MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

ÊNFASE: ENGENHARIA AMBIENTAL E TECNOLOGIAS LIMPAS

AVALIAÇÃO QUANTO A CARGA POLUIDORA DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE QUATRO HOSPITAIS DE DIFERENTES ESPECIALIDADES NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE

Lena Maris Mazzotti Ribeiro

Porto Alegre
2005

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

AVALIAÇÃO QUANTO A CARGA POLUIDORA DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE QUATRO HOSPITAIS DE DIFERENTES ESPECIALIDADES NO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE

Lena Maris Mazzotti Ribeiro

Orientador: Professor Ivo André Homrich Schneider, Dr.

Banca Examinadora:

Profa. Maria Teresa Raya Rodriguez, Dra.

Profa. Tania Maria Hubert Ribeiro, Dra.

Profa. Tânia Mara Pizzolato, Dra.

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade Profissionalizante – Ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas

Porto Alegre
2005

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

_____
Prof. Ivo André Homrich Schneider, Dr.
Orientador
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

_____
Profa. Carin Maria Schmitt, Dr.
Coordenadora
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

_____
Prof. Carlos Arthur Ferreira, Dr.
Coordenador
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Profa. Maria Teresa Raya Rodriguez, Dra.
Centro de Ecologia - UFRGS

Profa. Tania Maria Hubert Ribeiro, Dra.
IQ – UFRGS

Profa. Tânia Mara Pizzolato, Dra.
IQ – UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que direta ou indiretamente auxiliaram na concretização deste trabalho especialmente:

Ao Professor Ivo André Homrich Schneider, pela orientação, dedicação pessoal, profissional e condução ao rigor científico.

À Professora Gelsa Edith Englert pela amizade e viabilização financeira desta pesquisa.

À Professora Iduvirges Lourdes Muller pela colaboração no auxílio financeiro para obtenção das análises

Às Professoras Tania Maria Hubert Ribeiro e Tânia Mara Pizzolato pelas sugestões no exame de qualificação.

À Professora Maria Teresa Raya Rodriguez pelos ensinamentos e contribuições científicas.

Ao Laboratório ALAC, em Garibaldi – RS, pela colaboração nos custos financeiros das análises de Coliformes Totais e Fecais realizadas.

À compreensão e estímulo de minha família, especialmente ao Roberto, em meus momentos de ausência e desânimo.

À colega e amiga Fátima Rosele Evaldt pelo companheirismo durante os estudos.

À funcionária Alda Terres pela amizade e incentivo à conclusão deste trabalho.

Aos Hospitais trabalhados, pela possibilidade e disponibilidade à realização das coletas.

RESUMO

Este trabalho avaliou o lançamento de efluentes líquidos de quatro hospitais, de diferentes especialidades médicas, no município de Porto Alegre – RS, Brasil. Foi realizada uma pesquisa previa, nas especialidades de Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral, a fim de obter dados referentes ao descarte dos respectivos efluentes. Após foram realizadas cinco amostragens de cada especialidade hospitalar durante um ano. Os parâmetros determinados seguiram a Portaria Nº 05/89 – SSMA que aprova a Norma Técnica SSMA Nº 01/89 – DMA, que dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lançam seus efluentes nos corpos d'água interiores do Estado do Rio Grande do Sul. Dos trinta e cinco parâmetros avaliados em cada amostragem, para cada hospital, vinte e oito apresentaram, concentração dentro do limite de descarte determinado pela Portaria 05/89, e sete ultrapassaram os limites de concentração da mesma Legislação. O consumo médio de água e a geração de esgotos, relacionados ao número de leitos, aproxima-se com os valores apresentados nas referências bibliográficas, considerando que, o número de atendimentos influencia diretamente na geração de efluentes hospitalares. A relação entre os resultados de DBO_5 e DQO, de todas as especialidades, indica semelhança aos efluentes domésticos. Os resultados das concentrações de DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, pH, Coliformes Fecais e Coliformes Totais, tratados estatisticamente, apresentam semelhanças entre as amostragens e as especialidades comprovando que não há diferenças significativas entre efluentes líquidos nas especialidades hospitalares estudadas.

Palavras-chave: Efluente líquido, Hospitais, Especialidades, Portaria, Concentrações.

ABSTRACT

This paper evaluated the throwing of liquid effluents of four hospitals, from different medical specialities, in Porto Alegre neighborhood – RS, Brazil. A previous research was made in Orthopedic, Pneumology, Oncology and General Specialties, due to obtain datas that refers to discard of the respective effluents. After, were made five samples of each speciality during a year. The determined parameters followed the Decree Nº 05/89 – SSMA that approves the technical Rule SSMA Nº 01/89 – DMA, which talks about criteria and patterns of liquids effluents that will be observed by all the polluting sources that throw their effluents in the interiors water in Rio Grande do Sul State. From the thirty five parameters evaluated in each sample, for each hospital, twenty eight presented concentration in the limit of discard determined by Decree 05/89, and seven passed the concentration limits of the same Legislation. The medium consume of water and the sewer generation related to the numbers of beds is close to the values presented in the bibliographical references, considering that the number of people that are attended influences directly in the hospitals effluents generation. The relation between the results of DBO_5 and DQO, of all the specialties, indicates similarity to the domestically effluents. The results of the concentrations of DBO_5, DQO, Total Nitrogen, Total Phosphorus, pH, Sewage sludge and Total sewage sludge, statistically, present similarity between the samples and the specialities, proving that there are no important differences between liquid effluents in the specialities that were studied.

Key words: Liquid effluents, Hospitals, Specialities, Decree, Concentrations.

SUMÁRIO

RESUMO ..... **VI**
ABSTRACT ..... **VII**
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS ..... **X**
LISTA DE FIGURAS ..... **XI**
LISTA DE TABELAS ..... **XII**

1 INTRODUÇÃO **15**

2 OBJETIVOS **17**
2.1 OBJETIVO GERAL **17**
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS **17**

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **18**
3.1 RECURSOS HÍDRICOS **20**
3.2 CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS **22**
3.2.1 Caracterização Física **23**
3.2.2 Caracterização Química **24**
3.2.3 Caracterização Bacteriológica **25**
3.3 EFLUENTE LÍQUIDO HOSPITALAR **27**
3.4 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS UTILIZADAS EM HOSPITAIS **33**
3.4.1 Hipoclorito de Sódio **35**
3.4.2 Formaldeído **35**
3.4.3 Álcool Etílico **35**
3.4.4 Iodo **36**
3.4.5 Clorexidina **36**
3.4.6 Sais de Amônio Quaternário **36**
3.4.7 Ácido Peracético **37**
3.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA GESTÃO E USO DE RECURSOS HÍDRICOS **37**

4 MATERIAIS E MÉTODOS **41**
4.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA PESQUISA DE DADOS **41**

4.2 COLETA E AMOSTRAGEM **41**
4.2.1 Pontos de Coleta **41**
4.2.2 Amostragem **43**
4.3 ANÁLISES **44**
4.4 QUANTIFICAÇÃO DE CARGA POLUIDORA **45**
4.5 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA **46**
4.6 REGISTROS FOTOGRÁFICOS **46**

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO **47**
5.1 DADOS GERAIS DOS HOSPITAIS AVALIADOS **47**
5.1.1 Consumo de Água **48**
5.1.2 Geração de Efluentes Líquidos **50**
5.2 RESULTADOS DOS PARÂMETROS ANÁLISADOS **51**
5.3 CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES DOS HOSPITAIS AVALIADOS **61**
5.4 CARGA GERADA **66**
5.5 APLICAÇÃO DA ANOVA **70**

6 CONCLUSÕES **78**

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS **80**

REFERÊNCIAS **81**

APÊNDICE **91**

ANEXO **94**

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APHA	do Inglês: Associação Americana de Saúde Pública
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DMAE	Departamento Municipal de Água e Esgotos
DQO	Demanda Química de oxigênio
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler
gl	Graus de Liberdade
MQ	Média dos Quadrados
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
NMP	Número Mais Provável
P	Probabilidade
PIB	Produto Interno Bruto
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
s	Desvio Padrão
Sx	Variância
SQ	Soma dos Quadrados
US EPA	do inglês: Agencia de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
x	Média

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Determinações Físicas e Importância 23

Figura 2 - Determinações Químicas e Importância 24

Figura 3 - Agentes microbiológicos com transmissão por via fecal-oral 27

Figura 4 - Pontos de Coleta de efluente no Hospital com especialidade de Traumatologia, locais onde foram realizadas as amostragens. 42

Figura 5 - Ponto de coleta de efluente - Hospital com especialidade de Pneumologia, local onde foi realizada a amostragem. 42

Figura 6 - Ponto de coleta de efluente – Hospital com especialidade de Oncologia, local onde foi realizada a amostragem 43

Figura 7 - Ponto de coleta de efluente – Hospital com especialidade Geral, local onde foi realizada a amostragem 43

Figura 8 - Determinações e Métodos utilizados nas análises físicas e químicas 45

Figura 9 - Dados gerais obtidos na Pesquisa aplicada nos hospitais 47

Figura 10 - Dados relacionados ao consumo de água nos hospitais 48

Figura 11 - Dados obtidos na Pesquisa referentes à utilização da água. 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de água em relação ao número de leitos por especialidade de hospital .. 49

Tabela 2 - Estimativa da geração de efluentes líquidos adotando-se R= 0,8, considerando o número de leitos de cada especialidade. 51

Tabela 3 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de Traumatologia 53

Tabela 4 - Temperatura ambiente e do Efluente para o hospital de Traumatologia..... 54

Tabela 5 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais, por amostragem para o hospital de Traumatologia em NMP.100 mL^{-1} 54

Tabela 6 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de Pneumologia 55

Tabela 7 - Temperatura ambiente e do efluente para o hospital de Pneumologia..... 56

Tabela 8 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Pneumologia em NMP.100 mL^{-1} 56

Tabela 9 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de Oncologia 57

Tabela 10 - Temperatura ambiente e do efluente para o hospital de Oncologia 58

Tabela 11 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Oncologia em NMP.100 mL^{-1} 58

Tabela 12 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de especialidade Geral..... 59

Tabela 13 - Temperatura ambiente e do efluente para o hospital de especialidade Geral 60

Tabela 14 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de especialidade Geral em NMP.100 mL^{-1} 60

Tabela 15 - Valores de média, variância, desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes totais para o hospital de Traumatologia..... 61

Tabela 16 - Valores de média, variância, desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Pneumologia 63

Tabela 17 - Valores de média, variância,desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes totais para o hospital de Oncologia 64

Tabela 18 - Valores de média, variância,desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes totais para o hospital de Geral 65

Tabela 19 - Relação entre DQO e DBO_5 entre as médias de concentrações resultantes das amostragens dos hospitais de Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral.... 66

Tabela 20 - Carga para DBO_5 por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³ 67

Tabela 21 - Carga para DQO por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³ 67

Tabela 22 - Carga para Nitrogênio Total por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³ 68

Tabela 23 - Carga para Fósforo Total por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³ 69

Tabela 24 - Carga para Coliformes Fecais por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³ 69

Tabela 25 - Carga para Coliformes Totais por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³ 70

Tabela 26 - Resultados das análises de pH nas cinco amostragens e nos quatro hospitais 71

Tabela 27 - Anova: fator duplo sem repetição para pH..... 71

Tabela 28 - Resultados das análises de DBO_5 nas cinco amostragens e nos quatro hospitais 72

Tabela 29 - Anova: fator duplo sem repetição para DBO_5 72

Tabela 30 - Resultados das análises de DQO nas cinco amostragens e nos quatro hospitais .. 73

Tabela 31 - Anova: fator duplo sem repetição para DQO 73

Tabela 32 - Resultados das análises de Nitrogênio Total nas cinco amostragens e nos quatro hospitais 74

Tabela 33 - Anova: fator duplo sem repetição para N Total 74

Tabela 34 - Resultados das análises de Fósforo Total nas cinco amostragens e nos quatro hospitais 75

Tabela 35 - Anova: fator duplo sem repetição para Fósforo Total 75

Tabela 36 - Resultados das análises de Coliformes Fecais nas cinco amostragens e nos quatro hospitais 76

Tabela 37 - Anova: fator duplo sem repetição para Coliformes Fecais 76

Tabela 38 - Resultados das análises de Coliformes Totais nas cinco amostragens e nos quatro hospitais 77

Tabela 39 - Anova: fator duplo sem repetição para Coliformes Totais 77

Tabela 40 - Resultados das médias para DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais 78

1 INTRODUÇÃO

A água é um bem fundamental nas indústrias, na agricultura, nos lares e em todas as atividades humanas. Nas últimas décadas, a água tornou-se, reconhecidamente, um recurso natural finito e já escasso em quantidade e qualidade, em muitas partes do mundo. Assim sendo, um grande desafio a ser enfrentado pela humanidade trata da relação demanda e oferta de água no Planeta.

