilustra esse ponto de amostragem (Ponto “A”).



Fonte: COPASA MG (2004)

**Figura 4.2 - Ponto de amostragem "A" (Santa Casa).**

Com relação ao esgoto do Hospital Universitário (Ponto C) foi escolhido o ponto de lançamento na caixa de passagem que lança na rede pública de coleta de esgotos. Nessa caixa é lançado o esgoto de todos os setores do hospital e, a exemplo da Santa Casa, também aqui não existe tratamento do esgoto, antes do seu lançamento na rede pública de coleta. Esse ponto de amostra (Ponto C) está apresentado na Figura 4.3.



Fonte: COPASA MG (2004)

**Figura 4.3 - Ponto de amostragem "C" (Hospital Universitário).**

O terceiro ponto amostrado escolhido (Ponto B) trata-se de um ponto que recebe esgotos tipicamente domésticos, sem contribuições de quaisquer espécies de estabelecimentos assistenciais de saúde. Na região desse ponto amostral encontram-se residências, bares, lanchonetes, um clube, escritórios e casas comerciais. O ponto localiza-se na região central da cidade, se tratando, pois, de um ponto representativo dos esgotos municipais típicos. A Figura 4.4 ilustra esse terceiro ponto de amostra (Ponto B).



Os procedimentos para coleta, transporte, preservação e análises das amostras obedeceram aos métodos padronizados, preceituados pelo STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (APHA, 1998), sendo: Alcalinidade Bicarbonato (mg/L CaCO<sub>3</sub>) - Titulometria EDTA (APHA 2320-B); DBO (mg/L) - Colorimétrico (APHA 5210-B); Fósforo total (mg/L) - Colorimétrico (APHA 4500-P E); Nitrato (mg/L) - Eletrométrico (APHA 4500-D); Nitrogênio amoniacal (mg/L) - Colorimétrico (APHA 4500 NH<sub>3</sub> D); Oxigênio dissolvido (mg/L) - Titulométrico (APHA 4500- B); SST (mg/L) - Gravimétrico (APHA 2540-D); Surfactantes (mg/L) - Colorimétrico (APHA 5540-C); Coliformes totais/100mL - Cromogênico/Enzimático (APHA 9223-A); Escherichia coli/100mL - Cromogênico/Enzimático (APHA 9223-A).

As análises de DQO (mg/L) foram realizadas pelo método Colorimétrico, com utilização dos kits colorimétricos da MERCK®.

As análises de Nitrito (mg/L) foram realizadas pelo método Colorimétrico, com utilização dos kits colorimétricos da MERCK®.

As análises dos óleos e graxas (mg/L) foram realizadas pelo método Gravimétrico - método próprio da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG.

Todas as análises foram realizadas nos laboratórios da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG, na unidade regional em Montes Claros.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Levantamento das Doenças de Maior Ocorrência nos Quatro Hospitais Pesquisados

Os resultados da pesquisa nos quatro principais hospitais da cidade de Montes Claros, acerca das doenças infecto-contagiosas de maior ocorrência, durante o ano de 2002 e os meses de janeiro e fevereiro de 2003, são apresentados nas Tabelas 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4, por hospital. Os dados foram colhidos no banco de dados do Sistema Único de Saúde, através da Secretaria Municipal de Saúde de Montes Claros.

**Tabela 5.1 - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas no Hospital Haroldo Tourinho no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.**

HOSPITAL MUNICIPAL HAROLDO TOURINHO	
CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE DOENÇAS - CID	N.º DE OCORRÊNCIAS
A49.0 Infecção estafilocócica não especificada	105
A40.8 Outras septicemias estreptocócicas	78
A04.9 Infecção intestinal bacteriana não especificada	77
A41.9 Septicemia não especificada	61
A49.1 Infecção estreptocócica não especificada	28
A41.2 Septicemia por estafilococos não especificados	19
A90 Dengue	19
A48.0 Gangrena gasosa	17
A91 Febre hemorrágica devido a vírus do dengue	15
B65.8 Outras esquistossomoses	9
B95.5 Estreptococo não especificado, como causa de doenças classificadas em outros capítulos	8
B95.4 Outros estreptococos, como causa de doenças classificadas em outros capítulos	7
B65.9 Esquistossomose não especificada	6

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Montes Claros (2003)

**Tabela 5.2 - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas no Hospital Universitário no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.**

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CLEMENTE DE FARIA	
CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE DOENÇAS - CID	N.º DE OCORRÊNCIAS
B24 Doença pelo vírus da imunodeficiência humana [HIV] não especificada	105
B55.0 Leishmaniose visceral	91
A15.9 Tuberculose não especificada das vias respiratórias, com confirmação bacteriológica e histológica	79
A90 Dengue	32
A49.0 Infecção estafilocócica não especificada	24
A15.6 Pleurite tuberculosa, com confirmação bacteriológica e histológica	21
A09 Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível	17
A63.0 Verrugas anogenitais	14
A15.3 Tuberculose pulmonar, com confirmação por meio não especificado	13
B55.1 Leishmaniose cutânea	13
A46 Erisipela	11
A02.1 Septicemia por salmonela	10
B69.0 Cisticercose do sistema nervoso central	10

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Montes Claros (2003)

**Tabela 5.3 - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas no Hospital São Lucas no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.**

PRONTOCLÍNICA E HOSPITAIS SÃO LUCAS S/A	
CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE DOENÇAS - CID	N.º DE OCORRÊNCIAS
A41.9 Septicemia não especificada	6
A49.0 Infecção estafilocócica não especificada	5
A40.8 Outras septicemias estreptocócicas	4
A41.5 Septicemia por outros microorganismos gram-negativos	4
A90 Dengue	3
B95.5 Estreptococo não especificado, como causa de doenças classificadas em outros capítulos	2
A09 Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível	1
A18.2 Linfadenopatia tuberculosa periférica	1
A41.2 Septicemia por estafilococos não especificados	1
A46 Erisipela	1
A48.0 Gangrena gasosa	1
B16.9 Hepatite aguda B sem agente Delta e sem coma hepático	1
B55.0 Leishmaniose visceral	1

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Montes Claros (2003)

**Tabela 5.4 - Ocorrência de doenças infecto-contagiosas na Santa Casa no período de 01/01/2002 a 28/02/2003.**

IRMANDADE NOSSA SENHORA DAS MERCÊS DE MONTES CLAROS (SANTA CASA)	
CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE DOENÇAS - CID	N.º OCORRÊNCIAS
A41.5 Septicemia por outros microorganismos gram-negativos	136
A09 Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível	53
A02.1 Septicemia por salmonela	36
A41.9 Septicemia não especificada	28
B95.8 Estafilococo não especificado, como causa de doenças classificadas em outros capítulos	28
A87.8 Outras meningites virais	27
B57.0 Forma aguda da doença de Chagas, com comprometimento cardíaco	15
A63.0 Verrugas anogenitais	13
A87.9 Meningite viral não especificada	9
B45.1 Criptococose cerebral	9
A04.9 Infecção intestinal bacteriana não especificada	8
A90 Dengue	8
A91 Febre hemorrágica devida ao vírus do dengue	8

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Montes Claros (2003)

O levantamento nos quatro hospitais pesquisados revelou que a ocorrência de diversas doenças e organismos é comum em todos eles, o que corrobora os dados bibliográficos.

## **5.2 Resultados das Análises dos Parâmetros Físico-químicos e Bacteriológicos**

### **5.2.1 Irmandade Nossa Senhora das Mercês de Montes Claros (Santa Casa de Caridade)**

Os resultados das amostras coletadas no esgoto bruto da Santa Casa de Montes Claros (Ponto A) estão apresentados na Tabela 5.5 e na Figura 5.1.

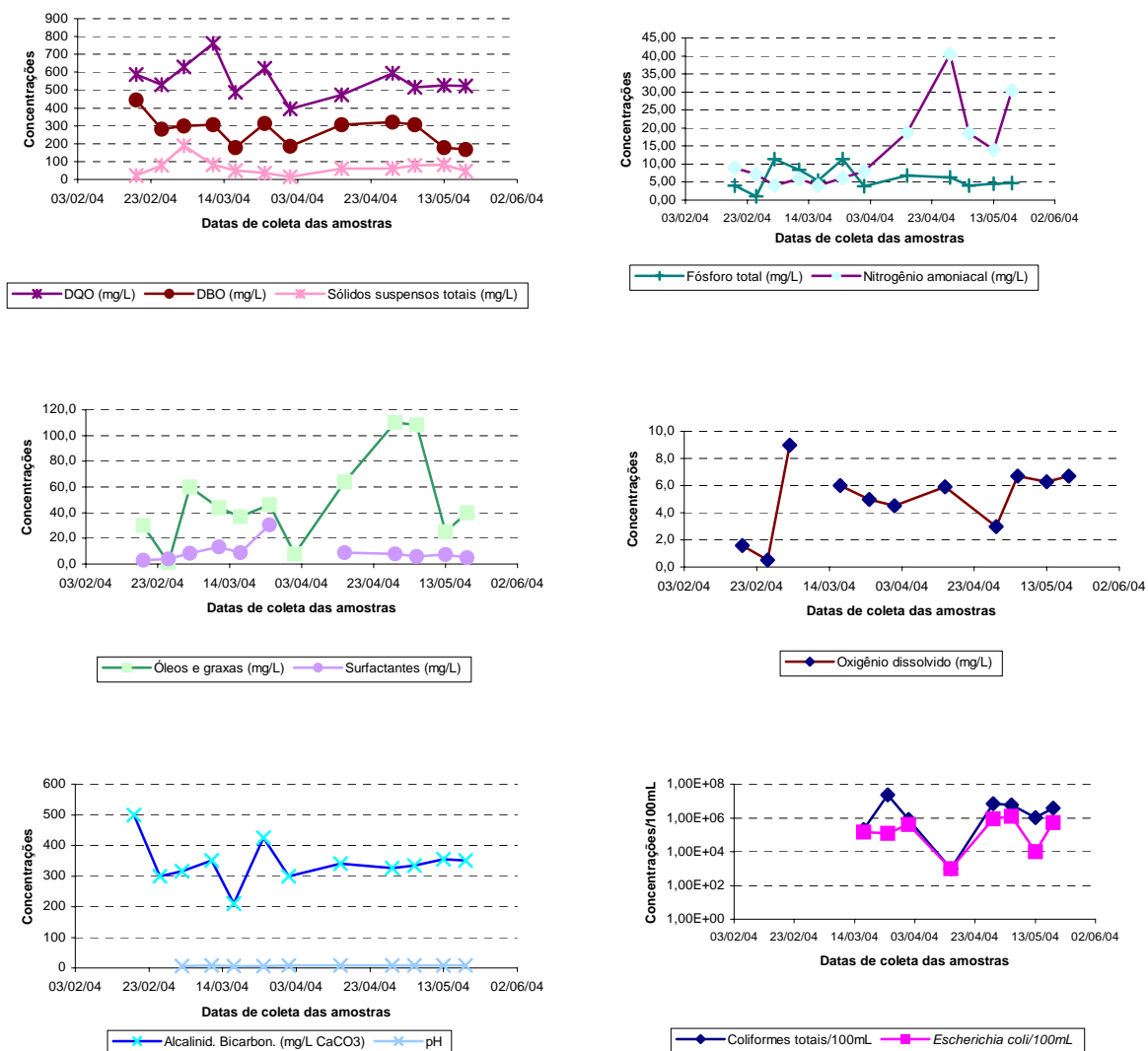
**Tabela 5.5 - Resultados das amostras coletadas no esgoto da Santa Casa (Ponto A).**

DATA COLETA DA AMOSTRA	19/02/04	26/02/04	03/03/04	11/03/04	17/03/04	25/03/04	01/04/04	15/04/04	29/04/04	05/05/04	13/05/04	19/05/04	MÉDIA A
PONTO	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
HORÁRIO INÍCIO DA COLETA	09:00	08:45	08:07	09:20	08:34	09:35	09:09	08:20	07:50	09:10	07:42	08:20	
PARÂMETROS/ UNIDADES													
Temperatura ambiente (°C)	25,0	27,0	25,0	26,0	23,0	24,5	25,0		22,0	26,0	22,0	22,0	24,3
Temperatura amostra (°C)	26,0	26,0	26,0	26,5	26,0	27,0	26,5		26,0	20,5	26,0	26,0	25,7
Alc. Bicarbon. (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	500	300	315	350	210	425	300	340	325	335	355	350	342
DQO (mg/L)	588	530	630	762	486	624	396	474	594	516	528	522	554
DBO (mg/L)	446	281	298	306	179	313	185	306	319	306	179	166	274
Fósforo total (mg/L)	4,05	1,00	11,35	8,48	5,43	11,37	3,78	6,83	6,35	4,00	4,63	4,75	6,00
Nitrato (mg/L)	1,1	1,1											1,1
Nitrito (mg/L)	0,089	0,038											0,064
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	9,0	7,1	4,0	5,9	4,0	6,1	8,0	18,8	40,5	18,5	14,0	30,5	13,9
Óleos e graxas (mg/L)	30,0	1,0	60,0	44,0	37,0	46,4	8,0	64,0	110,0	108,0	25,0	40,0	47,8
Oxigênio dissolvido (mg/L)	1,6	0,5	9,0		6,0	5,0	4,5	5,9	3,0	6,7	6,3	6,7	5,0
pH			6,69	7,88	6,45	7,11	7,89	7,96	7,30	7,93	8,08	7,44	7,47
SST (mg/L)	21	80	187	82	49	36	16	61	62	79	81	48	67
Surfactantes (mg/L)	3,19	4,12	8,60	13,04	9,00	30,40		8,65	7,95	6,00	7,55	5,05	9,41
Coliformes totais/100mL													
<i>Escherichia coli</i> /100mL													
					2,10E+05	2,40E+07	8,00E+05	1,00E+03	7,20E+06	5,70E+06	1,04E+06	3,80E+06	9,48E+05
					1,50E+05	1,20E+05	4,00E+05	1,00E+03	9,10E+05	1,20E+06	1,00E+04	5,10E+05	1,19E+05

Nota: para Coliformes totais e *E. coli* foi considerada a média geométrica.

Observa-se que nas amostras coletadas em 15/04/04 não houve medição da temperatura da amostra e da temperatura ambiente. Na amostra coletada em 01/04/04 não foram analisados os surfactantes, o mesmo ocorrendo com o Oxigênio Dissolvido na amostra coletada em 11/03/04. Nitrato e nitrito somente foram analisados nas duas primeiras amostras (19/02/04 e 26/02/04). Quanto aos coliformes totais e *E. coli*, somente passaram a ser analisados a partir da quinta amostra (17/03/04).

A seguir apresentam-se de forma gráfica os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto da Santa Casa de Montes Claros (Ponto A).



**Figura 5.1** - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto da Santa Casa (Ponto A).

## 5.2.2 Esgoto Bruto de Montes Claros sem Despejos de Esgoto de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

Os resultados das amostras coletadas no esgoto bruto municipal de Montes Claros (Ponto B), sem recebimento de despejos de estabelecimentos assistenciais de saúde, estão apresentados na Tabela 5.6 e na Figura 5.2.