De toda água existente na Terra, 97,0% é salgada compreendendo oceanos e mares. Os 3,0 % restantes constituem as coleções de água doce. Do menor percentual, a maior parte, cerca de 97%, está na forma de gelo representando as calotas polares, geleiras e neve cobrindo os cumes das montanhas altas da Terra e o restante, 3% de água doce superficial disponível nos rios e lagos. A quantidade de água na Terra tem permanecido constante nos últimos 500 milhões de anos, enquanto que a população se multiplica desordenadamente e conseqüentemente o resultado se apresenta em uma procura maior que a oferta. Ao mesmo tempo, à medida que os centros urbanos crescem, a poluição vai se tornando um problema cada vez mais sério. Exige-se maior quantidade de água e as águas residuais normalmente são despejadas nas vizinhanças, a qual, por sua vez, pode ser a fonte de abastecimento hídrico ou pode vir a entrar em contato com o sistema de abastecimento de outra municipalidade.

O Brasil é responsável por 13,7% da água doce superficial no mundo. O domínio da água pertence, conforme a Constituição Federal, à União e aos Estados, de modo que, toda água disponível no Território Nacional é pública. Cabe ao Estado o gerenciamento amparado na Lei 10.350 de 1994, a qual institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos.

A poluição hídrica pode ser definida como a introdução num corpo d'água de qualquer matéria ou energia que venha a alterar as propriedades dessa água, afetando, ou podendo afetar, a saúde das espécies animais ou vegetais que dependem dessas águas ou com elas tenham contato. Como veículo potencial de germes patogênicos, as águas podem representar riscos à saúde e à vida, elevando os índices de internações hospitalares e mortalidade. O lançamento de poluentes nos recursos hídricos, através de efluentes sem tratamento, é uma das principais causas de degradação da qualidade da água, sendo inclusive alterada, mesmo

quando atende aos padrões de emissão. Por este motivo é necessário subsídios, pesquisas e monitoramentos com a finalidade de apontar ao município, cujo corpo hídrico receptor do efluente está localizado, a situação real de descarte, para que então medidas legais, amparadas em estudos técnicos, possam ser aplicadas leis federais, bem como outras que seguem, formuladas com as devidas adaptações, se necessário mais restritivas, de acordo com a situação local.

A água potável da maior parte das comunidades e municipalidades é obtida a partir de extensões superficiais de água como os rios, correntes e lagos. Estas coleções hídricas podem, visualmente, apresentar uma aparência clara, límpida, livre de sabores e odores peculiares, e, no entanto, podem estar contaminadas com efluentes líquidos não tratados adequadamente ou sem qualquer tipo de tratamento.

As águas servidas do consumo humano, derivadas das necessidades diárias, fisiológicas ou não, oriundas de hospitais, carregam consigo fortes cargas orgânicas e a maioria patógenas, produtos químicos, fármacos em geral, secreções e excreções contaminadas dos mais variados tipos, etc. Este descarte de efluente pode provocar a contaminação dos recursos hídricos, em especial ao corpo receptor, comprometendo com os despejos sem tratamento prévio, os usos preponderantes tais como o consumo de água potável, e a balneabilidade.

Por meio da diversidade de atividades e atendimentos, os hospitais descartam efluentes líquidos ricos em composição química e matéria orgânica. Embora seja uma evidência clara, ainda carece de estudos na área. Os elementos constituintes de um esgoto hospitalar, comumente são lançados *in natura* à rede pluvial dos municípios, sem qualquer desinfecção. São provenientes de diversos setores tais como: bloco cirúrgico, lavanderias, laboratórios, refeitórios, revelações de raios-X e sanitários. Também a presença de antibióticos e sobras de outros medicamentos constitui elementos significativos, e não menos decisivos ao futuro de um microrganismo patógeno ou mesmo a promoção de uma reação química oportunizada ou facilitada no conjunto que constitui o efluente hospitalar. Com a finalidade de avaliar os elementos, físicos, químicos e biológicos que são descartados em efluentes de especialidades nosocomiais distintas, o presente trabalho pretende, através de dados analisados originados em hospitais no município de Porto Alegre, evidenciar a necessidade de medidas cabíveis com fins de preservação dos recursos hídricos disponíveis.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar quantitativa e qualitativamente as características dos efluentes líquidos lançados em quatro hospitais de diferentes especialidades no município de Porto Alegre.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar as características físicas, químicas e microbiológicas de efluentes líquidos lançados, em cada especialidade hospitalar trabalhada, conforme parâmetros legais de lançamento;

Comparar estatisticamente os resultados das amostragens das diferentes especialidades, identificando relações nas determinações de pH, DQO, DBO_5, Nitrogênio Total , Fósforo Total , Coliformes Fecais e Coliformes Totais de cada hospital.

Aplicar a Portaria SSMA Nº. 5, de 16 de março de 1989, nos resultados dos parâmetros analisados dos efluentes líquidos de cada especialidade hospitalar.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Cerca de 40% da população mundial não têm acesso a qualquer sistema de saneamento básico e 1,1 bilhão de pessoas (18%) não dispõe de água potável, segundo o relatório "Avaliação Mundial 2000 do Abastecimento de Água e Saneamento", produzido em parceria pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância e Adolescência (Unicef), a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Conselho de Colaboração para o Abastecimento de Água e Saneamento (CCAAS). De acordo com o relatório, 98% das pessoas que não contam com esses serviços vivem em países em desenvolvimento (NEIVA, 1988).

Os dejetos gerados pelas atividades humanas, comerciais, industriais e hospitalares necessitam ser coletados, tratados e dispostos mediante processos técnicos, de forma que não gerem ameaça à saúde e ao ambiente (OPAS, 2005).

A falta de tratamento de esgoto é a causa primária da alta incidência de diarréia observada nos países em desenvolvimento e é responsável pela morte de cerca de 2 milhões de crianças e causa cerca de 900 milhões de episódios de doenças por ano. Além disso, a falta de um adequado sistema de coleta, tratamento e destino dos dejetos é a maior causa da degradação das águas subterrâneas e superficiais (OPAS, 2005).

O Brasil apresenta uma média de 35% de tratamento de seu esgoto gerado. O Rio Grande do Sul tem uma das menores coberturas de tratamento sanitário do país. O índice de coleta de esgotos chega somente a 23%, sendo apenas 8% tratados. Em Porto Alegre, 27% do esgoto é tratado (ZERO HORA, 5/10/2003).

Investimentos em saneamento, principalmente no tratamento de esgotos, diminuem a incidência de doenças e internações hospitalares e evitam o comprometimento dos recursos hídricos do município (SOARES, 2004).

Embora nos últimos anos tenha aumentado a preocupação com relação à problemática dos resíduos líquidos, constata-se que a bibliografia que aborda a avaliação de efluentes e suas formas de tratamento está particularmente relacionada aos efluentes de origem doméstica e

industrial (MARQUES, 1993). Portanto, ainda há pouca preocupação com os efluentes gerados pelos serviços de saúde, em especial, os dos hospitais (MACHADO-HOMEM, 1986).

A urbanização e o tipo de tratamento dado aos esgotos têm mostrado influências na seleção e sobrevivência de Coliformes Fecais multirresistentes (BELL et al., 1983). Bactérias resistentes, provenientes de esgotos, podem ser transportadas, em certas circunstâncias, para os animais através da água e da ração e, ao homem, através de alimentos e água de abastecimento (NIEMI et al., 1983).

Estas observações têm uma importância epidemiológica relevante e destacam o papel da água, em especial das residuárias, na circulação de resistências a antibióticos no meio ambiente (RANCAÑO et al, 1982 b).

Muitas substâncias químicas transportadas em efluentes podem ter atividades carcinogênicas e mutagênicas. A estes compostos confere-se a denominação de agentes genotóxicos. Estes podem causar efeitos tóxicos, letais ou hereditários, tanto em organismos procariotos como em eucariotos (WRIGHT, 1980). Em seres humanos, os compostos genotóxicos de veiculação hídrica podem contribuir para a indução, promoção e progressão do câncer, podendo provocar alterações que estão relacionadas com doenças degenerativas (WÜRGLER; KRAMERS, 1992).

A utilização dos recursos hídricos, com a finalidade da disposição final de esgotos sem tratamento, torna-os importante veículo de transmissão de doenças ocasionadas, principalmente, por bactérias, vírus e protozoários (KREISEL, 1991; CÉCILLON, 1996).

Waksman (1993) cita, também, que deve ocorrer uma seleção de bactérias resistentes em pacientes que tenham sido tratados extensivamente com antibióticos. Estes microrganismos poderiam ser eliminados junto com as excreções e secreções, podendo ser facilmente disseminados no meio ambiente pela veiculação hídrica.

Os efluentes são a maior fonte alóctone de microrganismos no sistema aquático, representando um reservatório importante de bactérias entéricas e, conseqüentemente, de linhagens antibiótico-resistentes. Muitas bactérias patogênicas são adaptadas ou capazes de se adaptarem à presença de uma ampla variedade de antibióticos nestes ambientes (GENTRY, 1991).

Em avaliações preliminares, outros autores contrapõem estas afirmações. Sugerem que os efluentes hospitalares apresentam características similares aos de origem doméstica, supondo a possibilidade de que a carga de patógenos excretada por pacientes em tratamento seja igual ou menor a dos doentes não internados e sem tratamento (GUILHERM, 1993; SAID, 1995). Além disto, Guilherm (1993) ainda traça considerações quanto ao poder de desinfecção dos produtos utilizados na higienização de um hospital, pois estes poderiam atuar de forma a reduzir a carga microbiológica veiculada por estes efluentes.

Não obstante as diferenças de posições quanto à qualidade de efluentes líquidos há de se considerar a sua destinação. Segundo Alves Filho (2002), no Brasil, há uma produção diária de 14,5 milhões de metros cúbicos de esgotos sendo que uma mínima parte é tratada antes de ser descartada. Os recursos hídricos, tais como mares, rios, lagos e lagoas além de prover sua função natural acabam por receber toda geração de esgotos sem tratamento prévio.

3.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis (DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA, 1992).

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo e da bacia hidrográfica (VON SPERLING, 1996).

A qualidade da água, em todos seus aspectos, e principalmente em seu aspecto microbiológico, depende em última instância da finalidade ou do uso a que se destina (CERQUEIRA, 1999).

Os Comitês de Bacia Hidrográfica têm como objetivo a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos naquele território, utilizando-se da implementação dos instrumentos técnicos de gestão, harmonizando os conflitos e promovendo a multiplicidade dos usos da água, respeitando a dominialidade destas, integrando as ações de todos os governos, no âmbito dos Municípios, dos Estados e da União, propiciando o respeito aos

diversos ecossistemas naturais, promovendo a conservação e recuperação dos corpos d'água, garantindo a utilização racional e sustentável dos recursos para a manutenção da boa qualidade de vida da sociedade local (Lei Federal 9.433 – BRASIL, 1997).

A Lei das Águas institui a Política de Recursos Hídricos cujos fundamentos são:

a) A água é um bem de domínio público de uso do povo. O Estado concede o direito de uso da água e não de sua propriedade. A outorga não implica alienação parcial das águas, mas o simples direito de uso (Lei Federal 9.433 – BRASIL, 1997).

b) Usos prioritários e múltiplos da água. O recurso tem que atender a sua função social e a situações de escassez. A outorga pode ser parcial ou totalmente suspensa, para atender ao consumo humano e animal. A água deve ser utilizada considerando-se projetos de usos múltiplos, tais como: consumo humano, dessedentação de animais, diluição de esgotos, transporte, lazer, paisagístico, potencial hidrelétrico, etc. As prioridades de uso serão estabelecidas nos planos de recursos hídricos (Lei Federal 9.433 – BRASIL, 1997).

Em Porto Alegre, diversos arroios cortam a zona urbana, atravessando parques, praças, vilas e bairros e desembocam no Guaíba, compondo parte dos recursos hídricos do Município, sendo deles que provém parte da água consumida pela população (TÜRCK JR, 1998).

O principal corpo hídrico receptor da Região Metropolitana de Porto Alegre é o Lago Guaíba. Ele recebe da Capital do Estado e de outros municípios, os mais variados tipos de despejos e vem ao longo dos anos, sofrendo uma acelerada e visível degradação da qualidade de suas águas.

A região hidrográfica do Guaíba tem 84.763,54 km², abrangendo mais de 250 municípios em 30% de território gaúcho, onde vivem mais de 6 milhões de habitantes, a grande maioria (83,5%) do meio urbano e 16,5% em áreas rurais. A região é formada por nove bacias hidrográficas e responde por mais de 70% do PIB do Rio Grande do Sul. A intensa atividade econômica, industrial e agrícola resulta em uma acentuada pressão sobre os recursos naturais. Entre os principais problemas ambientais nas áreas urbanas, principalmente na região Metropolitana de Porto Alegre, destaca-se o lançamento de esgoto “in natura” nos rios e arroios (PRÓ-GUAÍBA, 2005).

As carências na área de saúde são muitas. Na maioria dos casos, os hospitais esforçam-se para atender a demanda em saúde, ficando, então, a resolução dos problemas ambientais gerados em plano posterior. Não obstante a este problema, Porto Alegre apresenta as maiores e melhores opções de atendimento hospitalar em relação ao Estado. Mais da metade das internações verificadas na capital gaúcha, 52,7%, é de pacientes originários do interior (PONT, 1998). A origem das pessoas atendidas é variada. Conforme dados da Santa Casa de Misericórdia (RELATÓRIO, 2005), as estatísticas indicam que 45% da assistência prestada, em seus hospitais, é para pacientes da Capital e 55% destinada a pessoas da região metropolitana de Porto Alegre e interior do Estado.

Conforme informações da Associação dos Hospitais do Rio Grande do Sul, 61% dos efluentes líquidos gerados em hospitais são lançados *in natura* na sub-bacia do Arroio Dilúvio, chegando, por conseguinte, ao Lago Guaíba (SILVEIRA, 2004). O lançamento desses resíduos diretamente na rede pública, sem tratamento conveniente, coloca em risco a operação de todo um sistema público de tratamento de efluentes, em função da sobrecarga orgânica e da presença de substâncias potencialmente tóxicas (SILVEIRA, 2004). Estes efluentes são lançados *in natura* no Arroio Dilúvio que deságua no Lago Guaíba, principal fonte de abastecimento de água potável para a cidade de Porto Alegre (ORTOLAN, 1999).

A utilização dos recursos hídricos, com finalidade da disposição final de esgotos sem tratamento, torna-os importante veículo de transmissão de doenças ocasionadas, principalmente, por bactérias, vírus e protozoários (KREISEL, 1991; CÉCILLON, 1996).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Conforme Corsan (2002), esgoto é o termo usado para caracterizar os despejos provenientes dos diversos usos da água, tais como doméstico, comercial, industrial, agrícola, etc.

Pelczar (1993) define esgoto como sendo a água usada de uma comunidade – água residual – que consiste em: despejos domésticos veiculados pela água, incluindo excrementos humanos e águas de lavagem – tudo o que é levado pelos encanamentos de uma residência e de uma cidade para o seu sistema coletor.

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas (VON SPERLING, 1996).

A presença de agentes químicos, nos vários ecossistemas, representa sempre um risco aos seres vivos, não existindo, praticamente, o que se poderia chamar de "risco zero", ou seja, 100% de segurança quando ocorra a exposição a estas substâncias. Os ecossistemas aquáticos acabam, de uma forma ou de outra, se constituindo em receptáculos temporários ou finais de uma grande variedade e quantidade de poluentes, sejam esses lançados no ar, no solo, ou diretamente nos corpos d'água (CETESB, 1990).

Os parâmetros abordados podem ser de utilização geral, tanto para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos receptores. É importante esta visão integrada da qualidade da água, sem uma separação estrita entre as suas diversas aplicações (VON SPERLING, 1996). Os parâmetros podem ser divididos em físicos, químicos e microbiológicos.

3.2.1 Caracterização Física

Os parâmetros físicos comumente são: cor, turbidez, sabor, odor e temperatura. A importância destes estão resumidas na Figura 1.

Determinações físicas	Importância
Cor	Origem natural: não apresenta risco à saúde Origem industrial: pode ou não apresentar toxicidade
Turbidez	Origem natural: não traz inconvenientes sanitários Origem antropogênica: pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos Pode reduzir a penetração da luz
Sabor e odor	Não apresenta risco à saúde
Temperatura	Elevações de temperatura aumentam a taxa de reações químicas e biológicas. Elevações de temperatura diminuem a solubilidade dos gases (ex. oxigênio dissolvido) Elevações de temperatura aumentam a taxa de transferência de gases (causando mau cheiro)

Figura 1 - Determinações Físicas e Importância
Fonte: Von Sperling (1996).

3.2.2 Caracterização Química

As águas residuais consistem, aproximadamente, em 99,9% de água e 0,02 a 0,03% de sólidos em suspensão e em outras substâncias solúveis, orgânicas e inorgânicas.

Os constituintes químicos, são, extremamente importantes e sofrem variações para cada tipo de efluente. Os agentes químicos inorgânicos, inicialmente presentes nas águas de abastecimento, estarão presentes no esgoto. Os compostos orgânicos representam contribuições de excrementos humanos e outros despejos domésticos, acrescidos dos detritos industriais, sejam orgânicos ou inorgânicos (PELCZAR, 1993). Alguns constituintes estão listados na Figura 2.

Determinações Químicas	Importância
pH	Valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática.
Alcalinidade	O aumento do pH pode afetar os microrganismos responsáveis pela depuração.
Acidez	Responsável pela corrosão de tubulações e materiais
Dureza	Reduz a formação de espuma, implicando em um maior consumo de sabão.
Ferro e Manganês	Em pequenas concentrações causam problemas de cor na água
Cloretos	Em determinadas concentrações imprime um sabor salgado à água
Nitrogênio	É indispensável para o crescimento de algas podendo, conduzir a um crescimento exagerado (eutrofização).
Fósforo	Nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Em elevadas concentrações pode conduzir a eutrofização.
Oxigênio dissolvido	É vital para os seres aquáticos aeróbios
Matéria orgânica	A matéria orgânica é responsável pelo consumo, pelos microrganismos decompositores, do oxigênio dissolvido na água. A DBO retrata o teor de matéria orgânica nos esgotos é indicação do potencial de consumo dissolvido.
Micropoluentes inorgânicos	Tóxicos para habitantes aquáticos e para consumidores de água.
Micropoluentes orgânicos	Grande parte destes compostos, mesmo em reduzidas concentrações, está associada a problemas de toxicidade.

Figura 2 - Determinações Químicas e Importância
Fonte: Von Sperling (1996); Jordão e Pessoa (1995).

O risco que um agente químico impõe ao ambiente aquático é avaliado através do julgamento científico da probabilidade dos danos que suas concentrações ambientais, conhecidas ou estimadas, podem causar. Nessa perspectiva, o conceito de segurança passa a ser entendido como o julgamento ponderado da aceitabilidade de risco, ou seja, um agente químico será considerado seguro se seus riscos forem julgados como aceitáveis (CETESB, 1990).

3.2.3 Caracterização Bacteriológica

Sabe-se que os germes dotados de potencial patogênico chegam às extensões de água através das excreções intestinais do homem e dos animais (PELCZAR, 1993). Certas espécies bacterianas, particularmente a *Escherichia coli* e organismos a ela relacionados e chamados coliformes, os *Estreptococos fecais* e o *Clostridium perfringens* são habitantes normais do intestino grosso do homem e dos animais, estando presentes, por isso mesmo, na matéria fecal. Assim, a presença de qualquer uma dessas espécies bacterianas na água evidencia poluição fecal, de origem humana ou animal. Se tais germes estão presentes na água, o acesso está aberto, também, para os agentes patogênicos, encontrados, igualmente, nas fezes.

Sendo variável a composição das águas residuais, espera-se que os tipos e os números de organismos também flutuem. O esgoto bruto contém milhões de bactérias por mililitro, incluindo os Coliformes (PELCZAR, 1993). Os esgotos também são uma fonte potencial de protozoários, bactérias e vírus patogênicos (PELCZAR, 1993).

As maiorias das espécies bacterianas encontradas nas águas são originárias do solo, embora existam bactérias cujo habitat natural é a água. Muitos desses microrganismos naturais do ambiente aquático formam comunidades que auxiliam na degradação da matéria orgânica e de substâncias poluentes proveniente de despejos urbanos, utilizando-os como nutrientes (ATLAS; et. al., 1998).

Para os microrganismos provenientes de outros ambientes, como do solo, do ar e de dejetos, a água se estabelece como um ambiente de transição, sendo que a composição, o tamanho e a sobrevivência destas populações microbianas dependem da sua habilidade em adaptarem-se às condições físico-químicas e biológicas diferentes das condições encontradas em seu ambiente natural (LIM, et. al.,1989).

O grupo Coliforme, designado por “Coliformes Totais”, tem sido usado como indicador para águas naturais e tratadas. Compreende bactérias Gram negativas, fermentadoras de lactose, não formadoras de esporos e que se desenvolvem a 37º C. O grupo de Coliformes Fecais (*Escherichia coli*) consiste num subgrupo no qual os organismos desenvolvem-se até 44,5ºC e as medidas destes organismos na água são relacionadas com riscos de contrair doenças gastrointestinais. Porém, essas doenças atualmente estão mais

fortemente associadas à presença de *Enterococcus* sp. Ao invés da *E. Coli* (BARREL et al., 2000).

A *E. coli* é uma bactéria aeróbia facultativa, pertencente ao grupo denominado Coliformes Fecais, da família *Enterobacteriaceae.* Apresentam-se como bastonetes Gram negativos. É a bactéria mais abundante do cólon e fezes, sendo utilizada, há muitos anos, como indicador de qualidade de águas. Sua presença indica contaminação fecal recente por animais de sangue quente (LEVINSON; JAWETZ, 1994). A *E. coli* enteropatogênica clássica é a primeira causa de diarréia em crianças e seu principal reservatório e fonte primária são as fezes humanas (TATE et al., 1990). É o mais freqüente causador de infecções hospitalares do trato urinário (LEVINSON; JAWETZ, 1994). Complementam Walter e Wernes (1985) que bactérias multirresistentes são comuns em alguns esgotos.

As *Pseudomonas* podem crescer na presença de altas concentrações de sal e são capazes de suportar a presença de antissépticos e detergentes em baixas concentrações (VIRELLA, 1990). As *Pseudomonas aeruginosa* são reconhecidas pela sua habilidade de resistir a desinfetantes, o que explica, em parte, seu papel nas infecções adquiridas em hospitais. Existem relatos destes organismos crescendo em detergentes, antissépticos e sabões (COSTAS et al., 1992).

Organismos indicadores convencionais, Coliformes Totais e Coliformes Fecais, são aceitos para águas altamente contaminadas, com concentrações maiores que 10^6 NMP.100 mL^{-1} (SILVEIRA, 2004). Alguns agentes patogênicos estão listados na Figura 3.

Por esse quadro observa-se que, devidas às propriedades apresentadas, alguns microrganismos mostram maior risco que outros em sua erradicação (CERQUEIRA, 1999).

Agente patogênico	Importância para a saúde	Persistência na água (a)	Resistência ao Cloro (b)	Dose Infecciosa Relativa (c)	Reservatório Animal
Bactérias					
Campylobacter jejuni	Considerável	Moderada	Baixa	Moderada	Sim
Escherichia coli	Considerável	Moderada	Baixa	Alta	Sim
Salmonela typhi	Considerável	Moderada	Baixa	Alta **(d)**	Não
Outras Salmonelas	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta	Sim
Shigella spp	Considerável	Breve	Baixa	Moderada	Não
Vibrio cholerae	Considerável	Breve	Baixa	Alta	Não
Yersina enterocolitica	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta **(?)**	Sim
Pseudomonas aeruginosa **(e)**	Moderada	Podem se multiplicar	Moderada	Alta **(?)**	Não
Aeromonas spp	Moderada	Podem se multiplicar	Baixa	Alta **(?)**	Não

(?): Não conhecido ou não informado.
(a): Período de detecção da fase infecciosa em água a 20 °C breve: até uma semana; moderada: de uma semana a um mês; Prolongada: mais de um mês.
(b): Quando a fase infecciosa se encontra em estado livre na água tratada com doses e tempos de contato tradicionais. Resistência moderada: o agente pode não ser completamente destruído; resistência baixa: o agente é destruído.
(c): Dose necessária para causar a infecção em 50% dos voluntários adultos sãos. Para alguns vírus pode bastar uma única unidade infecciosa.
(d): Segundo resultados de experimentos com seres humanos voluntários
(e): Principal via de infecção é a cutânea; oral para indivíduo imunodeficiente**.**

Figura 3 - Agentes microbiológicos com transmissão por via fecal-oral
Fonte: Cerqueira (1999).

3.3 EFLUENTE LÍQUIDO HOSPITALAR

Os problemas associados aos líquidos residuais gerados em centros de saúde tem sido motivo de preocupação internacional devido ao perigo de uma potencial propagação de enfermidades e aos riscos ambientais derivados da ausência de tratamentos adequados. Estes problemas transcendem o campo técnico-sanitário e envolvem aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais, entre outros (LA ROSA, 2000).