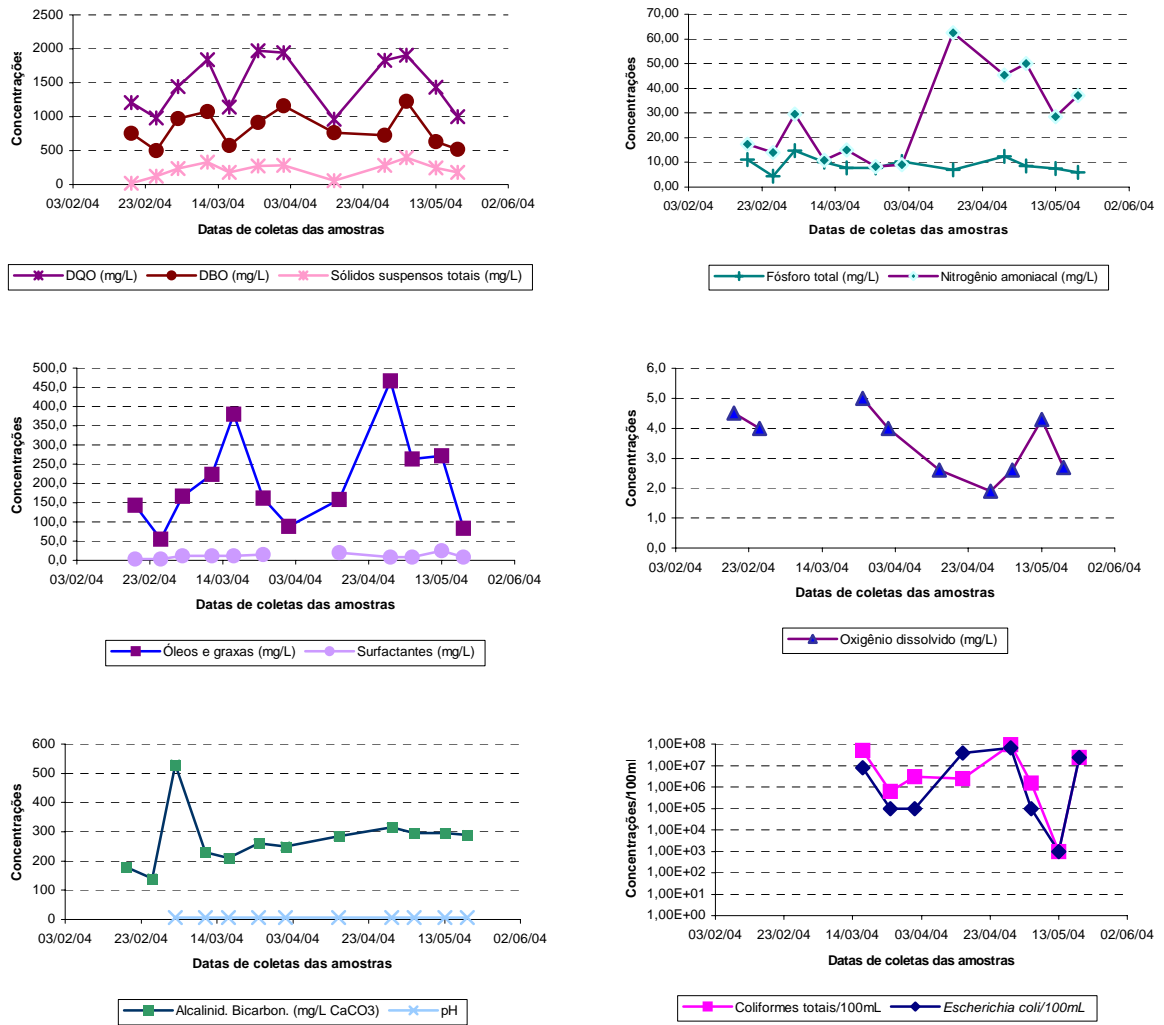
**Tabela 5.6 - Resultados das amostras coletadas no esgoto bruto de Montes Claros sem despejos de esgoto hospitalar (ponto B).**

DATA COLETA DA AMOSTRA	19/02/04	26/02/04	03/03/04	11/03/04	17/03/04	25/03/04	01/04/04	15/04/04	29/04/04	05/05/04	13/05/04	19/05/04	
PONTO	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MÉDIA B
HORÁRIO INÍCIO DA COLETA	10:24	09:00	08:25	09:45	09:00	10:35	09:31	09:00	08:15	09:33	08:00	08:35	
<b>PARÂMETROS/ UNIDADES</b>													
Temperatura ambiente (°C)	28,0	26,5	25,5	27,0	24,0	26,0	26,0		21,5	27,0	24,0	24,0	25,4
Temperatura amostra (°C)	28,0	28,0	27,0	30,0	27,5	28,0	30,0		28,0	27,0	25,0	28,0	27,9
Alc. Bicarbon. (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	180	140	530	230	210	260	250	285	315	295	295	290	273
DQO (mg/L)	1212	984	1440	1842	1146	1974	1944	966	1830	1902	1434	1002	1473
DBO (mg/L)	752	497	969	1071	580	918	1161	765	727	1224	631	523	818
Fósforo total (mg/L)	11,15	4,43	14,70	10,20	7,65	7,90	10,30	7,03	12,36	8,60	7,40	6,08	8,98
Nitrato (mg/L)	3,1	2,5											2,8
Nitrito (mg/L)	0,033	0,067											0,050
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	17,5	14,0	29,6	10,9	15,0	8,2	9,1	62,5	45,5	50,0	28,5	37,0	27,3
Óleos e graxas (mg/L)	144,0	55,0	166,0	223,0	380,0	162,0	88,0	158,0	466,0	264,0	272,0	84,0	205,2
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,5	4,0				5,0	4,0	2,6	1,9	2,6	4,3	2,7	2,9
pH			6,52	6,51	6,92	5,66	6,64	6,64	7,30	7,08	7,33	6,64	6,72
SST (mg/L)	16,00	123,00	232,00	330,00	182,00	274,00	284,00	60,00	284,00	395,00	241,00	178,00	216,58
Surfactantes (mg/L)	4,15	2,82	12,36	11,86	11,66	15,60		20,30	7,95	8,75	24,40	8,25	11,65
Coliformes totais/100mL					2,10E+05	2,40E+07	8,00E+05	1,00E+03	7,20E+06	5,70E+06	1,04E+06	3,80E+06	2,29E+06
<i>Escherichia coli</i> /100mL					1,50E+05	1,20E+05	4,00E+05	1,00E+03	9,10E+05	1,20E+06	1,00E+04	5,10E+05	9,13E+05

Nota: para Coliformes totais e *E. coli* foi considerada a média geométrica.

Observa-se que nas amostras coletadas em 15/04/04 não houve medição da temperatura da amostra e da temperatura ambiente. Na amostra coletada em 01/04/04 não foram analisados os surfactantes, o mesmo ocorrendo com o Oxigênio Dissolvido na amostra coletada em 11/03/04. Nitrato e nitrito somente foram analisados nas duas primeiras amostras (19/02/04 e 26/02/04). Quanto aos coliformes totais e *E. coli*, somente passaram a ser analisados a partir da quinta amostra (17/03/04).

A seguir, apresentam-se de forma gráfica os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto bruto de Montes Claros sem despejo de EAS (Ponto B).



**Figura 5.2** - Resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto bruto de Montes Claros sem despejo de EAS (Ponto B).

### 5.2.3 Hospital Universitário Clemente de Faria

Os resultados das amostras coletadas no Hospital Universitário Clemente de Faria estão apresentados na Tabela 5.7 e na Figura 5.3.

**Tabela 5.7 - Resultados das amostras coletadas no esgoto do Hospital Universitário (Ponto C).**

DATA COLETA DA AMOSTRA	19/02/04	26/02/04	03/03/04	11/03/04	17/03/04	25/03/04	01/04/04	15/04/04	29/04/04	05/05/04	13/05/04	19/05/04	MÉDIA C	
PONTO	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
HORÁRIO INÍCIO DA COLETA	10:55	09:25	10:40	10:00	09:16	11:00	09:53	09:35	08:43	09:50	08:20	08:50		
PARÂMETROS/ UNIDADES														
Temperatura ambiente (°C)	29,00	28,50	27,00	28,00	25,00	28,00	27,00		23,00	28,00	28,00	26,50	27,09	
Temperatura amostra (°C)	26,50	27,00	26,00	27,00	27,00	26,00	27,00		26,00	26,50	27,00	27,00	26,64	
Alc. Bicarbon. (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	290	300	395	265	275	380	320	300	315	355	310	295	317	
DQO (mg/L)	724	580	462	1146	750	822	912	894	846	780	924	1278	843	
DBO (mg/L)	383	293	281	587	262	338	242	421	408	370	204	765	380	
Fósforo total (mg/L)	2,43	1,03	4,50	5,90	5,60	4,23	5,35	4,80	5,05	5,28	6,08	5,05	4,61	
Nitrato (mg/L)	2,3	2,0											2,2	
Nitrito (mg/L)	0,037	0,051											0,044	
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	10,6	9,1	11,8	9,1	8,6	8,6	11,9	20,6	30,0	36,0	17,0	19,0	16,0	
Óleos e graxas (mg/L)	40,0	1,0	40,0	144,0	106,0	153,0	54,0	254,0	130,0	160,0	60,0	126,0	105,7	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,7	4,0	3,0		5,0	3,8	4,0	3,9	3,6	5,5	4,0	3,4	4,3	
pH			7,33	6,89	7,00	6,95	7,64	7,49	7,50	8,03	7,59	6,87	7,33	
SST (mg/L)	137	100	54	128	102	94	132	468	158	152	124	142	149	
Surfactantes (mg/L)	4,25	4,25	11,00	18,74	6,45	12,80		11,70	13,65	19,45	8,90	17,05	11,66	
Coliformes totais/100mL						7,20E+06	5,40E+04	1,90E+06	1,00E+03	1,00E+04	1,30E+05	5,20E+03	3,60E+06	1,08E+05
<i>Escherichia coli</i> /100mL						7,90E+05	1,00E+04	2,00E+05	1,00E+03	1,00E+04	1,00E+04	1,00E+03	1,40E+06	2,62E+04

Nota: para Coliformes totais e *E. coli* foi considerada a média geométrica.

Observa-se que nas amostras coletadas em 15/04/04 não houve medição da temperatura da amostra e da temperatura ambiente. Na amostra coletada em 01/04/04 não foram analisados os surfactantes, o mesmo ocorrendo com o Oxigênio Dissolvido na amostra coletada em 11/03/04. Nitrato e nitrito somente foram analisados nas duas primeiras amostras (19/02/04 e 26/02/04). Quanto aos coliformes totais e *E. coli*, somente passaram a ser analisados a partir da quinta amostra (17/03/04).

A seguir, apresentam-se de forma gráfica os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto do Hospital Universitário (Ponto C).

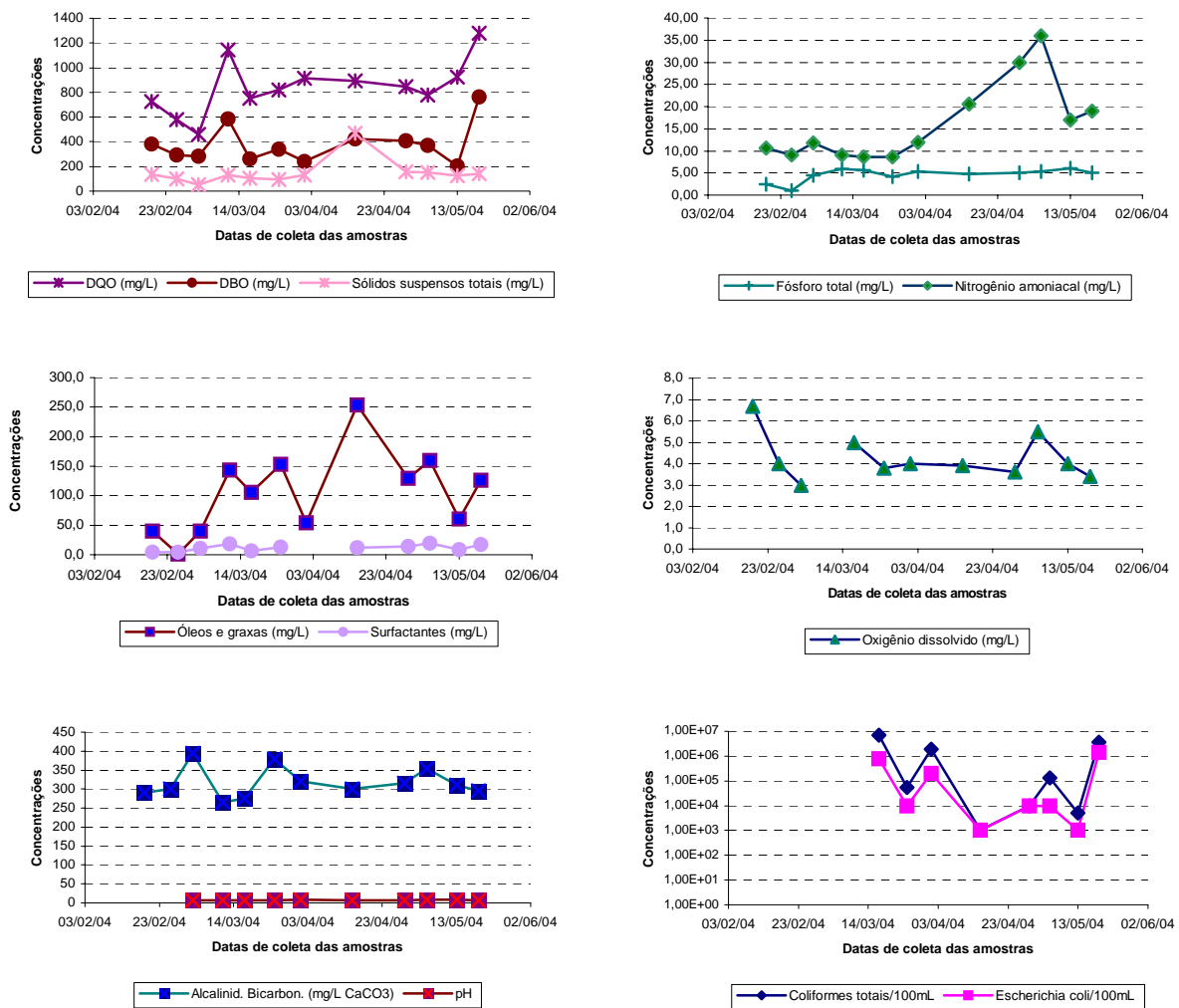


Figura 5.3 - Resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras do esgoto do Hospital Universitário (Ponto C).

## 5.3 Discussão dos Resultados

### 5.3.1 Avaliação geral

Os resultados são discutidos, de forma geral, no presente Item. No Item 5.3.2 é apresentada a análise estatística de comparação entre as amostras dos três pontos.

Na Tabela 5.8 são apresentados o resumo dos resultados das concentrações médias dos parâmetros pesquisados nas amostras nos três pontos.