Os efluentes líquidos provenientes de hospitais representam um impacto sobre a saúde pública, cuja magnitude em âmbito científico, tem começado a evoluir nos últimos anos (BASSI; 2003).

A composição das águas residuais procedentes dos hospitais apresenta uma grande diversidade de substâncias químicas e materiais biológicos eliminados através da rede cloacal (PAZ, 2004). Embora a existência, ou não, de riscos para a saúde pública e ao meio ambiente seja uma controvérsia entre diversos autores, poucos são os trabalhos que efetivamente avaliam a composição destes efluentes (SILVEIRA, 2004).

Uma importante consideração, no que concerne a efluentes hospitalares, é a avaliação do porte do hospital, pois, baseado no número de leitos, pode-se estimar o volume de contribuição aos esgotos. Outro fator importante é o tipo de especialidade do hospital, pois, enquanto o número de leitos oferece uma idéia de quantidade, a especialidade fornece a dimensão qualitativa das características do esgoto (GUILHERM, 1993).

Dremont e Hadjali (1997) afirmam que os hospitais são grandes consumidores de água, quando comparados aos domésticos, pois, enquanto os valores médios per capita por dia de consumo doméstico é de 200 L, para hospitais, pode-se chegar a 1400 $L.leito^{-1}.dia^{-1}$.

Quanto às vazões geradas, medições realizadas no Hospital Universitário de Freiburg, Alemanha, com capacidade de 1400 leitos, indicam o valor médio de 600 $m^3.d^{-1}$, indicando a geração diária de 0,429 m^3 por leito, enquanto que, no Hospital Comunitário da mesma cidade, com capacidade de 450 leitos, a vazão média foi de 290 $m^3.d^{-1}$ o que significa a geração diária de 0,644 m^3 por leito (KÜMMERER et al., 1997).

No Hospital de Clínicas de Porto Alegre, com capacidade de 725 leitos, a geração de efluentes é de aproximadamente 27.000 $m^3.mês^{-1}$ o que corresponde a 1,241 $m^3.d^{-1}$ por leito (ORTOLAN, 1999).

Machado-Homem (1986) levanta a questão de que os efluentes hospitalares seriam possíveis disseminadores de microorganismos patogênicos, além de veicularem grandes concentrações de antibióticos e demais medicamentos via excreta de pacientes.

Leprat (1999), na avaliação de efluentes do Complexo Universitário Hospitalar de Limoges, observou que a contagem total de microrganismos deste efluente é menor do que a observada em esgotos domésticos. Esta redução foi atribuída às grandes concentrações de substâncias cloradas, metais pesados, além de outros com propriedades tóxicas e bactericidas. No entanto, observa que os microrganismos presentes são, em geral, multirresistentes, provavelmente em uma função adaptativa destes ao ambiente onde se encontram. Estes organismos podem constituir-se em vetores de risco à saúde pública, adverte o autor.

O esgoto hospitalar é composto por dejetos humanos, os quais, por estarem em um ambiente propício ao desenvolvimento de doenças, possuem um grande número de microrganismos patogênicos e multi-droga resistentes (BRATFICH, 2005).

Estão incluídos nestes efluentes a água de lavagem de materiais contaminados, os dejetos de limpeza de superfícies e pisos misturados a soluções desinfetantes, a água da lavanderia, as águas das caldeiras, os resíduos de procedimentos do centro cirúrgico, dos ambulatórios, do laboratório de análises clínicas e anatomopatológico. Esses dois últimos, devido a grande quantidade de substâncias reagentes empregadas, apresentam quantidades consideráveis de fenóis, ácidos e produtos enzimáticos gerados nas reações bioquímicas (BRATFICH, 2005).

Alguns resíduos farmacêuticos gerados nas unidades hospitalares, contêm substâncias biologicamente ativas. Estas podem provocar modificações no meio ambiente, mesmo quando presentes em concentrações mínimas. Antibióticos, por exemplo, podem induzir ao fenômeno de seleção de bactérias resistentes. Alguns despejos podem conter derivados clorados, fenólicos e sintéticos, muitas vezes utilizados na lavagem e desinfecção das unidades hospitalares (SILVEIRA, 2004).

Nos laboratórios de análises clínicas, quando ocorrem os descartes das amostras analisadas na rede coletora de esgotos, é notório que a carga orgânica desse efluente é considerável, em função da presença de sangue e hemoderivados, pedaços de tecidos, urina, secreções, entre outros (SILVEIRA, 2004).

A presença de patógenos em águas poluídas, tratadas ou não, representa considerável risco à saúde da população em geral. Embora grandes avanços tenham sido realizados no que se refere a tratamento de águas e esgotos, doenças de veiculação hídrica ainda causam sérios danos à saúde humana. Microrganismos patogênicos infectam cerca de 250 milhões de pessoas a cada ano, resultando em 10 a 20 milhões de mortes (TOZE, 1999).

O uso massivo de drogas antibacterianas em hospitais tem efeitos profundos nos hospedeiros que recebem estas drogas e nas bactérias expostas a estes agentes (EICKHOFF, 1992; ENA, 1977). Nestes ambientes, alterações na suscetibilidade podem ocorrer devido às altas taxas de colonização bacteriana e consumo de antibióticos (GENTRY, 1991). Mesmo durante quadros de infecção hospitalar, o abuso dos antibióticos pode levar a uma seleção dos microrganismos resistentes (ENA, 1997). A erradicação ou a redução das populações suscetíveis promove um grande crescimento das bactérias intrinsecamente resistentes. Nos hospitais, onde o consumo de antibióticos é crescente, a população de microrganismos possui

um alto nível de resistência. Assim, as infecções adquiridas nestes locais são, geralmente, mais severas do que as adquiridas na comunidade (ENA, 1997).

Como o uso de antibióticos parece ser o maior determinante dos níveis de resistência dos microrganismos, tanto providos da comunidade como dos hospitais, os dados de farmácias hospitalares representam a fonte mais simples e mais barata de se obter informações sobre a utilização de antibióticos na instituição hospitalar. A utilização racional dos antimicrobianos, dentro de um hospital, prolonga a sua utilidade. Assim, medidas restritivas, neste sentido, resultam em um impacto positivo, tanto para os pacientes e microrganismos, quanto para a racionalização dos recursos econômicos da instituição hospitalar (ENA, 1997). Há uma relação direta entre os dados de consumo de antibióticos e o comportamento de resistência antibiótica observado nos microrganismos de efluentes hospitalares (RANCAÑO et al, 1982).

Kümmerer et al. (2004) ressaltam a dificuldade em avaliar o impacto que antibióticos, desinfetantes e citotoxinas podem causar em bactérias presentes em amostras ambientais. Realizando testes de inibição respiratória padronizados, os autores avaliaram a resistência bacteriana a uma série de antibióticos e constataram que o risco é subestimado quando as amostras provêm de efluentes ou lodos. Dependendo do modo de ação do antibiótico e dos mecanismos de resistência, determinados grupos de bactérias são afetados pelos compostos ativos enquanto outros não. Resultados somente são viáveis se aplicados aos diferentes organismos separadamente.

Omari et al. (1997), em monitoramentos concluiu que: no padrão de infecções adquiridas em hospitais, há um predomínio de bactérias Gram negativas, especialmente *E. coli*, *Klebsiella* spp, seguidas de *S. aureus* que é a Gram positiva predominante. A maioria destas infecções apresentavam resistência múltipla aos antimicrobianos convencionais.

Drogas antineoplásicas, como a cisplatina e a carboplatina, foram introduzidas na década de 1970 para o tratamento de tumores em órgãos reprodutores, sendo sua utilização como quimioterápico mais ampla atualmente. Após a administração, de 10 a 20% da carboplatina liga-se a proteínas; de 50 a 75% é excretada na urina em 24 horas e entre 31 e 85% da cisplatina é excretada nos primeiros 50 dias (KÜMMERER; HELMERS, 1997).

Os efluentes hospitalares apresentam pouca diferença em relação aos efluentes domésticos em se tratando de concentração de matéria orgânica, ou seja, (DQO ou DBO, metais ou pH e ambos são, geralmente, enviados para mesma estação de tratamento). Contudo, a presença de substâncias como drogas, desinfetantes e químicos apresentam-se em elevadas concentrações nas águas residuárias hospitalares (KÜMMERER et al., 1999).

La Rosa et al. (2000) citam concentrações de fenóis acima de 0,1mg.L^{-1} em amostras de efluente hospitalar coletadas em distintos pontos no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, atingindo valores de até 0,828 mg.L^{-1}.

White e Rasmussem (1998) demonstraram que a carga genotóxica de uma estação de tratamento de efluentes municipais pode ser muito maior do que a lançada por indústrias. Os efluentes municipais possuem uma variedade de fontes geradoras, entre as quais estão as descargas domésticas e hospitalares. Os efluentes de origem hospitalar lançam uma diversidade de resíduos associados à excretas de pacientes que, podem conter vários produtos com atividade mutagênica (SOUZA et al., 1987).

Uma considerável quantidade de substâncias genotóxicas é liberada através dos efluentes hospitalares, entre as quais estão as drogas anti-neoplásicas, consideradas de risco para o homem e o meio ambiente (GIULIANI et al., 1996). Os efluentes hospitalares são fontes conhecidas de muitas substâncias químicas potencialmente genotóxicas, como drogas anti-neoplásicas, restos de medicamentos e desinfetantes (HARTMANN, 1997).

Além dos fármacos, uma grande variedade de substâncias é utilizada com propósitos médicos para diagnosticar doenças, como por exemplo, os contrastes. Estas substâncias geralmente contêm pigmentos e anilinas associadas ao princípio ativo que, após aplicação são excretadas não metabolisadas pelos pacientes, tendo como destino final, a estação de tratamento de efluentes. Determinadas drogas antitumor não são biodegradáveis, chegando diretamente aos mananciais. Medicamentos não utilizados são também muitas vezes lançados na rede de esgotos (KÜMMERER, 2001). Resíduos de antibióticos, gerados nas unidades hospitalares, contém substâncias biologicamente ativas. Estas podem provocar modificações no meio ambiente, mesmo quando presentes em concentrações mínimas. Antibióticos, por exemplo, podem induzir ao fenômeno de seleção de bactérias resistentes. Alguns despejos

podem conter derivados clorados, fenólicos e sintéticos, muitas vezes utilizados na lavagem e desinfecção das unidades hospitalares (SILVEIRA, 2004).

A formação de compostos orgânicos halogenados é atribuída, principalmente, à presença de contrastes para análises de raios-X, com elevados teores de iodo. Essas soluções de contrastes são injetadas ou aplicadas por via oral, sendo excretadas pelo organismo em um curto período de tempo, sem mudanças na sua estrutura (SPREHE et al., 2000).

Diferentes substâncias têm sido detectadas em efluentes de estações de tratamento e sistemas aquáticos como rios, lagos e águas subterrâneas. Incluem hormônios, lipídeos reguladores, antibióticos, drogas anticâncer e outros compostos citotóxicos, antiepiléticos e reguladores de pressão (KÜMMERER, 2001). O risco de muitos fármacos pode ser comparado ao de pesticidas.

Metais pesados, como por exemplo, os desinfetantes e preservativos que contém mercúrio, agentes citostáticos com platina e contrastes a base de gadolínio, tendo em vista que não são degradáveis e altamente tóxicos em alguns estudos de oxidação (SILVEIRA, 2004).

Antibióticos e desinfetantes provocam distúrbios nos processos biológicos de tratamento e na ecologia microbiana de águas superficiais. Desde 1980 a presença de fármacos em águas superficiais e em estações de tratamento de esgotos tem sido relatada e, mais recentemente, em águas subterrâneas e a de abastecimento (KÜMMERER, 2000). Segundo Vargas et al. (1985), além do uso indiscriminado de antibióticos de amplo espectro e antibiótico-profilaxia, o uso de antissépticos de limitada atividade bactericida pode atuar selecionando linhagens resistentes aos antimicrobianos.

Estudos de ecotoxicidade com *Ceriodaphnia dubia* dos efluentes gerados no Hospital de Clinicas de Porto Alegre apresentam efeito agudo numa faixa de concentração de 7 a 12% e toxicidade crônica numa faixa de 2,5 a 8%, o que os caracterizaram como altamente tóxico. Comparando com esgotos domésticos, o efeito agudo somente foi detectado após concentração de 25% e não foi constatado efeito de toxicidade crônica (RAYA-RODRIGUEZ et al., 2001).

Conforme Lazarova et al. (1999), a crescente detecção de patogênicos relacionados a doenças de veiculação hídrica restringe cada vez mais os padrões de lançamento

microbiológicos. Sendo assim, os processos de desinfecção devem, além de garantir a eliminação de ampla variedade de patogênicos com vistas a atingir os objetivos qualitativos das águas, considerarem fatores adicionais como custos, equipamentos e geração de subprodutos tóxicos.

Os últimos 50 anos têm sido marcados pelo contínuo desenvolvimento e introdução de novos potentes agentes antimicrobianos e pela crescente disseminação de resistência a antibióticos entre bactérias patogênicas. Inicialmente, a expectativa era de que estas drogas terminariam de modo definitivo com as doenças infecciosas, no entanto, a flexibilidade genética destes organismos permitiu sua sobrevivência mesmo em ambientes hostis (EICKHOFF, 1992).

A caracterização do efluente líquido de hospitais de Porto Alegre não foi ainda realizada, sendo todo o conhecimento disponível baseado em estudos realizados em outros locais, com condições sócio-econômicas, climáticas e de saneamento ambiental diferenciadas (LA ROSA et al., 2001).

3.4 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS UTILIZADAS EM HOSPITAIS

Atualmente, o cloro gasoso constitui-se no desinfetante químico mais utilizado na desinfecção de água potável. Também são utilizados desinfetantes, tais como: hipoclorito de sódio ou cálcio, ozônio, dióxido de cloro, cloraminas, permanganato de potássio, a mistura ozônio/peróxido de hidrogênio, íon ferrato, ácido paracético e outros agentes em fase de pesquisa como sais de prata, sais de cobre e detergentes (DANIEL, 2001).

O desenvolvimento da desinfecção de esgotos ocorreu paralelamente com o da água potável. A primeira aplicação de cloro em esgotos ocorreu em 1879, na Inglaterra, quando cal clorada foi empregada para tratar fezes de doentes com febre tifóide. Na década de 1980, o protozoário *Giardia lamblia* foi identificado como importante patogênico de veiculação hídrica e, na última década, houve a identificação *de* outro protozoário, o *Cryptosporidium parvum*. Ambos são resistentes aos desinfetantes químicos tradicionais, trazendo com isso avanços nas técnicas físicas de remoção de organismos (JACANGELO; TRUSSELL, 2001).

Através do processo de desinfecção, a inativação microbiana é conseqüência de modificações bioquímicas sofridas pela população de organismos. A natureza dessas mudanças é dependente da população presente e do desinfetante aplicado. Por conseguinte todos os desinfetantes têm a habilidade de induzir mudanças químicas, que podem persistir após o término do processo, alterando a toxicidade do efluente (BLATCHLEY et al., 1997).

As células bacterianas vegetativas oferecem três amplas regiões para interação dos biocidas: parede celular, membrana citoplasmática e citoplasma. O acesso dos biocidas a essas regiões é determinado pelo material extracelular, morfologia celular e composição química sendo que, variações fenotípicas na fisiologia celular podem causar resistência intrínseca (DENYER; STEWART, 1998).

A ação do biocida requer, após interação inicial com a célula, a participação desse composto sorvido pelo sítio atacado, seguido pela acumulação em níveis que provoquem danos. Essa característica é fortemente dependente das propriedades físico-químicas do biocida. As etapas de sorção e acumulação raramente são eventos instantâneos, podendo ser influenciados por fatores como concentração do biocida, temperatura, formulação e pH (DENYER; STEWART, 1998).

Segundo Langsrud et al. (2003), estudos provenientes de indústrias alimentícias mostram que o uso de certos desinfetantes tem fixado uma pressão seletiva e contribuído para o surgimento de microrganismos resistentes a estes produtos químicos. A exposição de bactérias a concentrações subletais de desinfetantes auxilia no acréscimo desta resistência e, como agravante, ainda podem se desenvolver organismos com resistência cruzada aos desinfetantes e antimicrobianos.

O cloro e seus compostos apresentam características atrativas que contribuem para o seu elevado uso: a inativação de diferentes patógenos encontrados na água; manutenção de concentração residual facilmente medida e controlada; é econômico; e há ampla divulgação de sua eficácia em sistemas de tratamento (US EPA, 1999).

De acordo com AMARAL (2000), as substâncias químicas com ação antimicrobiana comumente utilizadas em hospitais são: hipoclorito de sódio (soluções a 1,0%); formaldeído (solução a 4,0%) álcool etílico (hidratado 77%); iodo (soluções alcoólicas 0,5 – 2,0%);

clorexidina (soluções de digluconato de clorexidina 0,5 – 2,0% ou sabonete líquido a 4%); e sais de amônio quaternário (soluções ou sabonete líquido com 0,1 –5,0%)

3.4.1 Hipoclorito de Sódio

A grande utilização do hipoclorito de sódio como desinfetante deve-se ao seu amplo espectro de ação. Possuindo ainda ação contra alguns fungos, leveduras, algas e protozoários (BRASIL, 1994). Em soluções aquosas há a formação de ácido hipocloroso (HOCl), e íon hipoclorito (OCl-) o qual reage com proteínas celulares ou sistemas enzimáticos causando forte oxidação, promovendo a ruptura das estruturas celulares. Segundo o Ministério da Saúde (1994), a descontaminação e desinfecção de superfícies das unidades de diálise, hemodiálise, banco de sangue, laboratórios ou qualquer superfície contaminada devem ser realizadas com solução contendo 1,0% de cloro ativo.

Tsai e Lin (1999) testaram a desinfecção de lodo proveniente de estação de tratamento de efluentes hospitalares com hipoclorito e dióxido de cloro. Os resultados indicaram que o hipoclorito é melhor desinfetante para inativação de coliformes e que melhores resultados foram obtidos tratando menores concentrações de lodo.

3.4.2 Formaldeído

Segundo Amaral (2000), o formaldeído é utilizado com o objetivo de reduzir os fungos filamentosos predominantes no ambiente, devido ao efeito dos vapores produzidos por esta substância pois possui alta toxicidade.

3.4.3 Álcool Etílico

O álcool etílico possui efeito bactericida, fungicida e viricida, mas apresenta pouca atividade contra esporos bacterianos. Seu mecanismo de ação está baseado na desnaturação protéica. A efetividade do álcool etílico é aumentada com a adição de iodo na solução hidro-alcoólica. Denominada de solução de álcool–iodado, sendo muito utilizada em laboratórios de

microbiologia e em hospitais, para assepsia das mãos e desinfecção de superfícies (RUSSEL, 1982).

3.4.4 Iodo

O iodo possui ação bactericida, fungicida, esporocida e viricida (MARTINDALE, 1996). Sua ação se deve à inativação enzimática, causada pela interação do iodo com as proteínas celulares. O iodo pode interagir com uma cadeia polipeptídica de vários modos, mas os mecanismos de ação não estão totalmente elucidados. O iodo reage com substâncias orgânicas ocorrendo uma diminuição de sua efetividade. Uma forma comum do uso do iodo é com os iodóforos. São detergentes não-iônicos, onde o iodo está disperso na forma de agregados micelares, atenuando seu poder corante (RUSSEL, 1982).

3.4.5 Clorexidina

A clorexidina é um dos antissépticos e desinfetantes mais comuns nas rotinas de desinfecção e assepsia em hospitais. Esta substância pode estar nas formas de cloridrato, acetato ou digluconato, sendo esta última a mais utilizada, devido a sua maior solubilidade em água. Algumas espécies de *Pseudomonas* são suscetíveis a ela. A clorexidina possui maior atividade em pH próximo da faixa de neutralidade, sendo adsorvida pelas paredes celulares dos microrganismos causando sua lise. Reage também na membrana celular alterando sua permeabilidade. Apresenta atividade principalmente contra *Staphylococcus* sp*, Streptococcus* sp*, Candida albicans, Escherichia coli* (DOEBBELING, 1992).

3.4.6 Sais de Amônio Quaternário

Os compostos de amônio quaternário são também usados como antissépticos e desinfetantes em preparações farmacêuticas ou saneantes domissanitários. São detergentes catiônicos, possuindo uma região hidrofílica e uma hidrofóbica em sua estrutura molecular. Apresentam atividade contra bactérias Gram-positivas não esporuladas e, em altas

concentrações apresentam atividade contra as gram-negativas, exceto contra *Pseudomonas aeruginosa* (RUSSEL, 1982).

3.4.7 Ácido Peracético

O ácido peracético, assim como os peróxidos, possui ação oxidante forte, apresentando como principal vantagem a ação efetiva contra fungos filamentosos, os quais possuem resistência ao tratamento com hipoclorito de sódio.

3.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA GESTÃO E USO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Brasil detém quase 15% da reserva hídrica do Planeta, com disponibilidade de 180.000 m^3/s. Também possui os maiores recursos mundiais, tanto superficiais quanto os subterrâneos. Para que essa imensa riqueza seja administrada, foram formulados leis, decretos e resoluções que regem a gestão e o uso de recursos hídricos (SOARES, 2004).

Conforme a Constituição Federal (BRASIL, 1988), em seu art. 225:

> Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
>
> § 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:
>
> V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Lei Federal nº 9605, também conhecida como lei dos Crimes Ambientais (1998) Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas da conduta e atividade lesiva ao meio ambiente.

Considerando a necessidade de aprimoramento, atualização e complementação dos procedimentos contidos na Resolução CONAMA Nº 05, de 5 de agosto de 1993, relativos ao tratamento e destinação final dos resíduos de serviços de saúde, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente, a Resolução Nº 283 de 12 de julho de 2001, dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde, classificando como resíduo do Grupo A, entre outros: - excreções, secreções, líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes; e resíduos de sanitários de pacientes.

A mesma Resolução CONAMA, 283 em seu art.1º define resíduos de serviços de saúde, entre eles: - aqueles provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; - aqueles provenientes de centro de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde. Em seu inciso IV, do mesmo artigo, define sistema de Destinação Final de Resíduos de Serviços de Saúde como sendo o conjunto de instalações, processos e procedimentos que visam a destinação ambientalmente adequada dos resíduos em consonância com as exigências do órgão ambientais competentes. Em seu art. 2º, reforça a aplicação, aos estabelecimentos que geram resíduos de acordo com o inciso I do art. 1º.

Conforme art. 10, a implantação de sistemas de tratamento e destinação final de resíduos, a que se refere esta Resolução, fica condicionada ao licenciamento, pelo órgão ambiental competente, em conformidade com a legislação vigente. Parágrafo único: Os efluentes líquidos, provenientes dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, deverão atender às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais competentes.

Determina ainda, conforme art. 12, os resíduos do Grupo A, definidos nesta Resolução, deverão ter disposição final de forma a assegurar a proteção ao meio ambiente e a saúde pública. Parágrafo 1º Para fins de disposição em locais devidamente licenciados pelo órgão ambiental competente, os resíduos referidos no caput devem ser submetidos a processos de tratamento específicos de maneira a torná-los resíduos comuns, do grupo D.

A Resolução do CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986, classifica as águas do Território Nacional em águas doces com salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰; salobras com salinidade igual ou inferior a 0,5 e 30‰ e salinas com salinidade igual ou superior 30%. Em seu artigo 1º enquadra as águas, segundo usos preponderantes, em nove classes. Art. 21: Os

efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam às seguintes condições: entre outras, determina tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microrganismos patogênicos. Esta Resolução foi revogada pela Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

A Resolução CONAMA Nº 357, art. 3º as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. O capítulo IV – Das condições e padrões de lançamento de efluentes, art. 24: Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis. Reforça, ainda, o art.36: Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Conforme Resolução CONAMA Nº 357, art. 4º As águas doces são classificadas em: Classe especial; Classe 1, Classe 2 e classe 3. O artigo 42 diz: Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doce será considerado classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. O enquadramento do Lago Guaíba ainda não foi aprovado, por conseguinte é considerado classe 2.

Na Resolução CONAMA n° 358, de 29 de abril de 2005, dispõe sobre o tratamento e a disposição final de resíduos dos serviços de saúde e dá outras providencias. Considera a necessidade de aprimoramento, atualização e complementação dos procedimentos contidos na Resolução 283, de 12 de julho de 2001, bem como, divide inicialmente resíduo sólido de serviço de saúde em classes A, B, C, D e E.

Resíduos do Grupo A: resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar riscos de infecção:

- Resíduos provenientes de laboratórios de análises clínicas;
- Sangue e hemoderivados e resíduos que tenham entrado em contato com estes;
- Excreções, secreções, líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes;
- Resíduos de sanitários de pacientes;
- Resíduos advindos de área de isolamento;

Seu artigo 11 determina: – Os efluentes líquidos provenientes dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, para serem lançados na rede pública de esgoto ou corpo receptor, devem atender às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores dos recursos hídricos e de saneamento competentes.

A Lei Estadual n º 11.520, de 03 de agosto de 2000, institui o Código Estadual do Meio Ambiente contemplando o problema do descarte de efluentes.Art. 137 – Todos os esgotos deverão ser tratados previamente quando lançados no meio ambiente.