**Tabela 5.8** - Valores das concentrações médias dos parâmetros analisados nos três pontos amostrados.

PONTOS	CONCENTRAÇÕES MÉDIAS		
	A (Santa Casa)	B (Esgoto bruto)	C (Hospital Universitário)
<b>PARÂMETROS/UNIDADES</b>			
Temperatura ambiente (°C)	24,3	25,4	27,1
Temperatura amostra (°C)	25,7	27,9	26,6
Alcalinid. Bicarbon. (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	342	273	317
DQO (mg/L)	554	1473	843
DBO (mg/L)	274	818	380
DQO/DBO	2,02	1,80	2,22
Fósforo total (mg/L)	6,00	8,98	4,61
Nitrato (mg/L)	1,1	2,8	2,2
Nitrito (mg/L)	0,064	0,050	0,044
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	13,9	27,3	16,0
Óleos e graxas (mg/L)	47,8	205,2	105,7
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,0	2,9	4,3
Ph	7,47	6,72	7,33
Sólidos suspensos totais (mg/L)	67	217	149
Surfactantes (mg/L)	9,41	11,65	11,66
Coliformes totais/100mL	9,48E+05	2,29E+06	1,08E+05
<i>Escherichia coli</i> /100mL	1,19E+05	9,13E+05	2,62E+04

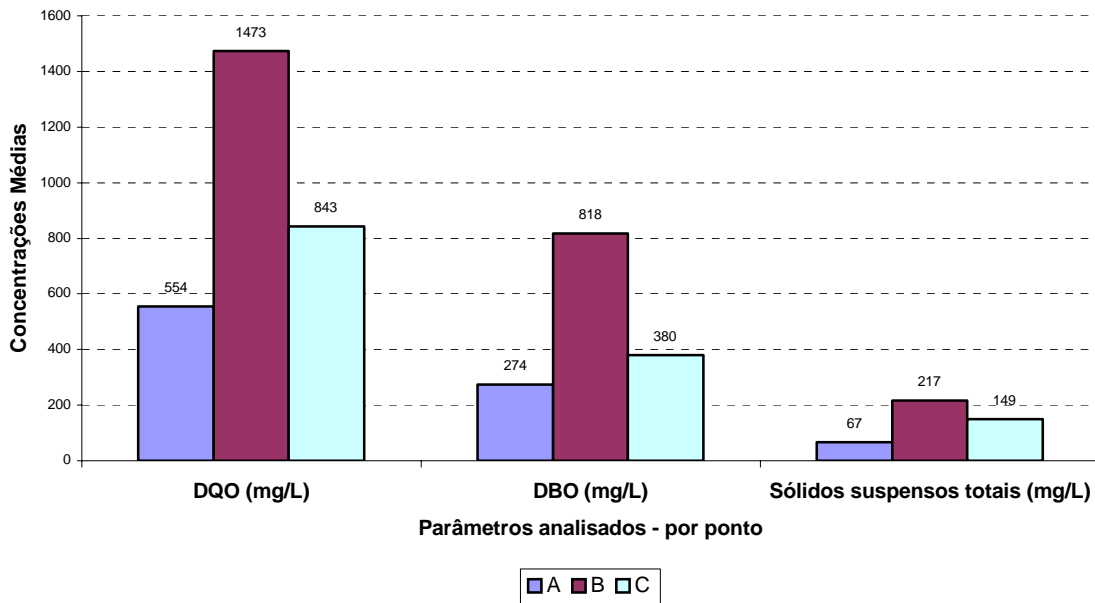
Nota: para Coliformes totais e *E. coli* foi considerada a média geométrica.

As Figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 e 5.10 representam graficamente a comparação dos resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos nos três pontos.

As concentrações médias de **DBO**, **DQO** e **SST** no esgoto urbano típico (ponto B) sem despejos de EAS foram superiores às concentrações nos dois hospitais (pontos A e C), como demonstrado na Figura 5.4. No entanto, as concentrações médias de DBO e DQO nos pontos A e C foram típicas daquelas de esgotos domésticos, de 350 mg/L e 700 mg/L, respectivamente (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996). Observa-se que as concentrações médias de DBO e DQO no esgoto do ponto B situam-se bem acima dos valores típicos de esgotos domésticos, em razão, provavelmente, da existência de restaurantes e bares na região desse ponto, que despejam suas águas servidas, ricas em matéria orgânica, na rede pública de esgotos onde foram coletadas as amostras.

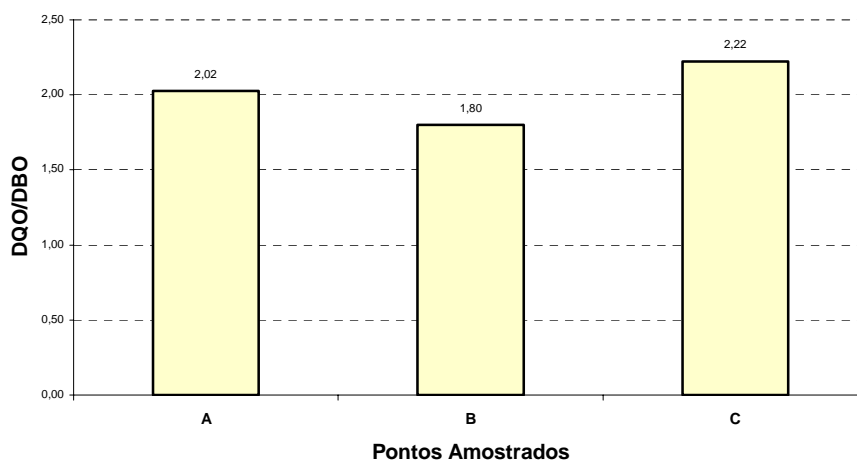
Quanto aos **sólidos suspensos totais**, sua concentração em esgotos domésticos varia entre 200 e 450 mg/L, sendo valores típicos aqueles da ordem de 400 mg/L (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996). Portanto, os três pontos apresentaram valores das concentrações médias próximos ao

intervalo de variação, à exceção do ponto A, onde a concentração média foi sensivelmente inferior.



**Figura 5.4** - Concentrações médias dos indicadores de matéria orgânica e dos sólidos suspensos totais.

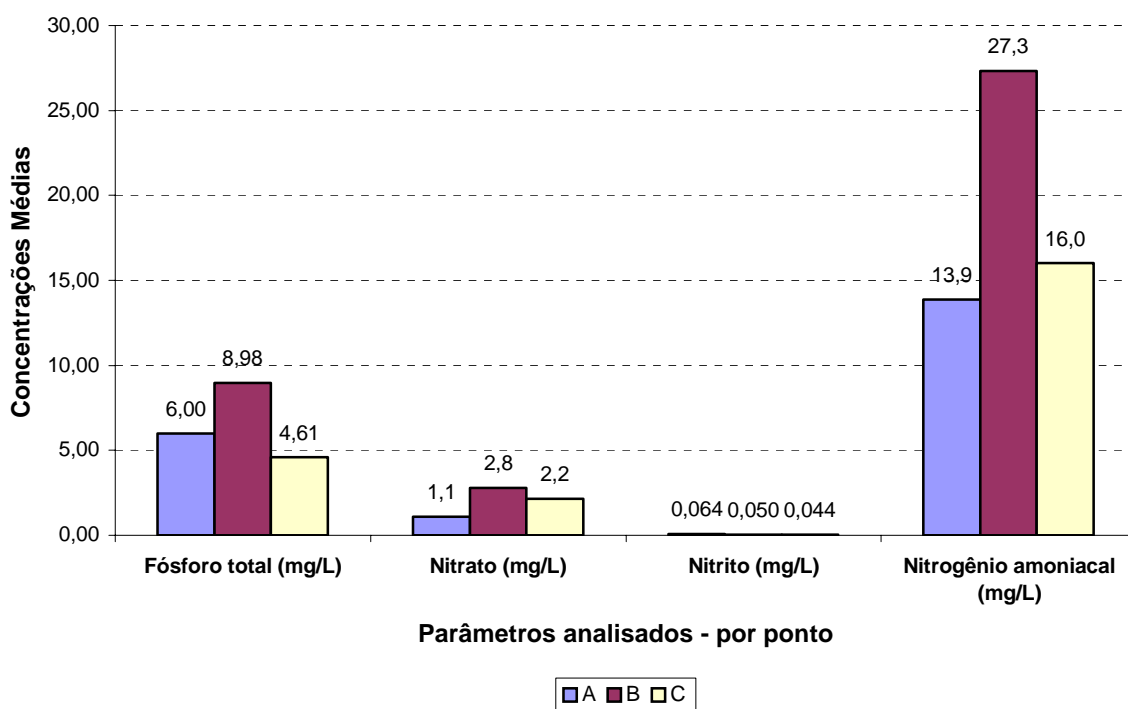
A razão **DQO/DBO** é um importante indicador da biodegradabilidade do despejo e, portanto, do tipo de tratamento a ser aplicado. Conforme pode ser visto na Figura 5.5, os valores nos três pontos situaram-se próximos de 2,0, indicando uma elevada fração biodegradável, o que sugere que o tratamento indicado para esses esgotos é o biológico (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996), considerando os parâmetros analisados.



**Figura 5.5** - Médias da razão DQO/DBO.

O **nitrogênio amoniacal**, como é comum em esgotos domésticos, apresentou maiores concentrações médias nos três pontos analisados. As concentrações de **nitrito** foram próximas a zero nos três pontos e as de **nitrito** também foram baixas nos três pontos. As concentrações médias de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, nos três pontos estão dentro das faixas normalmente encontradas em esgotos domésticos, que variam entre: (a) nitrogênio amoniacal: 20 a 40 mgNH<sub>3</sub>-N/L, com valor típico de 30 mgNH<sub>3</sub>-N/L; (b) nitrito: aproximadamente igual a zero; e (c) nitrato: 0 a 2 mgNO<sub>3</sub>-N/L, com valor típico próximo de 0 (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996).

As concentrações de fósforo estão próximas entre si nos três efluentes analisados, se situando dentro da variação das concentrações típicas para esgotos domésticos, que é de 5 a 15 mgP/L, com valor típico da ordem 14 mgP/L (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996). As concentrações dos nutrientes estão apresentadas na Figura 5.6.

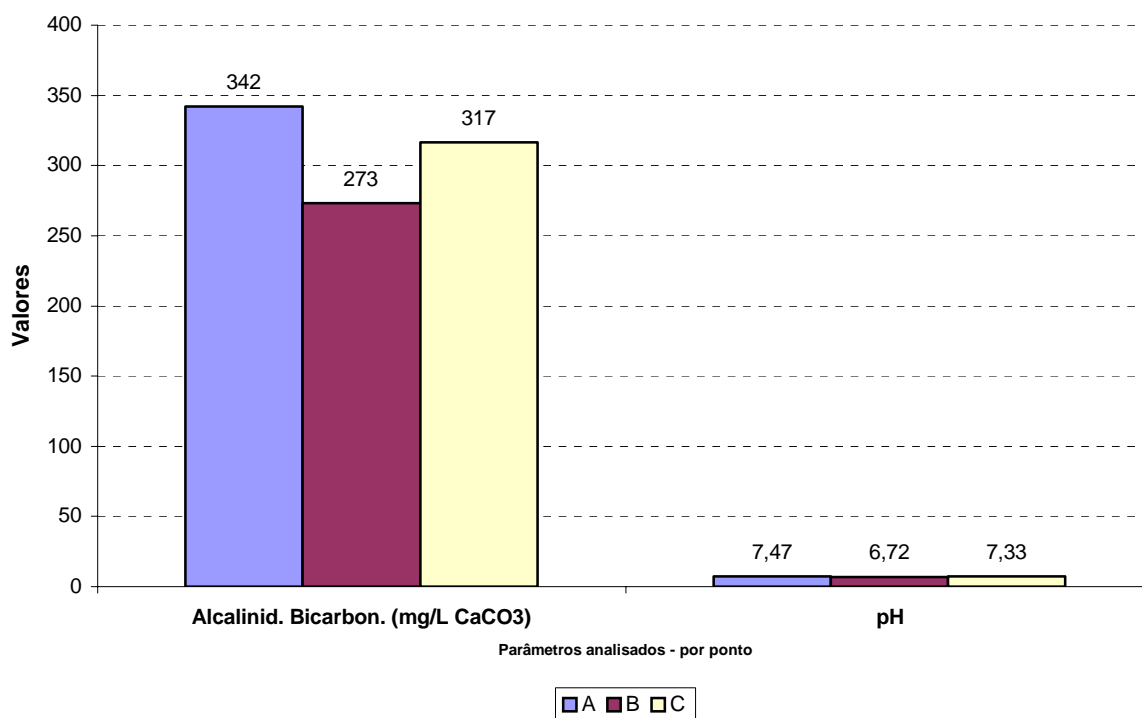


**Figura 5.6 -** Concentrações médias de nutrientes.

Os três pontos apresentaram médias de pH praticamente neutro, sendo que o ponto B apresentou média ligeiramente inferior a 7 e os outros dois pontos apresentaram médias pouco superiores a 7. Os valores individuais em cada amostra estiveram sempre próximos de 7, como pode ser visto nas Tabelas 5.5, 5.6 e 5.7. Nos pontos A e C, os valores individuais

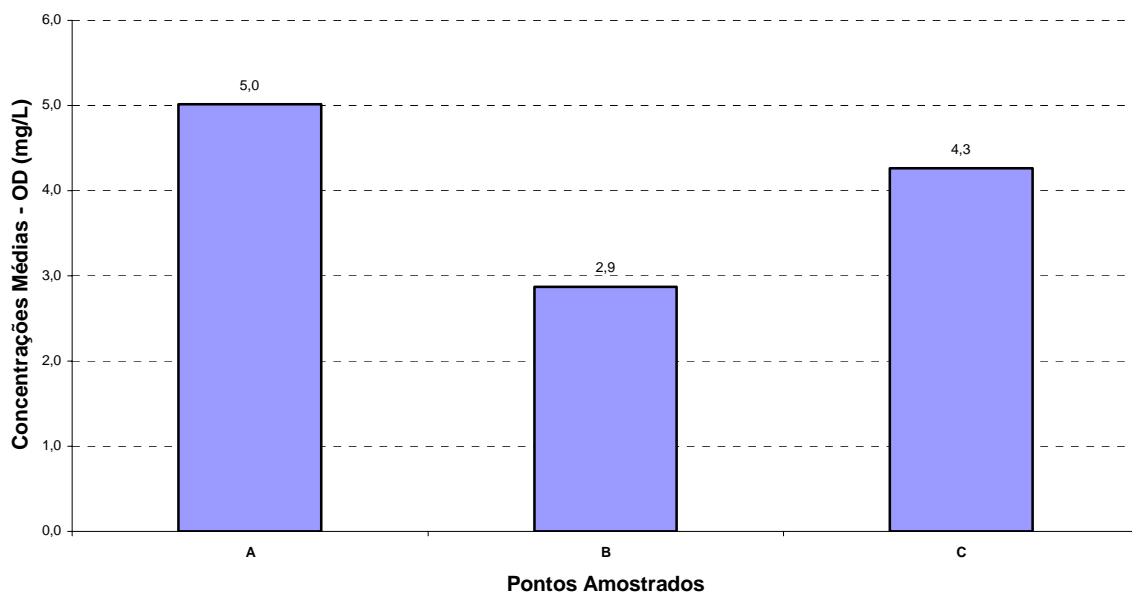
sugerem tendências às condições de basicidade nos respectivos efluentes, dado que algumas amostras apresentaram pH ligeiramente superior a 8.