A Lei Nº 10.099 de 07 de fevereiro de 1994 dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde e dá outras providências, classifica como Grupo A, entre outros: excreções e líquidos orgânicos; resíduos de sanitários de unidades de internação e de enfermaria.

A Portaria Nº 05/89 – SSMA, Aprova a Norma Técnica SSMA Nº 01/89 – DMA, que dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do Estado do Rio Grande do Sul.

Norma Técnica nº - SSMA nº 01/89 – referente a critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos, com objetivo de reduzir a carga poluidora lançada nos recursos hídricos do Estado do Rio Grande do Sul. Determina que: os efluentes líquidos de fontes poluidoras somente poderão ser lançados nos corpos d'água, direta ou indiretamente, desde que obedeçam a parâmetros gerais e concentrações máximas, conforme Anexo A.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos descritos a seguir foram utilizados com fins de análise de efluentes líquidos gerados em hospitais no município de Porto Alegre.

Para determinação dos hospitais considerou-se como critério diferentes tipos de atendimento. Sendo então definidas as seguintes especialidades hospitalares: Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral.

A execução do trabalho foi dividida em três etapas: elaboração e aplicação da Pesquisa de Dados; Coletas das amostras; avaliação de resultados.

4.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA PESQUISA DE DADOS

A Pesquisa de dados foi realizada juntamente com a Engenheira Química Fátima Rosele Evaldt, sob orientação da Professora Drª. Gelsa E. Englert e parecer técnico da área de enfermagem. Esta pesquisa teve por objetivo a padronização de informações sendo direcionado os questionamentos a dados necessários a avaliação de descarte de efluentes líquidos especificamente originados em hospitais, bem como informações úteis a sua caracterização tais como: informações sobre a geração, indicadores da composição físico-química e bacteriológica e destinação dos efluentes líquidos descartados em cada especialidade hospitalar. O formulário aplicado está apresentado no Apêndice A.

4.2 COLETA E AMOSTRAGEM

4.2.1 Pontos de Coleta

Os quatro hospitais trabalhados não apresentam tratamento prévio ao descarte de seus efluentes líquidos gerados.

As caixas de inspeção de esgoto bruto foram indicadas e sua abertura acompanhada por funcionários do setor responsável pela manutenção de cada hospital trabalhado. O hospital

de Traumatologia apresentou três saídas de efluente, demonstrado na Figura 4, todas com destino à rede coletora pública de esgotos e os Hospitais com especialidades de Pneumologia, Oncologia e Geral, representados nas Figuras 5, 6 e 7, respectivamente, apresentaram apenas uma saída, também com destino à rede coletora pública.

Ponto 1A

Ponto 2A

Ponto 3A

Figura 4 - Pontos de Coleta de efluente no Hospital com especialidade de Traumatologia, locais onde foram realizadas as amostragens.

Figura 5 - Ponto de coleta de efluente - Hospital com especialidade de Pneumologia, local onde foi realizada a amostragem.

Figura 6 - Ponto de coleta de efluente – Hospital com especialidade de Oncologia, local onde foi realizada a amostragem

Figura 7 - Ponto de coleta de efluente – Hospital com especialidade Geral, local onde foi realizada a amostragem

4.2.2 Amostragem

Para avaliação do efluente líquido gerado nos hospitais de Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral, foram coletadas amostras simples para análise bacteriológica e amostras compostas com fins de análise físico-química diretamente das caixas de inspeção nas seguintes datas: 14 de julho e 30 de outubro de 2002 e 29 de janeiro, 09 de abril e 30 de julho de 2003. As coletas foram realizadas, com utilização de EPIs

apropriados para esta tarefa, por técnico capacitado, funcionário do laboratório responsável pelas análises físico-químicas e bacteriológicas e supervisionadas pela responsável pela pesquisa. Todas as coletas foram realizadas em período diurno.

Foram realizadas cinco amostras simples, para cada hospital, com fins de análise bacteriológica. As amostras foram coletadas em frasco de vidro borossilicato, estéril, aberto no instante de recebimento do efluente coletado e fechado em momento seguinte, com volume de 500 mL cada, sempre no período da tarde aproximadamente às 16 horas. As amostras coletadas foram preservadas, em gelo, em temperatura de 4 a 10º C no período de transporte do ponto de coleta ao laboratório.

Foram realizadas cinco coletas compostas com fins de análise de elementos físico-químicos para cada especialidade de hospital. As coletas constituintes de amostras compostas foram realizadas no mesmo dia, com intervalo de duas horas cada nos horários aproximados de 8h, 10h, 12h, 14h, 16h. Cada amostra composta constituiu-se de cinco coletas de 500 mL. Utilizou-se frasco estéril de polietileno de alta densidade, aberto no momento da coleta e fechado logo a seguir. No período intermediário a realização de coletas, para constituição de amostra compostas, o volume já coletado foi mantido em caixa de isopor, com gelo à temperatura na faixa de 4º a 10ºC. Esta temperatura foi mantida, após a última coleta, por tempo de aproximadamente 2 horas, período em que ocorreu o deslocamento até o laboratório onde se deu o imediato inicio das análises.

4.3 ANÁLISES

O processamento das análises físicas, químicas e bacteriológicas foi realizado por técnicos do Laboratório ALAC, localizado no município de Garibaldi, RS, sendo este credenciado pela FEPAM.

Os métodos para análise de águas não potáveis seguiram os padrões indicados no Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater (2001).

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados, são indicados na Portaria SSMA Nº. 05 de 16 de março de 1989, para análise de fontes poluidoras que lancem

seus efluentes líquidos nos corpos d'água interiores do Rio Grande do Sul e apresentados no Anexo A.

As determinações e métodos utilizados nas análises físicas e químicas estão indicados na Figura 8. As metodologias utilizadas para cada determinação estão referenciadas no Apêndice B.

Determinação	Método Analítico
pH	Potenciometria
Cianetos, Fluoretos, Nitrogênio total	Íon seletivo
Cor	Colorímetro
Cromo Hexavalente, Fósforo Total	Colorimetria
DBO_5	Método Wincler
DQO	Refluxo aberto
Fenol	Cromatografia Gasosa
Óleos e graxas, Sólidos Suspensos	Gravimetria
Sólidos Sedimentáveis	Cone Inhoff
Sulfitos	Colorimétrico
Sulfetos	Titulometria
Alumínio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Estanho, Ferro, Molibdênio, Manganês, Níquel, Lítio, Prata, Selênio, Vanádio, Zinco	Absorção Atômica com forno de grafite
Mercúrio	Gerador de Hidretos

Figura 8 - Determinações e Métodos utilizados nas análises físicas e químicas

A análise microbiológica dos efluentes líquidos trabalhados seguiu a descrição do Standart Methods for the examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 2001), para determinação do índice de Número Mais Provável (NMP), cujo limite de confiança é de 95%. Utilizou-se a metodologia de Tubos Múltiplos nas análises de Coliformes Fecais e Coliformes Totais.

4.4 QUANTIFICAÇÃO DE CARGA POLUIDORA

A equação 1, se expressa em termos de massa por unidade de tempo sendo então:

Carga (kg/d) = vazão (m^3/d) x concentração (mg/L) /1000 (1)

4.5 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Foram trabalhados estatisticamente os resultados das análises de pH, DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais em virtude dos resultados serem significativos para o tratamento biológico do efluente.

Para as análises estatísticas utilizou-se o teste ANOVA, análise de variância com cinco amostras por grupo em quatro grupos, para o nível de significância de 0,05. Os cálculos foram realizados no software Microsoft Office XP, Excel.

O resultado do teste ANOVA indica o valor estatístico de "F". Para saber se os resultados são significativos, a probabilidade "P" deve apresentar um valor menor que 0,05. Para encontrar o F crítico, é preciso conhecer o número de graus de liberdade, que está associado ao tamanho da amostra. A variância "dentro" é calculada dividindo-se a soma das variâncias pelo número de amostras. Cada variância de cada amostra é calculada dividindo-se a soma dos desvios quadráticos. A variância "entre" é calculada pela soma dos desvios quadráticos das médias com relação à média.

Pode-se interpretar os resultados do teste Anova da seguinte maneira:

- Se Fc > F, as amostragens (Linhas) são consideradas iguais. Se Fc < F, então existe diferenças significativas entre as amostragens.

- Se Fc > F, as especialidades (colunas) Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral são consideradas iguais. Se Fc < F, então existe diferenças significativas entre as especialidades.

4.6 REGISTROS FOTOGRÁFICOS

As fotografias foram tiradas com máquina fotográfica DC290 Zoom Digital Câmara, marca Kodak.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de resultados foi dividida em: obtenção de dados gerais dos hospitais avaliados, identificação e seleção de informações úteis aos resultados das análises; caracterização do efluente hospitalar bruto, tratamento estatístico dos resultados de pH, DBO_5, DQO, Nitrogênio total, Fósforo total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais, e aplicação da Portaria SSMA Nº5, de 16 de março de 1989.

5.1 DADOS GERAIS DOS HOSPITAIS AVALIADOS

As informações obtidas através da Pesquisa de Dados aplicada nos hospitais com as respectivas especialidades de Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral encontram-se agrupadas. Dados complementares como ano de início de funcionamento, localização, área construída e convênios atendidos estão dispostos na Figura 9. Estas informações são necessárias para o melhor entendimento sobre a geração e destinação do efluente líquido hospitalar.

Respostas	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
Início de funcionamento	1944	Não respondido	Não respondido	1803
Localização: zona	urbana	urbana	urbana	urbana
Área construída	9.200 m²	6.340,22 m²	17.047 m²	84.500 m²
Convênios	SUS	SUS, UNIMED, ABB, IPE, Bradesco, outros	SUS, UNIMED, ABB, IPE, Bradesco, outros	SUS, UNIMED, ABB, IPE, Bradesco, outros

Figura 9 - Dados gerais obtidos na Pesquisa aplicada nos hospitais

5.1.1 Consumo de Água

Uma das características dos hospitais é o elevado consumo de água. O número de leitos é um significativo indicador do volume consumido. Conforme Von Sperling (1996), o consumo médio de água para um estabelecimento hospitalar é de 300 a 1000 $L.dia^{-1}.\ leito^{-1}$.

As respostas da pesquisa aplicada aos hospitais, representada na Figura 10, que fornece dados relevantes em relação ao consumo de água, favorecendo a quantificação e comparação de consumo.

Respostas	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
Número de leitos	133	95	200	1241
Serviços terceirizados	Lavanderia Serviço interno	Lavanderia Serviço externo	Lavanderia Serviço externo	Lavanderia Serviço interno
Número de atendimentos /dia	600	182	803	2.725
Fonte de abastecimento de água	Rede pública	Rede pública	Rede pública	Rede pública
Volume de água consumido – Média dia	$132m^3.d^{-1}$	$32\ m^3.d^{-1}$	$60m^3.d^{-1}$	$480m^3.d^{-1}$
Material da tubulação	PVC e aço galvanizado	PVC	PVC	PVC

Figura 10 - Dados relacionados ao consumo de água nos hospitais

A Figura 10 apresenta menor volume de água consumido para as especialidades de Pneumologia, Oncologia, Traumatologia e Geral. O hospital com especialidade Geral indicou um maior número de atendimentos por dia entre as demais especialidades. Deve-se observar que todos os hospitais trabalhados são abastecidos pela rede pública de água.

A Tabela 1 apresenta o consumo de água por dia e por mês, nos hospitais, considerando o número de leitos.

Tabela 1 - Consumo de água em relação ao número de leitos por especialidade de hospital

Consumo de água	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
	133 leitos	95 leitos	200 leitos	1.241 leitos
Por dia	132 m³	32 m³	60 m³	480 m³
Por leito.dia^{-1}	0,992 m³	0,336 m³	0,300 m³	0,386 m³
Por mês	3.960 m³	960 m³	1.800 m³	14.400 m³
Por leito.mês^{-1}*	29,760 m³	10,08 m³	9 m³	11,58 m³

*Considerou-se o mês de 30 dias para efeito de cálculo.

Por meio da informação de consumo diário de água, pode-se verificar que os quatro hospitais trabalhados apresentam um consumo superior à média de consumo doméstico, 200 L^{-1}hab.dia e inferior 1.400 L.leito^{-1}.dia^{-1} equivalente à média de consumo, para hospitais, apresentada na literatura. Segundo Von Sperling (1996), o consumo de água para hospitais por leito encontra-se na faixa de 0,3 a 1 m³ por dia. Não obstante o consumo por leito por dia apresentado nos hospitais enquadrar-se na literatura, o consumo de água por leito.dia^{-1} do hospital de Traumatologia apresenta-se elevado em relação aos demais, 0,992 m³. Uma possível justificativa encontra-se no pronto atendimento de sua especialidade, o qual não se caracteriza por um hospital de internação para tratamento prolongado e sim apenas urgências e emergências e consequentemente a rotatividade de pacientes por leito apresenta-se maior. Há também um volume correspondente ao serviço na lavanderia localizada internamente ao Hospital. O hospital de Traumatologia apresenta uma média diária de 600 atendimentos, indicando um consumo médio de 0,22 m³ por atendimento.