Quanto à alcalinidade, os três pontos apresentaram valores superiores aos valores típicos de esgotos domésticos, cuja variação está entre 110 e 170 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , tendo como concentração típica 140 mg $\text{CaCO}_3$ /L (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996). Os valores de alcalinidade e do pH estão apresentados na Figura 5.7.



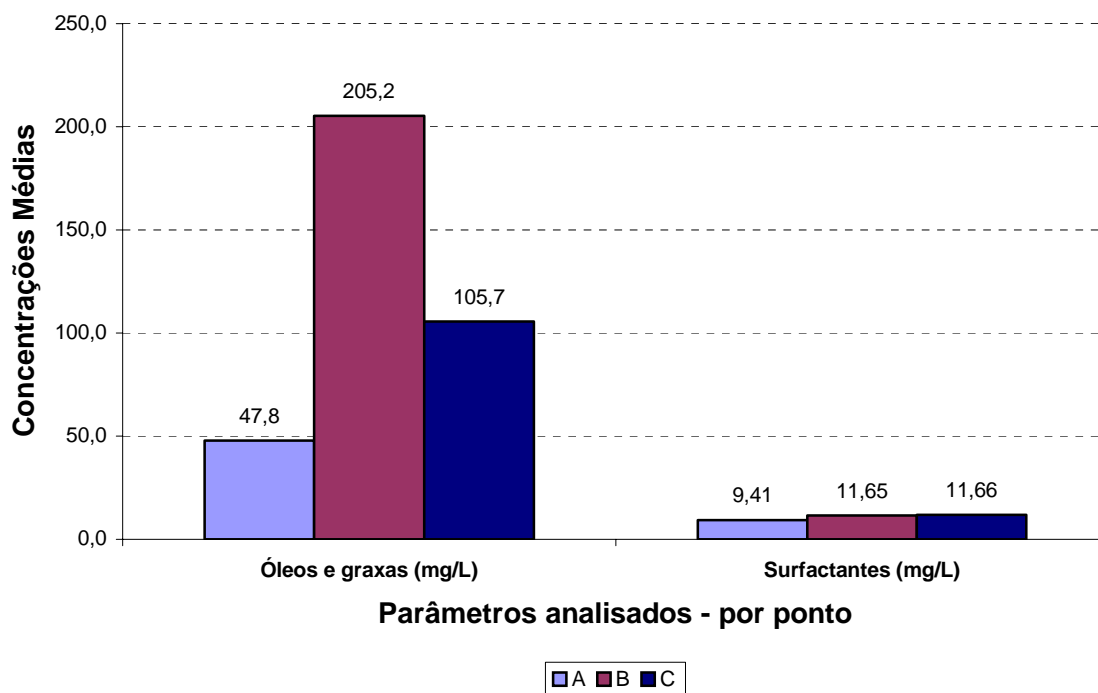
**Figura 5.7** - Resultados médios das análises de alcalinidade e pH.

Os teores de oxigênio dissolvido em esgotos brutos são normalmente muito baixos, próximos a zero (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996). Os valores encontrados nos três pontos são relativamente elevados para esgotos, como pode-se ver na Figura 5.8. Nas amostras dos hospitais esses valores médios foram superiores ao esgoto doméstico do ponto B, sugerindo a presença de uma menor carga de matéria orgânica nesses dois primeiros pontos, o que é coerente com as concentrações médias de matéria orgânica constatadas (ver Figura 5.4). Salienta-se que, nos três pontos, o esgoto é ainda bastante fresco, não tendo tempo para uma expressiva decomposição da matéria orgânica e conseqüente consumo de oxigênio.



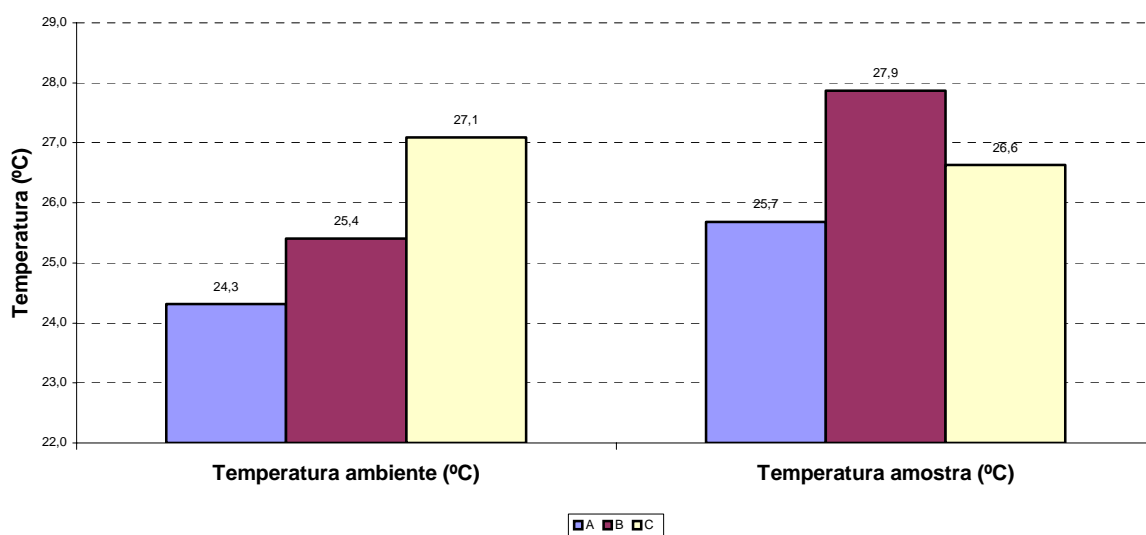
**Figura 5.8** - Concentrações médias de oxigênio dissolvido (OD) - mg/L.

Em esgotos domésticos, as concentrações de óleos e graxas encontram-se entre 55 e 170 mg/L, com valor típico de 110 mg/L (ARCEIVALA, 1981, PESSOA e JORDÃO, 1982, QASIM, 1985, METCALF & EDDY, 1991 *apud* SPERLING, 1996). Nos pontos amostrados as concentrações médias desses poluentes se encontram próximas aos valores típicos. Quanto aos surfactantes, os três pontos apresentaram concentrações próximas entre si. As concentrações desses parâmetros estão apresentadas na Figura 5.9.



**Figura 5.9** - Concentrações médias de óleos e graxas e surfactantes.

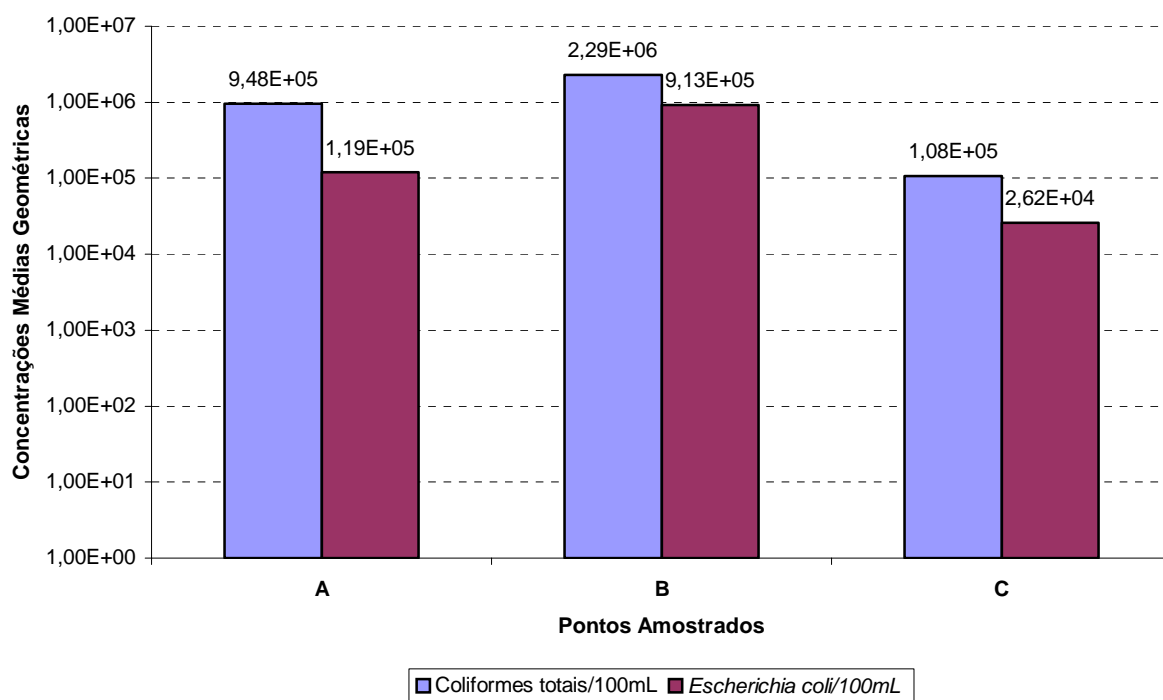
As temperaturas médias das amostras encontram-se ligeiramente superiores às temperaturas médias do ambiente, à exceção do ponto C, onde a temperatura média da amostra foi inferior, como apresentado na Figura 5.10.



**Figura 5.10** - Valores médios das temperaturas.

Com relação às análises bacteriológicas, a Figura 5.11 representa as suas concentrações médias obtidas nos três pontos amostrados. Consta-se que as concentrações médias desses organismos no esgoto doméstico típico (ponto B) é maior do que a dos esgotos dos hospitais (pontos A e C), o que se deve, provavelmente, ao elevado uso de produtos químicos de

limpeza nos hospitais que são lançados na rede de esgoto, juntamente com suas águas servidas.

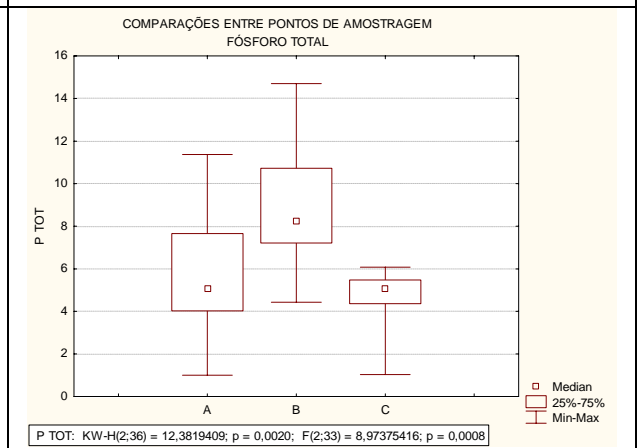
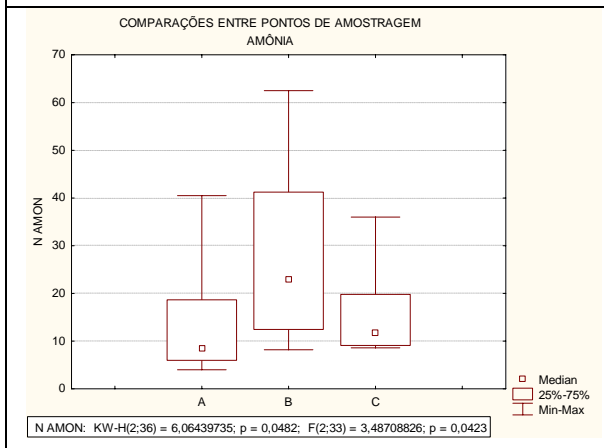
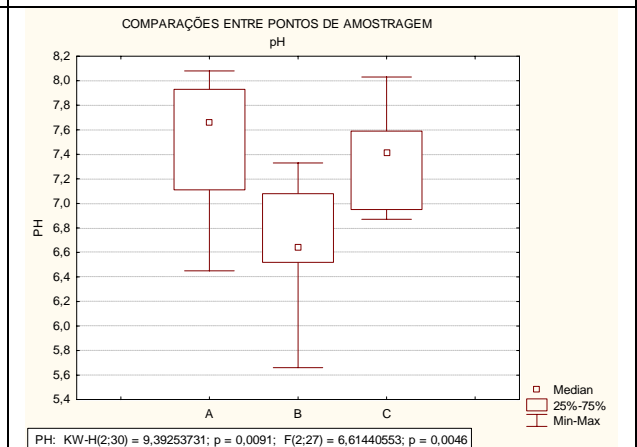
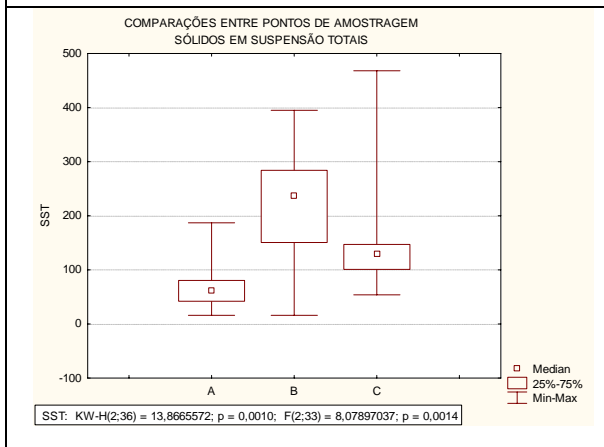
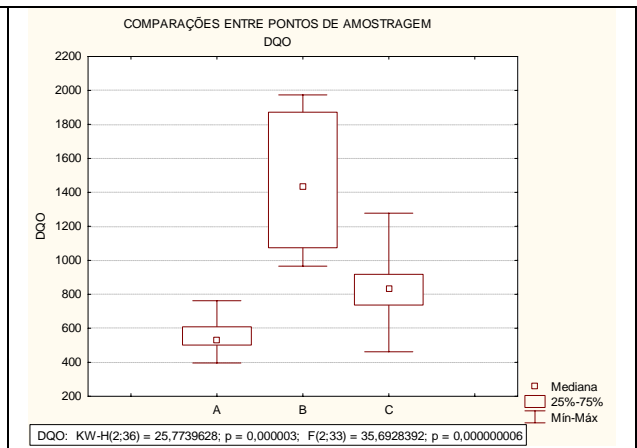
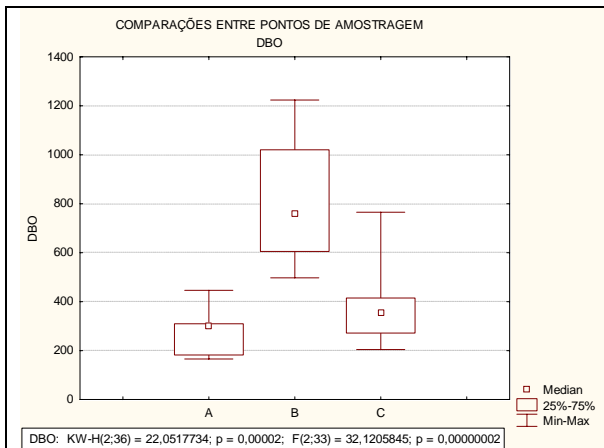


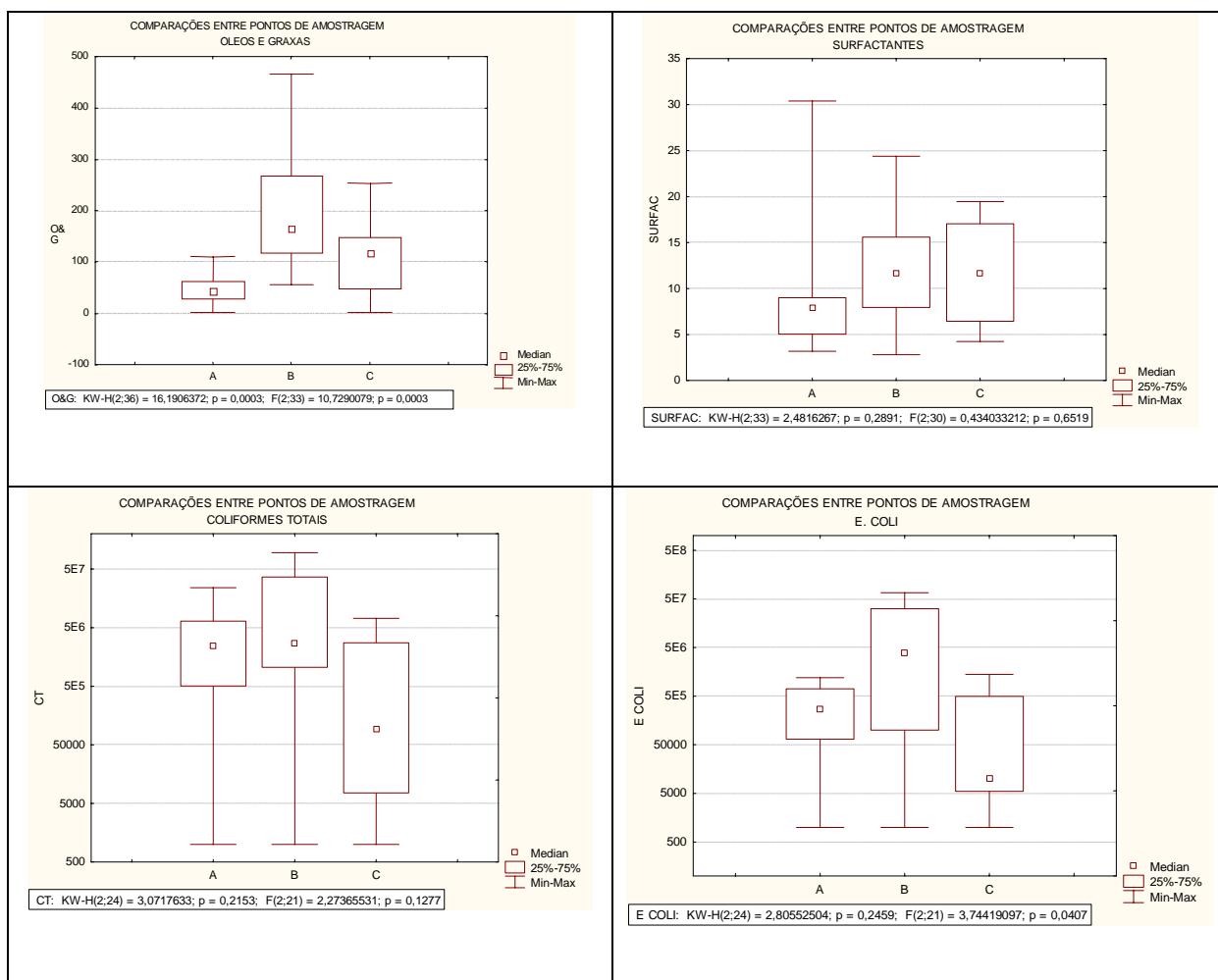
**Figura 5.11** - Concentrações médias - coliformes totais e *Escherichia coli*/100mL (médias geométricas).

### 5.3.2 Análise estatística de comparação entre os três pontos de amostragem

A análise estatística de comparação entre os três pontos de amostragem foi desenvolvida através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (KW) e do teste paramétrico F da Análise da Variância (ANOVA).

Os resultados dos testes, apresentados nos gráficos Box-plot da Figura 5.12, demonstram que em um nível de significância de 5 % ( $p < 0,05$ ), para a maioria dos parâmetros, as amostras dos três pontos analisados foram significativamente diferentes entre si, à exceção das amostras de surfactantes, de coliformes totais e de *E. coli*, essa última para o teste de KW.





**Figura 5.12** - Gráficos box-plot das concentrações dos parâmetros investigados, separados pelo ponto de amostragem, apresentando ainda os resultados dos testes de Kruskal-Wallis e da ANOVA.

Adotando-se a análise por comparações múltiplas nos testes de KW e a análise pelo método de Tukey nos testes de ANOVA, cujos resultados estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 5.9 e 5.10, pôde-se detectar quais amostras são significativamente diferentes entre si, em um nível de significância de 5 % ( $p < 5$ ).

Para a **DQO**, o teste de comparações múltiplas revelou que as amostras dos esgotos dos hospitais (pontos A e C) não são significativamente diferentes entre si, ao passo que, comparando-se ambas, individualmente, com o esgoto doméstico (ponto B), verifica-se que nos dois casos, são significativamente diferentes entre si. Nota-se, no entanto, que a razão dessa diferença é o fato de que a DQO no esgoto do ponto B apresentou concentrações bem mais elevadas que nos hospitais (pontos A e C). Já, com relação ao teste de Tukey, as três amostras se comportaram como sendo significativamente diferentes entre si.

Quanto à **DBO**, em ambos os testes as amostras dos pontos A e C não foram diferentes entre si, sendo significativamente diferentes entre si, quando comparadas com o esgoto do ponto B

(doméstico). Também para a DBO os valores encontrados das concentrações das amostras do ponto B foram bem superiores aos outros dois pontos.

Para as amostras de **sólidos suspensos totais**, no teste de comparações múltiplas os pontos A e C foram significativamente diferentes entre si, o mesmo ocorrendo com os pontos A e B. Os pontos C e B não foram significativamente diferentes entre si. No teste de Tukey, os pontos A e C, bem como B e C, não foram diferentes. Já os pontos B e A foram significativamente diferentes entre si. As concentrações médias desse parâmetro mostram que, de fato, os valores encontrados para o ponto A (67 mg/L) foram bastante inferiores àqueles encontrados para o ponto B (217 mg/L).

As amostras de **pH** comportaram-se de forma idêntica nos dois testes. As amostras dos pontos A e C não foram diferentes entre si, sendo significativamente diferentes, quando comparadas, individualmente, com o ponto B.

As amostras de **nitrogênio amoniacal** também se comportaram de forma idêntica nos dois testes, sendo que para as amostras dos pontos A e C, bem como dos pontos B e C, elas não foram diferentes entre si. Nos pontos A e B elas foram significativamente diferentes entre si. As concentrações médias apresentadas na Tabela 5.8 apontam que os valores das concentrações no ponto B (27,3 mg/L) foram quase que o dobro dos valores encontrados no ponto A (13,9 mg/L).

As amostras de **fósforo total** também se comportaram de forma idêntica nos dois testes, sendo que as amostras dos pontos A e C não foram diferentes entre si. As amostras dos pontos A e B, bem como dos pontos B e C, foram significativamente diferentes entre si. Os valores das concentrações encontrados (Tabela 5.8) refletem esses resultados estatísticos, visto que no ponto B a concentração (8,98 mg/L) foi bastante superior às dos pontos A (6,00 mg/L) e C (4,61 mg/L).

No teste de comparações múltiplas as amostras de **óleos e graxas** não foram diferentes entre si nos pontos B e C e nos pontos A e C. Nos pontos A e B elas foram significativamente diferentes entre si. No teste de Tukey as amostras dos pontos A e C não foram diferentes entre si. Já, quanto às amostras nos pontos A e B e nos pontos B e C, elas foram significativamente diferentes entre si, o que corresponde aos valores médios das concentrações encontrados (47,8 mg/L, 205,2 mg/L e 105,7, para os pontos A, B e C, respectivamente).

Para as amostras de **surfactantes**, **coliformes totais** e *E. coli*, nos dois testes elas se comportaram de forma idêntica. Quando comparadas as amostras dos 3 pontos, A com B, A com C e B com C, elas não foram significativamente diferentes entre si, revelando a similaridade dos efluentes nos três efluentes, com relação a esses parâmetros.

**Tabela 5.9** - Valores de p resultantes do Teste de Comparações Múltiplas de Kruskal-Wallis. Comparação entre amostras dos pontos A, B e C.

Parâmetro	Ponto	A	B	C
DQO	A		0,000001	0,071998
	B	0,000001		0,014894
	C	0,071998	0,014894	
DBO	A		0,000016	0,592808
	B	0,000016		0,003288
	C	0,592808	0,003288	
SST	A		0,000810	0,038362
	B	0,000810		0,746991
	C	0,038362	0,746991	
Ph	A		0,013873	1,000000
	B	0,013873		0,045836
	C	1,000000	0,045836	
Amônia	A		0,041614	0,723394
	B	0,041614		0,592808
	C	0,723394	0,592808	
Fósforo total	A		0,036321	1,000000
	B	0,036321		0,002093
	C	1,000000	0,002093	
Óleos e graxas	A		0,000174	0,169019
	B	0,000174		0,104103
	C	0,169019	0,104103	
Surfactantes	A		0,701397	0,410026
	B	0,701397		1,000000
	C	0,410026	1,000000	
Coliformes totais	A		1,000000	0,667669
	B	1,000000		0,269058
	C	0,667669	0,269058	
<i>E. coli</i>	A		1,000000	1,000000
	B	1,000000		0,289718
	C	1,000000	0,289718	

Nota: valores inferiores a 0,05 (marcados em vermelho): as amostras são significativamente diferentes em um nível de significância de 5%.

**Tabela 5.10** - Valores de p resultantes do Teste de Tukey (Análise da Variância).  
Comparação entre amostras dos pontos A, B e C.

Parâmetro	Ponto	A	B	C
DQO	A		0,000126	0,036179
	B	0,000126		0,000132
	C	0,036179	0,000132	
DBO	A		0,000126	0,318620
	B	0,000126		0,000128
	C	0,318620	0,000128	
SST	A		0,001028	0,084607
	B	0,001028		0,183934
	C	0,084607	0,183934	
pH	A		0,005505	0,789061
	B	0,005505		0,026460
	C	0,789061	0,026460	
Amônia	A		0,049562	0,918069
	B	0,049562		0,113151
	C	0,918069	0,113151	
Fósforo total	A		0,021215	0,394197
	B	0,021215		0,000733
	C	0,394197	0,000733	
Óleos e graxas	A		0,000294	0,226351
	B	0,000294		0,017937
	C	0,226351	0,017937	
Surfactantes	A		0,703195	0,700406
	B	0,703195		0,999990
	C	0,700406	0,999990	
Coliformes totais	A		0,253451	0,928608
	B	0,253451		0,136297
	C	0,928608	0,136297	
<i>E. coli</i>	A		0,068970	0,999886
	B	0,068970		0,066892
	C	0,999886	0,066892	

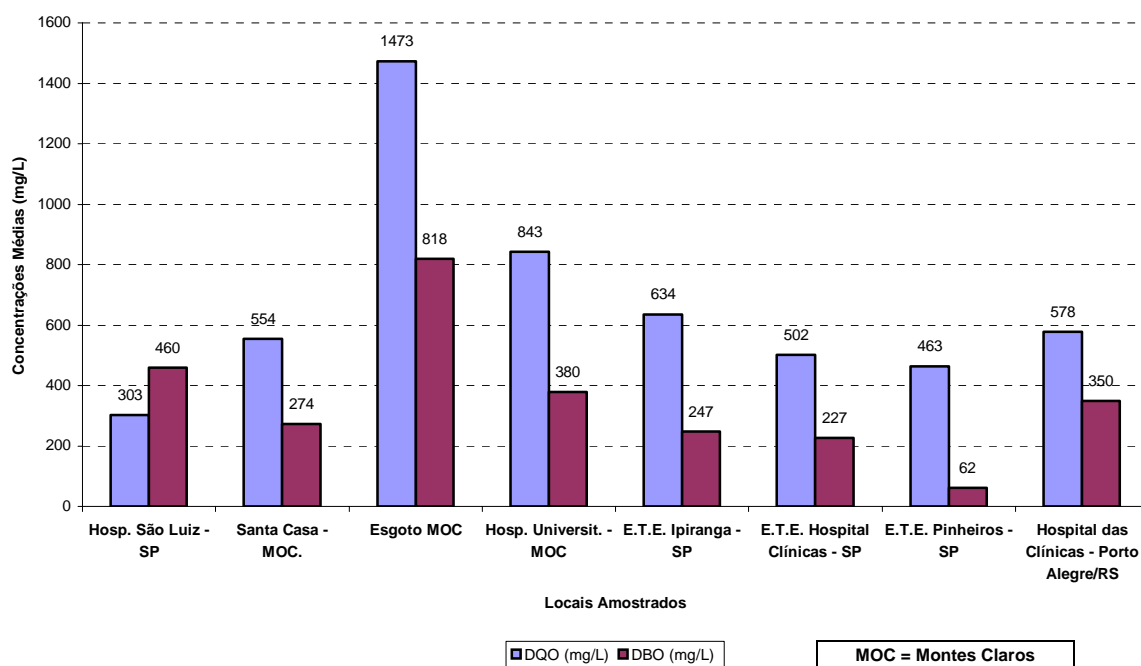
Nota: valores inferiores a 0,05 (marcados em vermelho): as amostras são significativamente diferentes em um nível de significância de 5%.

### 5.3.3 Comparação dos Valores Analisados com os Valores Encontrados na Pesquisa Bibliográfica do Capítulo 3

Apresenta-se aqui um comparativo entre os valores de alguns parâmetros pesquisados no Brasil e em outros países com os valores encontrados nas avaliações dos esgotos dos pontos A (Santa Casa de Montes Claros), B (esgoto municipal de Montes Claros) e C (Hospital Universitário Clemente de Faria).