Os hospitais de Pneumologia e Oncologia, não dispõem de lavanderia interna, entretanto apresentam número de atendimento médio de 182 e 803 pacientes por dia, respectivamente. Estas informações indicam para Pneumologia um consumo médio de água de 0,17 m³ por atendimento e para Oncologia um consumo médio de água de 0,074m³ por atendimento. O hospital com especialidade Geral apresenta um atendimento médio de 2.725 pessoas equivalendo a 0,176 m³ de consumo de água por atendimento. Uma hipótese para justificar o resultado em ralação ao baixo consumo médio por atendimento encontrado no Hospital de Oncologia pode estar na própria especialidade, onde os atendimentos para realização de exames quimioterápicos e radioterápicos por dia não significam internações e sim uma situação semelhante ao hospital Geral. Outra informação decisiva é a operação de lavanderia nos prédios dos hospitais de Traumatologia e Geral e a inexistência deste serviço realizado nos prédios dos hospitais de Pneumologia e Oncologia.

5.1.2 Geração de Efluentes Líquidos

A estimativa de geração de efluentes líquidos hospitalares corresponde aproximadamente ao consumo de água. No caso dos hospitais estudados Oncologia e Pneumologia não apresentam operação interna da lavanderia, Traumatologia e Geral, apesar do serviço ser terceirizado, há operação interna das lavanderias e descarte de suas águas servidas. O efluente hospitalar também é composto pelos resíduos líquidos e semi-líquidos dos diversos sanitários, dos laboratórios e refeitórios. Também contribuem para a composição deste efluente resíduos de produtos utilizados na limpeza e higienização do hospital e produtos químicos utilizados na lavanderia.

Nos quatro hospitais trabalhados não há caracterização ou tratamento dos efluentes líquidos gerados.

Respostas	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
Produtos utilizados na limpeza e higienização do hospital	Não respondido	Detergente amoniacal, neutro e alcalino, cera líquida e sanificante	Detergente amoniacal, neutro e alcalino, cera líquida e sanificante	Detergente amoniacal, neutro e alcalino, cera líquida e sanificante
Produtos químicos utilizados na lavanderia	Não respondido	Não têm lavanderia	Não têm lavanderia	Detergentes com princípio ativo:Dodecilbenzeno sulfonato de sódio Alvejante com princípio ativo: Peróxido de hidrogênio Amaciante: associação de glicerol ácidos polihidroxilados e sais quaternários de amônio. *

*Produtos fabricados na farmácia do hospital.

Figura 11 - Dados obtidos na Pesquisa referentes à utilização da água.

As informações sobre produtos utilizados na limpeza e higienização do hospital e produtos químicos utilizados na lavanderia foram identificadas apenas pelos hospitais de Pneumologia, Oncologia e Geral, Figura 11. Apesar da eficiência ao cumprimento de seus objetivos, higienização e limpeza, ainda é desconhecido sua amplitude de ação e possíveis

interações quando descartado, em forma residual, juntamente com outros compostos e microrganismos.

A geração de esgotos corresponde aproximadamente ao consumo de água. No entanto, a fração de esgotos que adentra a rede de coleta pode variar, devido ao fato de que parte da água consumida pode ser incorporada à rede pluvial. A fração de água fornecida que adentra a rede de coleta na forma de esgoto é denominada coeficiente de retorno (R: vazão de esgotos/vazão de água). Os valores típicos de R variam de 60% a 100%, sendo que um valor usualmente adotado tem sido o de 80% (R=0,8) (VON SPERLING, 1996).

Tabela 2 - Estimativa da geração de efluentes líquidos adotando-se R= 0,8, considerando o número de leitos de cada especialidade.

Geração de Efluentes líquidos	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
	133 leitos	95 leitos	200 leitos	1.241 leitos
$m^3.d^{-1}$	105,60	25,60	48	384
$m^3.Leito^{-1}.d^{-1}$	0,79	0,27	0,24	0,31
$m^3.m^{-1}$	3,16	768	1.44	11.520
$m^3.Leito^{-1}.m^{-1}$ *	23,81	8,08	7,20	9,28

*Considerou-se o mês de 30 dias para efeito de cálculo.

Os resultados sobre geração de efluentes líquidos, apresentados na Tabela 2, foram obtidos observando-se o número de leitos em cada especialidade, entretanto há de se considerar também a contribuição direta de atendimentos que os hospitais realizam, bem como a circulação de visitantes, acompanhantes e funcionários.

Considerando-se o número de leitos, o hospital de Traumatologia reafirma, através da geração de efluentes líquidos por leito por mês, a hipótese de grande rotatividade nas internações indicando 23,81 m^3. $Leito^{-1}.mês^{-1}$, superior aos outros efluentes líquidos gerados.

5.2 RESULTADOS DOS PARÂMETROS ANÁLISADOS

A definição de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados nos efluentes líquidos gerados nos hospitais trabalhados seguiu a Portaria Nº 05/89 – SSMA que aprova a Norma Técnica Nº - 01/89, referente a critério e padrões de emissão de efluentes que

deverão ser seguidos por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes líquidos nos corpos d'água interiores do Estado do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos para os parâmetros físicos e químicos nas cinco amostragens para Traumatologia estão apresentados na Tabela 3. Os registros da temperatura ambiente e temperatura do efluente, para Traumatologia encontram-se na Tabela 4 e os resultados para análises de Coliformes Totais e Fecais encontram-se na Tabela 5.

Tabela 3 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de Traumatologia

Determinação	Un	L.D.	Resultados							
			1	2	3	4	5	Média	Variância	Desvio Padrão
pH			7,950	6,220	8,060	8,500	8,220	7,790	0,813	0,902
Cianeto	$mg.L^{-1}$	0,100	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Cromo Hexavalente	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
DBO5	$mg.L^{-1}$		101,000	303,000	187,000	188,000	127,000	181,200	6071,200	77,918
DQO	$mg.L^{-1}$		303,000	757,000	311,000	325,000	282,000	395,600	41057,800	202,627
Fenol	$\mu g.L^{-1}$	10	<L.D.	13,000	8,000	19,000	4,500	11,125	28,797	5,366
Fluoretos	$mg.L^{-1}$	0,010	0,107	1,090	0,650	0,098	0,045	0,398	0,210	0,459
Fósforo Total	$mg.L^{-1}$	0,010	2,570	2,890	3,600	4,380	5,340	3,756	1,270	1,127
Nitrogênio Total	$mg.L^{-1}$	0,030	70,000	44,800	72,800	78,400	72,800	67,760	174,048	13,193
Sólidos Sedimentáveis	$mg.L^{-1}$		1,500	3,000	1,500	2,000	2,000	2,000	0,375	0,612
Sólidos Suspensos	$mg.L^{-1}$	1,000	79,000	98	51,000	25,000	56,000	61,800	777,700	27,887
Sulfitos	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,154	0,154	<L.D.	<L.D.
Sulfetos	$mg.L^{-1}$	0,050	2,600	2	1,700	1,300	1,700	1,860	0,233	0,483
Alumínio	$mg.L^{-1}$	0,010	1,170	0,121	0,136	0,760	0,153	0,468	0,227	0,476
Arsênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Bário	$mg.L^{-1}$	0,050	<L.D.	0,067	0,153	0,039	<L.D.	0,086	0,004	0,063
Boro	$mg.L^{-1}$	0,040	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,660	<L.D.	0,660	<L.D.	<L.D.
Cádmio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	<L.D.	<L.D.
Chumbo	$mg.L^{-1}$	0,010	0,015	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,015	<L.D.	<L.D.
Cobalto	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,012	0,010	<L.D.	0,010	0,010	<L.D.	0,001
Cobre	$mg.L^{-1}$	0,010	0,090	0,108	0,093	0,085	0,059	0,087	<L.D.	0,018
Estanho	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Ferro	$mg.L^{-1}$	0,010	1,630	0,490	0,644	0,885	0,716	0,873	0,199	0,446
Lítio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Molibdênio	$mg.L^{-1}$	0,025	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Manganês	$mg.L^{-1}$	0,010	0,072	0,039	0,050	0,033	0,039	0,046	<L.D.	0,015
Mercúrio	$\mu g.L^{-1}$	0,050	<L.D.	3,210	4,490	0,088	1,300	2,272	3,838	1,959
Níquel	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,022	<L.D.	0,010	0,015	0,015	<L.D.	0,006
Prata	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	<L.D.
Selênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Vanádio	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Zinco	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,080	0,064	0,138	0,042	0,081	0,002	0,045

L.D. Limite de Detecção n.d – não detectado

Tabela 4 - Temperatura ambiente e do Efluente para o hospital de Traumatologia

		Horários de Coletas				
Amostra	**Temp.(°C)**	**08:30**	**10:30**	**12:20**	**14:20**	**16:30**
1	Efluente	20	21	25	23	24
	Ambiente	14	18	19	18	19
2	Efluente	22	26	25	24	29
	Ambiente	17	20	20	19	20
3	Efluente	29	28	27	32	29
	Ambiente	22	26	29	31	30
4	Efluente	25	28	29	27	26
	Ambiente	26	27	28	29	28
5	Efluente	28	17	20	20	19
	Ambiente	19	18	18	19	17

Tabela 5 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais, por amostragem para o hospital de Traumatologia em NMP.100 mL^{-1}

Determinação	1	2	3	4	5	Média	Variância	D. Padrão
Coliformes Totais	8,00E+06	2,60E+07	9,00E+07	5,00E+07	5,00E+07	4,48E+07	9,512E+14	3,08E+07
Coliformes Fecais	8,00E+06	2,60E+07	1,60E+07	1,60E+06	1,30E+07	1,29E+07	8,3232E+13	9,12E+06

Os resultados obtidos nas análises físicas e químicas nas cinco amostragens para Pneumologia estão apresentados na Tabela 6, os registros da temperatura ambiente e temperatura do efluente encontram-se na Tabela 7 e os resultados para análises de Coliformes Totais e Fecais encontram-se na Tabela 8.

Tabela 6 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de Pneumologia

Determ.	Un.	L.D.	Resultados							
			1	2	3	4	5	Media	Variância	Desvio Padrão
pH			7,330	7,350	6,470	7,180	7,250	7,116	0,135	0,367
Cianeto	$mg.L^{-1}$	0,100	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Cromo Hexavalente	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
DBO 5	$mg.L^{-1}$		354,000	412,000	280,000	229,000	580,000	371,000	18524,000	136,103
DQO	$mg.L^{-1}$		681,000	953,000	461,000	513,000	1066,000	734,800	71090,200	266,627
Fenol	$\mu g.L^{-1}$	10	<L.D.	16,700	41,900	70,800	6,700	34,025	614,307	24,785
Fluoretos	$mg.L^{-1}$	0,010	0,307	0,185	0,228	0,550	0,090	0,272	0,030	0,174
Fósforo Total	$mg.L^{-1}$	0,010	4,760	3,880	3,570	3,220	4,290	3,944	0,363	0,603
Nitrogênio Total	$mg.L^{-1}$	0,030	64,400	67,200	78,400	72,800	65,500	69,660	34,318	5,858
Sólidos Sedimen-táveis	$mg.L^{-1}$		2,000	6,000	5,000	4,000	9,000	5,200	6,700	2,588
Sólidos Suspensos	$mg.L^{-1}$	1,000	123,000	141,000	131,000	55,000	217,000	133,400	3326,800	57,678
Sulfitos	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,086	0,160	0,121	0,099	0,116	0,001	0,032
Sulfetos	$mg.L^{-1}$	0,050	2,200	3,600	3,000	2,000	1,200	2,400	0,860	0,927
Alumínio	$mg.L^{-1}$	0,010	0,680	0,170	2,430	0,685	0,790	0,951	0,742	0,861
Arsênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Bário	$mg.L^{-1}$	0,050	0,060	0,066	0,079	0,174	0,122	0,100	0,002	0,048
Boro	$mg.L^{-1}$	0,040	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Cádmio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	0,010	0,010	<L.D.	0,030	0,010	<L.D.
Chumbo	$mg.L^{-1}$	0,010	0,020	<L.D.	<L.D.	0,017	<L.D.	0,018	<L.D.	0,002
Cobalto	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,010	<L.D.	<L.D.
Cobre	$mg.L^{-1}$	0,010	0,041	0,031	0,022	0,021	0,010	0,025	<L.D.	0,012
Estanho	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Ferro	$mg.L^{-1}$	0,010	0,473	0,339	1,840	0,270	0,131	0,610	0,488	0,698
Lítio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Molibdênio	$mg.L^{-1}$	0,025	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Manganês	$mg.L^{-1}$	0,010	0,070	0,057	0,093	0,036	0,041	0,059	0,001	0,023
Mercúrio	$\mu g.L^{-1}$	0,050	<L.D.	6,030	1,210	0,156	<L.D.	2,465	9,808	3,132
Níquel	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,016	0,010	<L.D.	0,015	0,013	<L.D.	0,003
Prata	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	0,011	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	0,001
Selênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Vanádio	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Zinco	$mg.L^{-1}$	0,010	0,186	0,133	0,232	0,123	0,038	0,142	0,005	0,073