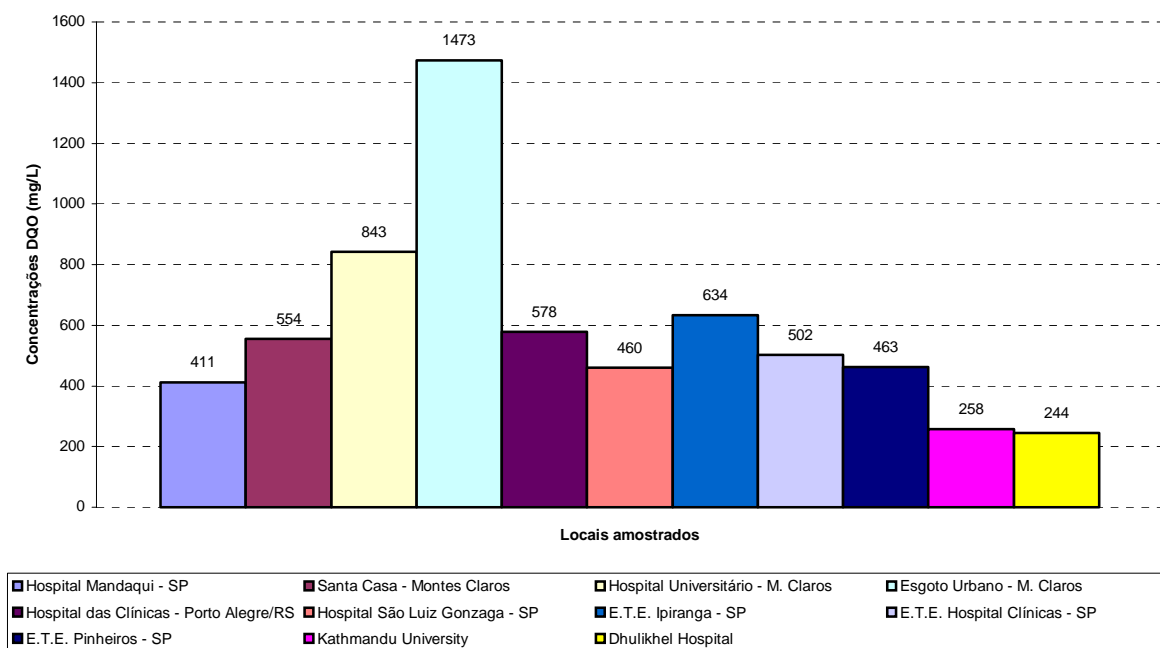
A Figura 5.13 apresenta um comparativo dos indicadores de matéria orgânica em esgotos afluentes de três estações de tratamento de esgotos em São Paulo, sendo uma de um hospital, dos três pontos amostrados em Montes Claros e de outros dois hospitais, um em Porto Alegre e outro em São Paulo. A maior DQO constatada em todos os pontos relacionados foi no esgoto municipal de Montes Claros (ponto B). Os demais pontos apresentaram valores de DQO relativamente próximos entre si, à exceção do Hospital São Luiz Gonzaga, que apresentou valores bem abaixo.

Quanto à DBO, a maior concentração dentre os pontos relacionados foi encontrada no esgoto doméstico de Montes Claros. As concentrações dos demais pontos relacionados apresentaram valores variados, no entanto, situados próximos aos valores típicos para esgotos domésticos, exceto o afluente da ETE Pinheiros em São Paulo, que apresentou valor bastante inferior aos valores típicos.



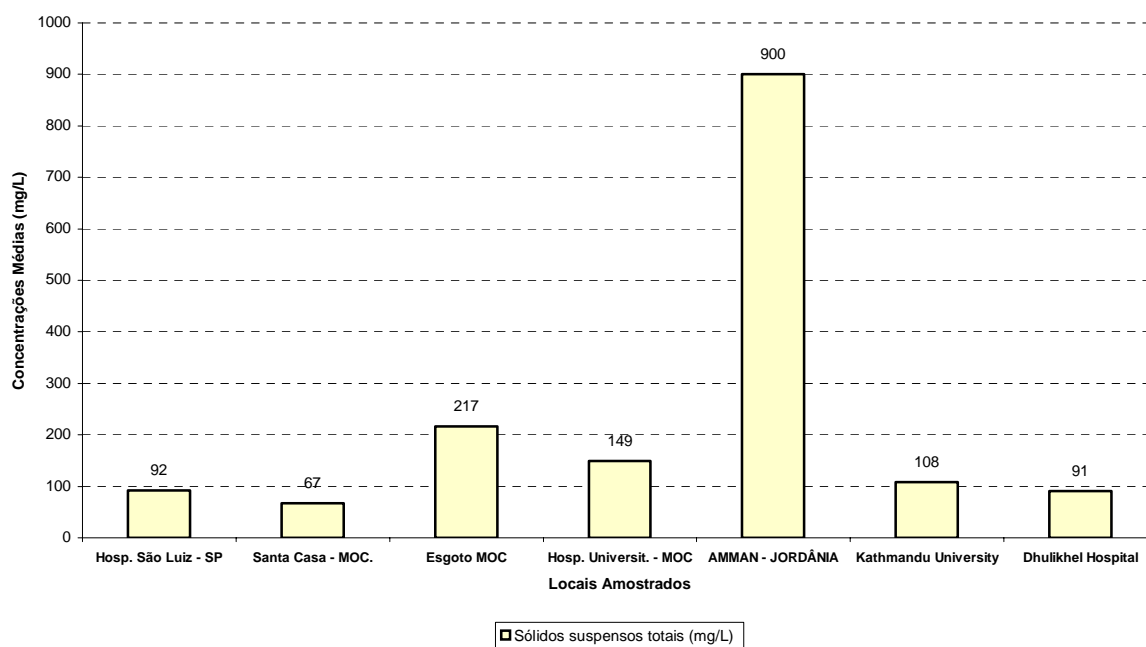
**Figura 5.13** - Comparativo das concentrações de indicadores de matéria orgânica.

Analisando-se isoladamente a DQO nos pontos relacionados na Figura 5.13 e incluindo o efluente de um hospital e de uma universidade no Nepal e o Hospital Mandaqui em São Paulo, como apresentado na Figura 5.14, constata-se que a concentração do esgoto municipal de Montes Claros permanece sendo a mais elevada, seguida pelo Hospital Universitário. Constata-se, também, que as concentrações dos afluentes das estações de tratamento de esgotos consideradas estão próximas às dos efluentes dos hospitais.



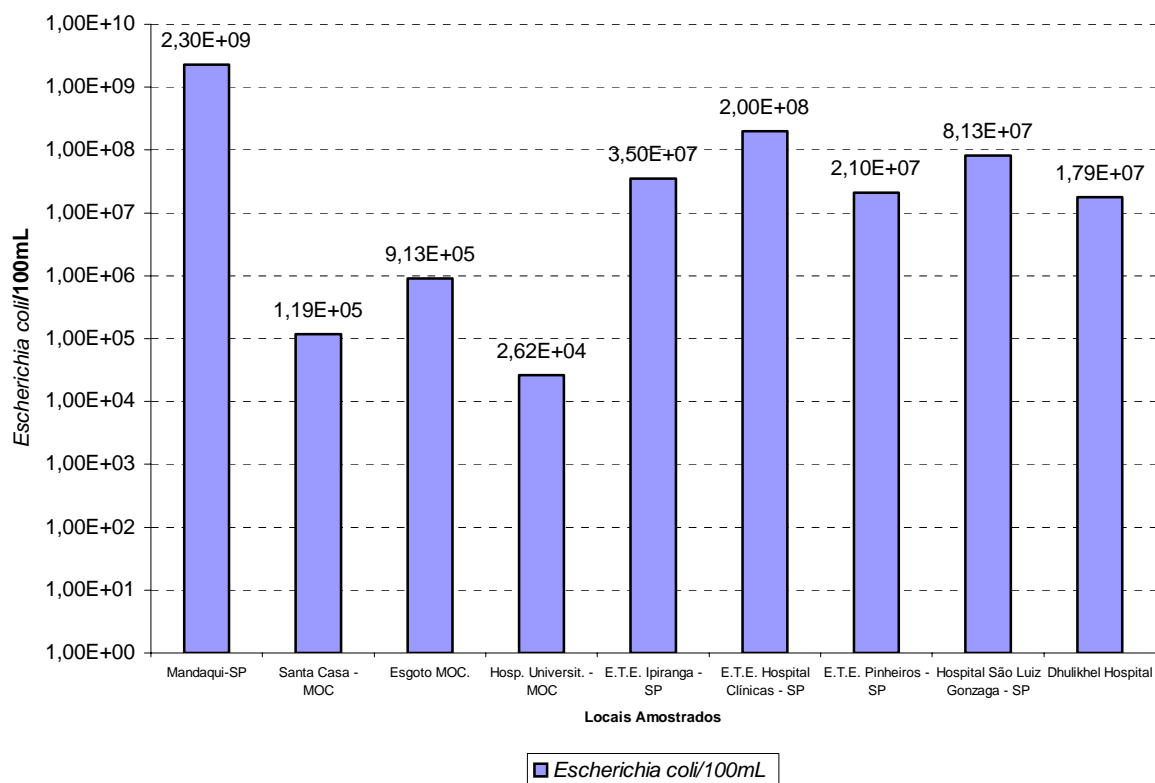
**Figura 5.14 - Comparativo das concentrações de DQO.**

Os sólidos suspensos totais nos pontos considerados na Figura 5.15 apresentaram concentrações mais elevadas nos esgotos de Amman na Jordânia e no esgoto doméstico de Montes Claros (ponto B).



**Figura 5.15 - Comparativo das concentrações de sólidos suspensos totais - SST (mg/L).**

As concentrações de *Escherichia coli* nos pontos considerados na Figura 5.16 demonstram que na maioria dos hospitais pesquisados as concentrações desse parâmetro se apresentaram mais elevadas que no esgoto bruto de Montes Claros.



**Figura 5.16** - Comparativo das concentrações de *Escherichia coli*/100 mL.

### 5.3.4 Considerações Sobre a Diluição dos Esgotos

O esquema de amostras adotado tem como objetivo tornar o mais ampla possível a abrangência da caracterização dos esgotos dos estabelecimentos assistenciais de saúde, o que pode ser alcançado através da criação de cenários hipotéticos, com diferentes combinações acerca da diluição do esgoto hospitalar no esgoto total, considerando como concentrações típicas dos parâmetros estudados os valores encontrados nos pontos amostrados.

O objetivo principal do presente trabalho foi avaliar a necessidade ou não do tratamento do esgoto do estabelecimento assistencial de saúde antes do seu lançamento na rede pública de coleta e esse objetivo está intimamente relacionado com a diluição dos esgotos quando do seu lançamento na rede pública.

Dessa forma, poder-se-ão criar hipóteses relativas à razão de diluição, com diversos cenários, variando a relação da vazão do esgoto total com a vazão do esgoto hospitalar, cujos resultados estarão associados à equação 5.1, da mistura:

$$C_{total} = \frac{C_{dom} \times Q_{dom} + C_{EAS} \times Q_{EAS}}{Q_{dom} + Q_{EAS}} \quad (5.1)$$

na qual:

$C_{total}$  = concentração dos esgotos urbanos incluindo os despejos de EAS;

$C_{dom}$  = concentração dos esgotos urbanos, sem os despejos de EAS;

$C_{EAS}$  = concentração dos esgotos dos EAS's;

$Q_{dom}$  = vazão dos esgotos domésticos, sem os despejos dos EAS's;

$Q_{EAS}$  = vazão dos esgotos dos EAS's.

A variação da relação entre a vazão dos esgotos domésticos sem os despejos dos estabelecimentos assistenciais de saúde e a vazão dos esgotos dos estabelecimentos assistenciais de saúde determinará as diversas combinações dos cenários hipotéticos que definirão a importância relativa dos parâmetros estudados, quanto às suas concentrações nos dois esgotos (urbano sem EAS e dos EAS's), individualmente, bem como no esgoto total.

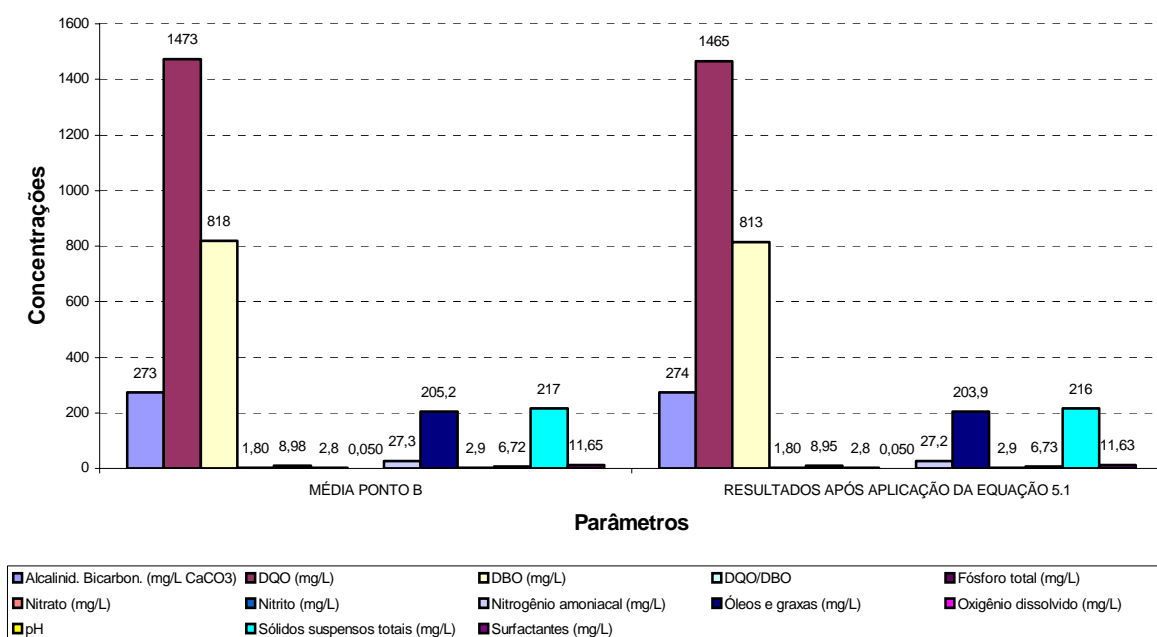
Assim, em um cenário onde a razão de diluição seja, por exemplo, de 10:1 (doméstico : EAS), a carga dos dejetos hospitalares terá uma importância bem distinta daquela que teria em uma outra razão de diluição como, por exemplo, de 100:1 ou 1000:1. Desta feita, de posse das concentrações típicas, fornecidas pelos pontos amostrados, podem-se obter resultados acerca das diversas combinações de cenários, onde a diluição seja o fator principal.

Tomando-se como exemplo as médias das concentrações dos parâmetros pesquisados nas amostras do esgoto doméstico e dos esgotos dos dois hospitais, considerando-se uma diluição de 100:1 e aplicando-se a equação da diluição (5.1), obtém-se os valores apresentados na Tabela 5.11 e ilustrados graficamente nas Figuras 5.17 e 5.18. Esse fator de diluição da vazão teve como base a vazão média de distribuição de água no município de Montes Claros, de 800 L/s e o volume médio mensal consumido em m<sup>3</sup>, que é igual a 760.000, conforme dados da COPASA MG. O volume de água consumido pela Santa Casa é de 7.000 m<sup>3</sup>, conforme informações do próprio hospital, num percentual aproximado de 108:1 (volume de água consumido pelo município : volume de água consumido pela Santa Casa). Transpôs-se, então, essa proporção, por analogia, para a vazão e considerou-se o percentual, arredondado, de 100:1.

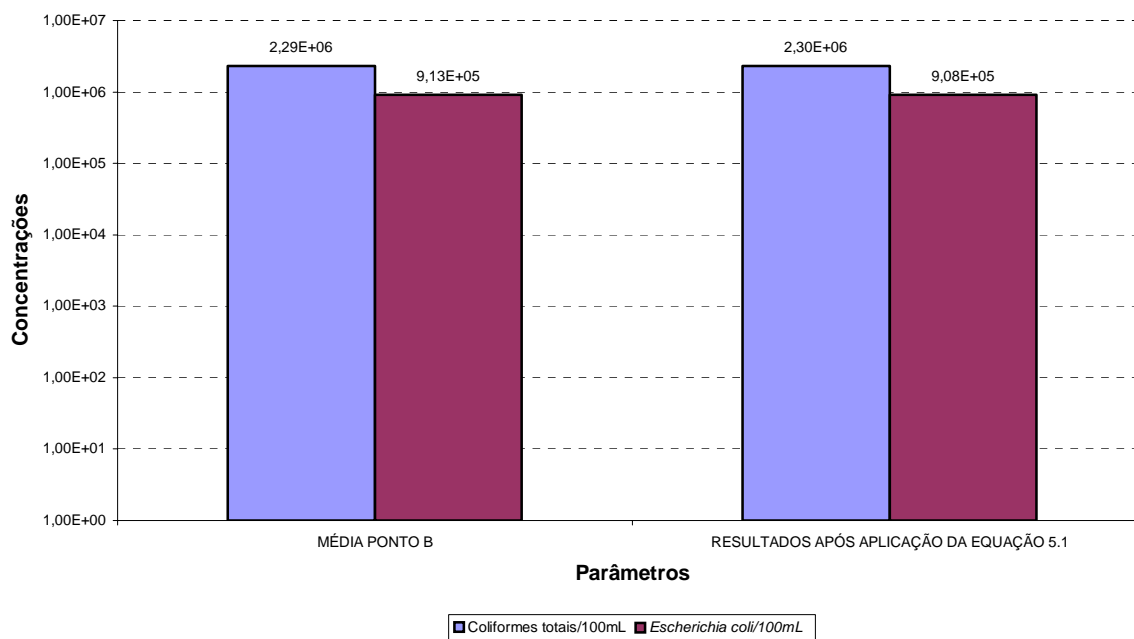
**Tabela 5.11 - Comparação das concentrações médias dos parâmetros avaliados após a aplicação da equação de diluição (Equação 5.1) para uma razão de diluição de 100:1.**

PARÂMETROS/UNIDADES	MÉDIA DO PONTO B	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DOS DOIS HOSPITAIS	RESULTADO DA EQUAÇÃO (5.1)	DIFERENÇA	DIFERENÇA (%)
Temperatura ambiente (°C)	25,4	25,70	25,41	0,00	0,01
Temperatura amostra (°C)	27,9	26,16	27,85	-0,02	-0,06
Alcalinid. Bicarbon. (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	273	329	274	1	0,20
DQO (mg/L)	1473	699	1465	-8	-0,52
DBO (mg/L)	818	327	813	-5	-0,59
DQO/DBO	1,80	2,12	1,80	0,00	0,18
Fósforo total (mg/L)	8,98	5,31	8,95	-0,04	-0,41
Nitrato (mg/L)	2,8	1,6	2,8	0,0	-0,42
Nitrito (mg/L)	0,050	0,054	0,050	0,000	0,07
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	27,3	14,9	27,2	-0,1	-0,45
Óleos e graxas (mg/L)	205,2	76,7	203,9	-1,3	-0,62
Oxigênio dissolvido (mg/L)	2,9	4,6	2,9	0,0	0,61
pH	6,72	7,40	6,73	0,01	0,10
Sólidos suspensos totais (mg/L)	217	108	216	-1	-0,50
Surfactantes (mg/L)	11,65	10,54	11,63	-0,01	-0,09
Coliformes totais/100mL	2,29E+06	3,48E+06	2,30E+06	1,18E+04	0,52
<i>Escherichia coli</i> /100mL	9,13E+05	3,58E+05	9,08E+05	-5,50E+03	-0,60

Nota: para Coliformes totais e *E. coli* foi considerada a média geométrica.



**Figura 5.17 - Comparação das concentrações médias dos parâmetros físico-químicos avaliados após a aplicação da equação de diluição (Equação 5.1).**



**Figura 5.18** - Comparação das concentrações médias (geométricas) dos parâmetros bacteriológicos avaliados após a aplicação da equação de diluição (Equação 5.1).

Portanto, em decorrência da elevada diluição dos esgotos lançados pelo hospital no esgoto doméstico típico, as concentrações dos parâmetros ali presentes representam pouca, ou quase nenhuma, importância significativa na concentração final, como demonstram os números apontados.

Essa diluição afetará, da mesma forma, tanto os parâmetros físico-químicos quanto os parâmetros microbiológicos. A razão de diluição aqui proposta pode ser aplicada em qualquer situação hipotética ou real, não só no município de Montes Claros, como em qualquer outro município.

## 6 CONCLUSÕES

O objetivo geral da presente pesquisa foi avaliar a necessidade ou não do tratamento dos despejos provenientes das águas servidas de estabelecimentos assistenciais de saúde, antes do seu lançamento na rede pública de coleta, tendo esse tratamento ou não. Os resultados apontados indicam que alguns parâmetros apresentam concentrações superiores nos esgotos domésticos comparando-se com o esgoto hospitalar.

A análise estatística das amostras também revelou esse aspecto. Pelos testes das comparações múltiplas e de Tukey alguns parâmetros amostrados foram significativamente diferentes entre si, tais como: DQO, DBO, SST (para os pontos A - Santa Casa - e B - esgoto doméstico), pH, amônia (para os pontos A - Santa Casa - e B - esgoto doméstico), fósforo e óleos e graxas (pelo teste das comparações múltiplas os pontos A e B e, pelo teste de Tukey, os pontos A e B, e C e B). Verificou-se, ainda, que desses parâmetros que foram significativamente diferentes entre os esgotos domésticos e os esgotos hospitalares, apenas o pH teve valores médios inferiores aos dos esgotos hospitalares. Nos demais, as concentrações médias dos parâmetros relacionados foram superiores nos esgotos domésticos.

Quanto aos parâmetros amostrados que não foram significativamente diferentes entre si, através dos testes das comparações múltiplas e de Tukey, tem-se: SST (nos pontos C - Hospital Universitário - e B - esgoto doméstico), amônia (nos pontos C e B), óleos e graxas (somente pelo teste das comparações múltiplas, nos pontos C e B), surfactantes (nos pontos B e C, e B e A), coliformes totais (nos pontos B e C, e B e A) e *E. coli* (nos pontos B e C, e B e A).

A princípio, com base nos dados obtidos segundo os parâmetros analisados e nas pesquisas bibliográficas, com relação aos parâmetros aqui relacionados, em função da similaridade das características físicas, químicas e bacteriológicas entre os esgotos hospitalares e os esgotos domésticos típicos ou das maiores concentrações dos parâmetros analisados nos esgotos domésticos, do ponto de vista técnico e científico não se revelou a necessidade de tratamento do esgoto hospitalar antes do seu lançamento na rede pública. Outro aspecto adicional a ser considerado trata-se da elevada diluição que sofrem os esgotos hospitalares ao serem lançados na rede pública de coleta.

Por outro lado, caso o lançamento do esgoto hospitalar ocorra diretamente em corpos receptores (rios, lagos, etc.), dadas as suas características físicas, químicas e bacteriológicas, similares aos esgotos domésticos, esse tratamento é indispensável.

Com relação aos parâmetros microbiológicos, a não necessidade do tratamento do esgoto hospitalar antes do seu lançamento na rede pública de coleta deve ser considerada com cuidados especiais, visto que a presente pesquisa não avaliou as concentrações de microorganismos patogênicos representativos, ainda que tenha considerado o fator diluição, de importante influência na concentração desses parâmetros, quando do lançamento do esgoto.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Os estudos acerca das características dos esgotos hospitalares ainda são incipientes no Brasil e com poucas referências internacionais. Sendo assim, a necessidade de conhecimento aprofundado na questão, dadas as peculiaridades inerentes desses esgotos, se faz necessária, à medida que a sociedade e os governos aumentam a preocupação com as questões sanitárias e ambientais, com a conseqüente melhoria da qualidade de vida da população.

A definição de parâmetros específicos para regulamentar oficialmente o lançamento desses esgotos na rede pública e em corpos receptores é outra necessidade patente, já que existem legislações que obrigam o tratamento, sem, no entanto, delimitar limites de lançamento, ou mesmo definir os parâmetros a serem analisados.

Além disso, os estudos da influência das concentrações dos microorganismos patogênicos presentes nos esgotos hospitalares, quando do seu lançamento na rede coletora do esgoto doméstico, devem ser implementados, para que se possa conhecer, de fato, os seus limites e apontar as melhores formas de tratamento e controle, quando necessário.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-SALEM, S.S. Evaluation of the Al Samra Waste Stabilization Pond System and its Suitability for Unrestricted Irrigation. Paper prepared for the Land and Water Development Division, FAO, Rome, 1987 *apud* PESCOD, M.B. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO irrigation and drainage paper 47. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1992. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T0551E/t0551e02.htm>>. Acesso em 20 out. 2004.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th. ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 1998.
- ANON. *Use of Reclaimed Water and Sludge in Food Crop Production*. Washington, DC: National Academy Press, 1996 *apud* HAMLIN-HARRIS, D. Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.
- ANON, *Using reclaimed water to augment potable water resources*. Denver, CO, USA: Water Environment Federation, American Water Works Association, 1998 *apud* HAMLIN-HARRIS, D. Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.
- ARCEIVALA, S.J. Wastewater treatment and disposal. Engineering and ecology in pollution control. New York, Marcel Dekker. 892 p., 1981 *apud* SPERLING, M. v. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA - Universidade Federal de Minas Gerais. V. 1, 243 p., 1996.
- ARVANITIDOU, M.; PAPA, A.; CONSTANTINIDIS, T.C.; DANIELIDIS, V.; KATSOUYANNOPOULOS, V. The occurrence of *Listeria* and *Salmonella* spp in surface waters. *Microbiol. Res.*, N. 152, p. 395-397, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- BELKIN, Nathan L. Home laundering of soiled surgical scrubs: surgical site infections and the home environment. *Am. J. Infect. Control*. N. 29, p. 58-64, 2001.
- BISTA, K.R. and KHATIWADA, N. R. Performance study on reed bed wastewater treatment units in Nepal. Department of Water Supply and Sewerage (DWSS), Panipokhari, Kathmandu, Nepal, 2003. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/nceh/ehs/Docs/NALBOH%20Web/NALBOH-3.pdf>>. Acesso em 09 set. 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada n. 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 20 mar. 2002.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada n. 33, de 25 de fevereiro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 05 mar. 2003.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada n. 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 10 dez. 2004.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 mar. 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Projeto Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde (REFORSUS). Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 120 p., 2001.
- BREZENSKI, F.T.; RUSSOMANO, R.; DEFALCO, P. The occurrence of *Salmonella* and *Shigella* in post-chlorinated and non chlorinated sewage effluents and receiving waters. Health Lab. Sc. N. 2, p. 40-47, 1965.
- BUKHARI, Z. *et al.* Occurrence of *Cryptosporidium* spp oocysts na *Giardia* spp. cists in sewage effluents and effluents from treatment plants in England, Water Science & Technology, N. 11-12, v. 35, p. 385-390, 1997 *apud* CARDOSO, L. S.; BERILO, E.; DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- CARDOSO, L.S.; CARLI, G.A. e LUCA, S.J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Efluentes Biologicamente Tratados e Desinfetados. Engenharia Sanitária e Ambiental - Revista ABES. N. 4, v. 8, p. 285-290, out/dez 2003.
- CARDOSO, L. S.; BERILO, E.; DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- CDC. Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities - Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Atlanta, GA 30333: U.S. Department of Health and Human Services - Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2003; 235 p. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/>>. Acesso em 26 ago. 2004.
- CDC. Recommendations on infective waste. Atlanta, GA: Office of Biosafety and Hospital Infections Program, 1988; p. 1-6. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/>>. Acesso em 13 out. 2004.
- CENTRAL POLLUTINON CONTROL BOARD - Anual Report 2002-2003. Disponível em: <<http://www.cpcb.delhi.nic.in/ar2003/ar02-03content.htm>>. Acesso em 20 out. 2004.
- CENTURION, R.E.B. Verificação da aplicabilidade de processo biológico em tratamento de despejos de hospitais para tuberculosos. FESB, São Paulo, 1978.
- CHAURET, C. *et al.* Fate of *Cryptosporidium* oocysts, *Giardia* cysts, and microbial indicators during wastewater treatment and anaerobic sludge digestion, Canadian Journal of Microbiology, N. 3, v. 45, p. 257-262, 1999 *apud* CARDOSO, L. S.; BERILO, E.; DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- CHAURET, C.; CHEN, P.; SPRINGTHORPE, S.; SATTAR, S. Effect on environmental stressors on the survival of *Cryptosporidium* oocysts. Proc. AWWA Water Qual. Technol. Conf., p. 1567-1585, Nov. 1995 *apud* FARIAS, E. W. C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e *Salmonella* spp. em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de São Paulo. 2000. 98 p. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

- COMISSÃO DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa n. 10, de 16 de dezembro de 1986. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências. Diário do Executivo, Minas Gerais, 10 de jan. 1987.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Caracterização dos Efluentes Líquidos Hospitalares - Hospital São Luiz Gonzaga. São Paulo: Departamento de Pesquisa Tecnológica da CETESB. Relatório. 27 p., 1995.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 05, de 05 de agosto de 1993. Define normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários e rodoviários. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 de ago. 1993.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de jul. 1986.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 283, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 de out. 2001.
- CUTOLO, S.A.; ROCHA, A.A. Uso de Águas Residuárias e as Helminthíases. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa, Paraíba, 2001.
- DE LEON, R.; NARANJO, J. E.; GERBA, C. P. Enterovirus, Cryptosporidium and Giardia monitoring of wastewater reuse effluent in Arizona. In: Implementing Water Reuse, Symposium IV. Am. Water Works Assoc., Denver, CO. p. 833-846, 1988 *apud* FARIAS, E. W. C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e *Salmonella* spp. em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de São Paulo. 2000. 98 p. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- DIAS JÚNIOR, O. Ocorrência de cistos de *Giardia* sp e oocistos de *Cryptosporidium* spp em águas superficiais e esgoto no município de Araras-SP. São Paulo, 1999. 110 p. Dissertação. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 1999.
- FARIAS, E. W. C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e *Salmonella* spp. em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de São Paulo. 2000. 98 p. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- FARIAS, E.W.C. Sensibilidade aos antimicrobianos de amostras de *Salmonella* isoladas de ambientes aquáticos e de casos de diarreia humana no município de Belém, Pará, 1997. Dissertação. Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará. Pará, 1997.
- FAYER, R. *Cryptosporidium* and criptosporidiosis. Boca Raton, CRC Press. 251 p., 1997.
- FEACHEM, R.G.; BRADLEY, D.J.; GARELICK, H. and MARA, D.D. Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. John Wiley, Chichester, 1983 *apud* PESCOD, M.B. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO irrigation and drainage paper 47. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1992. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T0551E/t0551e02.htm>>. Acesso em 20 out. 2004.

- FERRAMOLA, R.; MONTEVERDE, J.J.; LEIGUARDA, R.H. Investigación de bacterias del gênero *Salmonella* em água y liquido cloacal. Bol. Obras Sanit. Naci. N. 7, p. 103-106, 1943.
- GAMBA, R.C.; CIAPINA, E.M.P.; BATELLO, E.R.; ESPÍNDOLA, R.S.; SILVA, A.L.B.; PACHECO, A. PELLIZARI, V.H. Detecção de oocistos de *Cryptosporidium* em águas de poços utilizados para consumo em Itaquaquecetuba-SP, 1997.
- GELDREICH, E.E. The bacteriological aspects of stormwater pollution. J. Waters Pollut. Control Fed. N. 40, p. 1861-1876, 1968.
- GENNACCARO, A.L.; MCLAUGHLIN, M.R.; QUINTERO-BETANCOURT, W.; ROSE, J.B. and HUFFMAN, D.E. Detection of infectious *Cryptosporidium parvum* oocysts in untreated and treated wastewater. International Symposium on Health - Related Water Microbiology - IWA - WHO. Cape Town, África do Sul, 2003.
- GERBA, C.P., ROSE, J.B. and SINGH, S.N. *Waterborne Gastroenteritis and Viral Hepatitis*. CRC Crit Rev Environ Control. N. 15, v. 3, p. 213-236, 1985 *apud* HAMLIN-HARRIS, D. Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.
- GHD. *Springfield Demonstration Projects Planning Study*. Department of Natural Resources, Queensland Water Recycling Strategy, 2000 *apud* HAMLIN-HARRIS, D. Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.
- GRIMASON, A. M. *et al.* (1993) Occurrence and removal of *Cryptosporidium* spp. oocysts and *Giardia* spp. cysts in Kenyan waste stabilization Ponds, Water Science & Technology, N. 3-4, v. 27, p. 97-104, 1993 *apud* CARDOSO, L. S.; BERILO, E.; DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Atlanta, GA 30333 - 2003 - 235 p. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/>>. Acesso em 17 set. 2004.
- GUILHEM, Paule Eugênio. Efluentes Hospitalares. São Paulo: Setor de Pesquisa em Efluentes Industriais. Relatório. 30 p., 1994.
- HACHICH, E.M.; SATO, M.I.Z; GALVANI, A.T.; MENEGON, J.R.N. & MUCCI, J.L.N. *Giardia* and *Cryptosporidium* in source waters of São Paulo State, Brazil. In: International Symposium on Health - Related Water Microbiology - IWA - WHO. Cape Town, África do Sul, 2003.
- HAMLIN-HARRIS, D. Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.
- JONES, F. & WATKINS, J. The water cycle as a source of pathogens. Appl. Bacteriol., (Suppl.), 59: 279-365, 1975.
- KFIR, A. R. *et al.* Studies evaluating the applicability of utilising the same concentration techniques for the detection of protozoan parasites and viruses in water. Water Science and Technology, N. 5-6, v. 31, p. 417-423, 1995 *apud* CARDOSO, L. S.; BERILO, E.;

- DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- KINDE, H. ADELSON, M.; ARDANS, A.; LITTLE, E.H.; WILLOUGHBY, D.; BERCHTOLD, D.; READ, D.H.; BREITMEYER, R.; KERR, D. TARBELL, R.; HUGHES, E. Prevalence of *Salmonella* in municipal sewage treatment plant effluents in southern California. Avian Dis. N. 41, p. 392-398, 1997.
- LECLERC, H.; CATSARAS, M.; SAVAGE, C.; EYMARD, C. Sur l'isolément des *Salmonella* dans les milieux fortement pollués. II. Essais sur eaux résiduaires. ann. Inst. Pauster Lille. N. 21, p. 227-294, 1970.
- MADORE, M. S.; GERBA, C.P.; ARROWOOD, M.J.; STERLING, C.R. Occurrence of *Cryptosporidium* Oocysts in Sewage Effluents and Selected Surface Waters. Jour. Parasitol., N. 73, v. 4, 702-705, 1987 *apud* FARIAS, E. W. C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e *Salmonella* spp. em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de São Paulo. 2000. 98 p. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MADORE, M. S.; GERBA, C.P.; ARROWOOD, M.J.; STERLING, C.R. Occurrence of *Cryptosporidium* Oocysts in Sewage Effluents and Selected Surface Waters. Jour. Parasitol., N. 73, v. 4, 702-705, 1987 *apud* ROSE, Joan B. Occurrence and Significance of *Cryptosporidium* in Water. Journal AWWA - Research & Technology, p. 53-58, 1988.
- MARQUES, E. Utilização de análises virológicas de águas de esgoto no acompanhamento de programas de vacinação contra poliomielite para avaliar a circulação de poliovírus selvagem no meio ambiente. São Paulo, 1988. Tese. Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1988.
- MARTINS, M.T. *Salmonella* no ambiente aquático: significado sanitário. São Paulo, 1979. 22 p. Tese. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1979.
- MARTINS, M.T.; SANCHEZ, P.S.; MARQUES, E.; MONTEIRO, C.K.; MOLINA, A.G. Ten years survey of *Salmonella* and enterovirus in raw and treated waters in the Great São Paulo área, Brazil. Water. Sc. Technol. N. 10, p. 53-60, 1986.
- MARTINS, M.T.; PESSOA, G.V.A.; SANCHEZ, P.S.; SATO, M.I.Z.; MONTEIRO, C.K.; COIMBRÃO, C.A.; MARQUES, E.; IRINO, K. Isolamento de *Salmonella* no ambiente aquático: significado sanitário. Rev. Microbiol. N. 19, p. 29-39, 1988.
- MARTINS, M.T. Ecologia do *Vibrio cholerae* no ecossistema aquático. São Paulo, 1988. Tese. Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1988.
- MELO, M.T.; VIEIRA, R.H.; SAKER-SAMPAIO, S.; HOFER, E. Coliforms and *Salmonella* in seawater near to domestic sewage sources in Fortaleza (Ceará, Brazil). Microbiologia. N. 13, p. 463-470, 1997.
- METCALF & EDDY. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. Metcalf & Eddy. Inc. 3 ed., 1334 p., 1991 *apud* SPERLING, M. v. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA - Universidade Federal de Minas Gerais. V. 1, 243 p., 1996.
- MORAIS, M.R. Comportamento de *Salmonella* spp, Coliformes e Estreptococos Fecais num Rio Poluído com Esgotos Domésticos (Campina Grande, Paraíba, Brasil). In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa, Paraíba, 2001.

- MORSE E. V. & DUNCAN, M. A. *Salmonella* as monitors of fecal pollution in the aquatic environment. J. Environ. SCI. Health, 11: 591-601, 1976.
- MULLER, A.P.B. Detecção de oocistos de *Cryptosporidium* spp em águas de abastecimento superficiais e tratadas da região metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1999. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo, 1999.
- MUSIAL, C. E.; ARROWOOD, M. J.; STERLING, C.R.; GERBA, C.P. Detection of *Cryptosporidium* in Water Using Polypropilene Cartridge Filters. Appl. Environ. Microbiol., N. 53, p. 687-92, 1987 *apud* FARIAS, E. W. C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e *Salmonella* spp. em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de São Paulo. 2000. 98 p. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MUSIAL, C. E.; ARROWOOD, M. J.; STERLING, C.R.; GERBA, C.P. Detection of *Cryptosporidium* in Water Using Polypropilene Cartridge Filters. Appl. Environ. Microbiol., N. 53, p. 687-92, 1987 *apud* ROSE, Joan B. Occurrence and Significance of *Cryptosporidium* in Water. Journal AWWA - Research & Technology, p. 53-58, 1988.
- NEWMAN, R.D.; ZU, S.X.; WUHIPT, T.; LIMA, A.A.; GUERRANT, R.L.; SEARS, C.L. Household epidemiology of *Cryptosporidium* parvum infection in urban community in northeast Brazil. Ann. Intern. Med. N. 120, p. 500-505, 1994.
- OHNO, A.; MARUI, A.; CASTRO, E.S.; REYES, A.A.B.; ELIO-CALVO, D.; KASITANI, H.; ISHII, Y.; YAMAGUCHI, K. Enteropathogenic bacteria in the La Paz river of Bolivia. Am. j. Trop. Med. Hyg. N. 57, p. 438-444, 1997.
- ONGERTH, J. E. & STIBBS, H. H. Identification of *Cryptosporidium* Oocysts in River Water. Appl. Envir. Microbiol., N. 53, p. 672, 1987 *apud* FARIAS, E. W. C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e *Salmonella* spp. em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de São Paulo. 2000. 98 p. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- ONGERTH, J. E. & STIBBS, H. H. Identification of *Cryptosporidium* Oocysts in River Water. Appl. Envir. Microbiol., N. 53, p. 672, 1987 *apud* ROSE, Joan B. Occurrence and Significance of *Cryptosporidium* in Water. Journal AWWA - Research & Technology, p. 53-58, 1988.
- ORTOLAN, M. Avaliação do efluente do Hospital de Clínicas de Porto Alegre: citotoxicidade, genotoxicidade, perfil microbiológico de bactérias mesofílicas e resistência a antibióticos. Porto Alegre, 1999. Dissertação. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
- PAYMENT, P. *et. al.* Removal of indicator bacteria, human enteric viruses, *Giardia* cysts, and *Cryptosporidium* oocysts at a large wastewater primary treatment facility, Canadian Journal of Microbiology, N. 3, v. 47, p. 188-193, 2001 *apud* CARDOSO, L. S.; BERILO, E.; DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- PESCOD, M.B. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO irrigation and drainage paper 47. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1992. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T0551E/t0551e02.htm>>. Acesso em 20 out. 2004.
- PESSOA, C.A. & JORDÃO, E.P. Tratamento de Esgotos Domésticos. 2 ed. Rio de Janeiro. ABES, 1982 *apud* SPERLING, M. v. Princípios do Tratamento Biológico de Águas

Residuárias: Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA - Universidade Federal de Minas Gerais. V. 1, 243 p., 1996.

- PRUSS, A.; GIROULT, E. & RUSHBROOK, P. Collection and disposal of wastewater. In: Safe management of wastes from health-care activities, (A. Pruss, E. Giroult & P. Rushbrook, ed.). Geneva: World Health Organization. Cap. 2-3, p. 2-30, 1999.
- QASIM, S.R. Wastewater treatment plants: planning, design and operation. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1985 *apud* SPERLING, M. v. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA - Universidade Federal de Minas Gerais. V. 1, 243 p., 1996.
- RÉ, A.L. Qualidade microbiológica e parasitológica de águas de consumo humano do município de Araras-SP, com ênfase na pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp e cistos de *Giardia lamblia*. São Paulo, 1999. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.
- RIVERA, I.N.G. & MARTINS, M.T. Bactérias enteropatogênicas no ambiente aquático. Rev. Ciênc. Farm. V. 17, p. 115-136, 1996.
- ROBERTSON, L.J.; CAMPBELL, A.T.; SMITH, H.V. Survival of *Cryptosporidium* parvum oocysts under various environmental pressures. Appl. Environ. Microbiol. N. 58, p. 3494-3500, 1992.
- ROBERTSON, L. J. *et al.* *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts at sewage works in Scotland, UK, Water Research, N. 8, v. 34, p. 2310-2322, 2000 *apud* CARDOSO, L. S.; BERILO, E.; DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- ROSE, J.B. *Microbial aspects of wastewater reuse for irrigation*. CRC Crit Rev. Environ Control. N. 16, v. 3, p. 231-56, 1986 *apud* HAMLIN-HARRIS, D. Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.
- ROSE, Joan B. Occurrence and Significance of *Cryptosporidium* in Water. Journal AWWA - Research & Technology, p. 53-58, 1988.
- SAGIK, B.P.; MOORE, B.E. and SORBER, C.A. *Infectious disease potential of land application of wastewater*. In *State of Knowledge in Land Treatment of Wastewater: Proceedings of an International Symposium*: US Army Corls of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory. Hanover, New Hampshire, 1978 *apud* Hamlyn-Harris, D Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.
- SANCHEZ, P.S. Sorotipos de Salmonella em águas de esgoto e perfil de resistência a antimicrobianos, São Paulo, 1988. Tese. Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1988.
- SANO, D.; WATANABE, T.; MATSOU, T. and OMURA, T. Detection of infectious pathogenic viruses in water and wastewater samples from urbanised areas in Japan. International Symposium on Health - Related Water Microbiology - IWA - WHO. Cape Town, África do Sul, 2003.

- SEMENAS, L.; BRUGNI, N.; VIOZZI, G. e KREITER, A. Control of parasites in domestic sewage. *Rev. Saúde Pública*. N. 4, v. 33, p. 379-384. São Paulo, ago. 1999.
- SILVA, Aida Cristina do Nascimento; BERNARDES, Ricardo Silveira; MORAES, Luíz Roberto Santos; REIS, Joana D'Arc Parente. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos sólidos de serviços de saúde: uma proposta de avaliação. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro. N. 5, v. 18, p. 1401-1409, set-out, 2002.
- SMITH, H.V. & ROSE, J.B. Waterborne cryptosporidiosis. *Parasitolol. Today.*, N. 6, p. 8-12 1990 *apud* FARIAS, E. W. C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e *Salmonella* spp. em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de São Paulo. 2000. 98 p. Dissertação. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- SMITH, H.V. & ROSE, J.B. Waterborne cryptosporidiosis: current status. *Parasitol. Today*. N. 14, p. 14-22, 1998.
- SPERLING, M.v.; BASTOS, R.K.X.; KATO, M.T. Removal of *E. coli* and helminth eggs in UASB - polishing pond systems in Brazil. IWA stabilisation ponds conference. Avignon, França, setembro 2004.
- SPERLING, M. v. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA - Universidade Federal de Minas Gerais. V. 1, 243 p., 1996.
- SPERLING, M. v. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA - Universidade Federal de Minas Gerais. V. 2, 211 p., 1997.
- TOMPS, S.R. Estudo epidemiológico da criptosporidiose e sua associação com as condições de saneamento ambiental no distrito municipal de Perus, São Paulo-SP. São Paulo, 1998. Dissertação. Universidade Mackenzie. São Paulo, 1998.
- UN Department of Technical Cooperation for Development. The use of non-conventional water resources in developing countries. Natural Water Resources Series No. 14. United Nations DTCD, New York, 1985 *apud* PESCOD, M.B. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO irrigation and drainage paper 47. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1992. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T0551E/t0551e02.htm>>. Acesso em 20 out. 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Estudo de Processos aplicados ao Tratamento de Efluentes de Serviços de Saúde com Ênfase na Etapa de Remoção de Organismos Patogênicos. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Relatório. 98 p., 2003.
- VIEIRA, M. B. C. M. *et al.* Verificação da ocorrência de cistos de Giardia, oocistos de *Cryptosporidium* e indicadores bacterianos nos esgotos sanitários da bacia do Ribeirão Arrudas, Belo Horizonte - MG, IX SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 2464-2471, 2000 *apud* CARDOSO, L. S.; BERILO, E.; DEUS, A. B. S. e LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em Água e Efluentes: Estado da Arte. In. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.
- WHO, *Health Effects Relating to Direct and Indirect Re-use of Waste Water for Human Consumption*. Technical Paper. N. 7, The Netherlands: WHO, 1975 *apud* Hamlyn-

Harris, D Review of Health Issues Associated with Potable Reuse of Wastewater (RFT200/00). Final Report - Department of Health and Aged Care. 58 p. Austrália, mar. 2001.

WHO. Salmonella surveillance. Bull. Who. N. 58, p. 671-806, 1980.

WILSON, W.J. & BLAIR, E.M. Mc. V. Use of a bismuth sulphite iron medium for the isolation of *B. typhosus* and *B. proteus*. J. Hyg. N. 26, p. 374-391, 1927.

WRAY, C. & SOJKA, W. J. Review of the progress of dairy science: bovine salmonellosis. J. Dairy SCI., 44: 383-425, 1977.