L.D. Limite de Detecção n.d. – não detectado

Tabela 7 - Temperatura ambiente e do efluente para o hospital de Pneumologia

		Horários de Coletas				
Amostra	Temp.(°C)	09:35	11:30	13:30	15:25	17:20
1	Efluente	21	22	24	24	25
	Ambiente	15	18	19	19	19
2	Efluente	25	25	25	25	25
	Ambiente	17	20	20	19	20
3	Efluente	28	29	30	30	30
	Ambiente	22	26	29	31	30
4	Efluente	27	26	27	27	26
	Ambiente	23	26	28	29	28
5	Efluente	19	18	20	18	18
	Ambiente	19	18	18	19	17

Tabela 8 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Pneumologia em NMP.100 mL^{-1}

Determ.	1	2	3	4	5	Média	Variância	D. Padrão
Coliformes Totais	1,70E+08	5,00E+07	2,20E+06	9,00E+07	9,00E+07	8,04E+07	3,813E+15	6,17E+07
Coliformes Fecais	1,70E+08	5,00E+07	2,20E+06	9,00E+07	9,00E+06	6,42E+07	4,738E+15	6,88E+07

Os resultados obtidos nas análises físicas e químicas, nas cinco amostragens, para Oncologia estão apresentados na Tabela 9, os registros da temperatura ambiente e temperatura do efluente encontram-se na Tabela 10 e os resultados para análises de Coliformes Totais e Fecais encontram-se na Tabela 11.

Tabela 9 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de Oncologia

Determ.	Un	L.D.	Resultados							D. Padrão
			1	2	3	4	5	Média	Variância	
pH			8,530	7,250	6,860	7,870	7,550	7,612	0,402	0,634
Cianeto	$mg.L^{-1}$	0,100	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Cromo Hexavalente	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,020	<L.D.	<L.D.
DBO 5	$mg.L^{-1}$		149,000	223,000	519,000	376,000	288,000	311,000	20501,500	143,183
DQO	$mg.L^{-1}$		302,000	582,000	1070,000	822,000	601,000	675,400	82721,800	287,614
Fenol	$\mu g.L^{-1}$	10	59,200	88,600	176,900	111,800	3,400	87,980	3290,322	57,361
Fluoretos	$mg.L^{-1}$	0,010	0,211	0,106	0,187	0,221	0,210	0,187	0,002	0,047
Fósforo Total	$mg.L^{-1}$	0,010	2,210	4,340	61,600	10,400	4,940	16,698	639,182	25,282
Nitrogênio Total	$mg.L^{-1}$	0,030	81,200	72,800	61,600	89,600	87,400	78,520	131,952	11,487
Sólidos Sedimentá-veis	$mg.L^{-1}$		7,000	9,000	2,500	3,500	8,000	6,000	8,125	2,850
Sólidos Suspensos	$mg.L^{-1}$	1,000	126,000	59,000	91,000	46,000	58,000	76,000	1059,500	32,550
Sulfitos	$mg.L^{-1}$	0,010	0,040	0,098	0,314	0,270	0,125	0,169	0,014	0,117
Sulfetos	$mg.L^{-1}$	0,050	7,000	5,600	4,800	4,000	3,600	5,000	1,840	1,356
Alumínio	$mg.L^{-1}$	0,010	0,280	0,213	0,253	0,491	0,775	0,402	0,055	0,234
Arsênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Bário	$mg.L^{-1}$	0,050	0,063	0,151	0,064	0,135	0,051	0,092	0,002	0,046
Boro	$mg.L^{-1}$	0,040	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Cádmio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	0,010	0,010	0,010	<L.D.	<L.D.
Chumbo	$mg.L^{-1}$	0,010	0,025	<L.D.	<L.D.	0,013	<L.D.	0,019	<L.D.	0,008
Cobalto	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	0,010	<L.D.	0,010	0,010	<L.D.	<L.D.
Cobre	$mg.L^{-1}$	0,010	0,029	0,023	0,010	0,034	0,016	0,022	<L.D.	0,010
Estanho	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Ferro	$mg.L^{-1}$	0,010	0,676	0,388	0,486	0,930	0,896	0,675	0,058	0,241
Lítio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	<L.D.
Molibdênio	$mg.L^{-1}$	0,025	<L.D.	<L.D.	0,027	<L.D.	<L.D.	0,027	<L.D.	<L.D.
Manganês	$mg.L^{-1}$	0,010	0,109	0,044	0,072	0,068	0,079	0,074	0,001	0,023
Mercúrio	$\mu g.L^{-1}$	0,050	0,613	0,905	5,400	0,700	1,370	1,797	4,141	2,035
Níquel	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,021	0,010	<L.D.	0,015	0,015	<L.D.	0,006
Prata	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	0,010	0,017	<L.D.	0,013	<L.D.	0,005
Selênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Vanádio	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,000
Zinco	$mg.L^{-1}$	0,010	0,182	0,120	0,144	0,332	0,142	0,184	0,007	0,086

L.D. Limite de Detecção n.d – não detectado

Tabela 10 - Temperatura ambiente e do efluente para o hospital de Oncologia

		Horários de Coletas				
Amostra	Temp.(°C)	09:40	11:35	13:40	15:30	17:30
1	Efluente	24	23	24	24	23
	Ambiente	16	17	19	19	19
2	Efluente	28	23	27	25	25
	Ambiente	17	20	20	19	20
3	Efluente	28	28	29	27	27
	Ambiente	22	26	29	31	30
4	Efluente	26	26	25	25	27
	Ambiente	23	26	28	29	28
5	Efluente	19	18	18	19	19
	Ambiente	19	18	18	19	17

Tabela 11 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Oncologia em NMP.100 mL^{-1}

Determ.	1	2	3	4	5	Média	Variância	D. Padrão
Coliformes Totais	2,30E+06	5,00E+07	1,60E+07	1,60E+08	8,00E+05	4,58E+07	4,4661E+15	6,68E+07
Coliformes Fecais	2,30E+06	5,00E+07	3,50E+05	1,60E+08	3,00E+05	4,26E+07	4,759E+15	6,90E+07

Os resultados obtidos nas análises físicas e químicas nas cinco amostragens para o hospital Geral estão apresentados na Tabela 12, os registros da temperatura ambiente e temperatura do efluente encontram-se na Tabela 13 e os resultados para análises de Coliformes Totais e Fecais encontram-se na Tabela 14.

Tabela 12 - Resultados das análises físicas e químicas das cinco amostragens, média, variância e desvio padrão para hospital de especialidade Geral

Determ.	Um.	L.D.	Resultados					Média	Variância	D. Padrão
			1	2	3	4	5			
pH			6,440	6,710	6,600	7,350	6,940	6,808	0,125	0,353
Cianeto	$mg.L^{-1}$	0,100	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Cromo Hexavalente	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
DBO 5	$mg.L^{-1}$		994,000	399,000	66,000	297,000	613,000	473,800	123284,700	351,119
DQO	$mg.L^{-1}$		1861,000	906,000	125,000	676,000	1365,000	986,600	438271,300	662,021
Fenol	$\mu g.L^{-1}$	10	24,400	11,100	14,100	11,900	5,100	13,320	38,578	6,211
Fluoretos	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,058	0,099	0,176	0,033	0,091	0,004	0,063
Fósforo Total	$mg.L^{-1}$	0,010	2,740	4,070	89,600	3,550	4,720	20,936	1473,883	38,391
Nitrogênio Total	$mg.L^{-1}$	0,030	78,400	84,000	89,600	61,600	72,200	77,160	117,448	10,837
Sólidos Sedimentáveis	$mg.L^{-1}$		1,500	3,500	2,000	3,000	3,000	2,600	0,675	0,822
Sólidos Suspensos	$mg.L^{-1}$	1,000	125,000	225,000	90,000	118,000	140,000	139,600	2608,300	51,072
Sulfitos	$mg.L^{-1}$	0,010	0,110	0,159	0,121	0,320	0,116	0,165	0,008	0,089
Sulfetos	$mg.L^{-1}$	0,050	2,800	6,400	4,600	1,800	1,400	3,400	4,340	2,083
Alumínio	$mg.L^{-1}$	0,010	0,665	0,303	0,787	10,900	0,555	2,642	21,343	4,620
Arsênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Bário	$mg.L^{-1}$	0,050	0,139	9,900	2,870	0,264	0,163	2,667	17,698	4,207
Boro	$mg.L^{-1}$	0,040	<L.D	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Cádmio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	0,010	0,010	<L.D.	0,01	<L.D.	<L.D.
Chumbo	$mg.L^{-1}$	0,010	0,025	<L.D.	<L.D.	0,015	<L.D.	0,02	<L.D.	0,007
Cobalto	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	0,010	0,012	<L.D.	0,014	0,012	<L.D.	0,002
Cobre	$mg.L^{-1}$	0,010	0,024	0,025	0,010	0,020	0,010	0,017	<L.D.	0,007
Estanho	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Ferro	$mg.L^{-1}$	0,010	0,495	0,428	1,030	4,630	0,397	1,396	3,335	1,826
Lítio	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,010	<L.D.	0,010	<L.D.	<L.D.
Molibdênio	$mg.L^{-1}$	0,025	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Manganês	$mg.L^{-1}$	0,010	0,061	0,061	0,050	0,058	0,065	0,059	<L.D.	0,006
Mercúrio	$\mu g.L^{-1}$	0,050	<L.D.	3,370	3,740	0,650	1,990	2,437	1,987	1,410
Níquel	$mg.L^{-1}$	0,010	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,030	0,021	0,025	<L.D.	0,006
Prata	$mg.L^{-1}$	0,005	0,016	<L.D.	0,010	0,031	0,007	0,016	<L.D.	0,011
Selênio	$mg.L^{-1}$	0,005	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Vanádio	$mg.L^{-1}$	0,020	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
Zinco	$mg.L^{-1}$	0,010	0,139	0,081	0,119	0,130	0,285	0,1508	0,006	0,078

L.D.- Limite de Detecção n.d – não detectado

Tabela 13 - Temperatura ambiente e do efluente para o hospital de especialidade Geral

		Horários de Coletas				
Amostra	Temp.(°C)	09:50	11:40	13:45	15:35	17:40
1	Efluente	25	24	24	24	24
	Ambiente	16	17	18	19	19
2	Efluente	23	24	25	25	24
	Ambiente	17	20	20	19	20
3	Efluente	28	29	30	30	30
	Ambiente	22	26	29	31	30
4	Efluente	27	27	27	27	28
	Ambiente	26	27	28	29	28
5	Efluente	19	21	20	20	19
	Ambiente	19	18	18	19	17

Tabela 14 - Resultado das análises para Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de especialidade Geral em NMP.100 mL^{-1}

Determ.	1	2	3	4	5	Média	Variância	D. Padrão
Coliformes Totais	1,40E+07	1,10E+08	1,70E+07	2,40E+08	8,00E+07	9,22E+07	8,5202E+15	9,23E+07
Coliformes Fecais	1,40E+07	1,10E+08	1,70E+05	9,00E+07	5,00E+07	5,28E+07	2,2347E+15	4,73E+07

As médias dos resultados das análises físicas e químicas amostradas nos quatro hospitais trabalhados indicaram conformidade com a legislação Estadual para as determinações de pH, Cianeto, Cromo Hexavalente, Fenol, Fluoretos, Sólidos Suspensos, Sulfitos, Alumínio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Estanho, Ferro, Lítio, Molibdênio, Manganês, Mercúrio, Níquel, Prata, Selênio, Vanádio e Zinco. A temperatura do efluente líquido, em todas as amostras de todas as especialidades trabalhadas, manteve-se inferior a 40º C, limite máximo permitido pela Portaria 05/89, apresentado nas Tabelas 4, 7, 10 e 13. Nos meses de julho e outubro de 2002, e julho de 2003, o efluente líquido apresentou uma faixa de variação de 4 a 7ºC superior em relação à temperatura ambiente. Acredita-se que por serem meses de baixa temperatura, haja maior consumo interno de água quente. Esta constatação reflete-se no efluente líquido descartado, possibilitando melhores condições ambientais para a sobrevivência de microrganismos no meio aquático.

Entre os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados, as quatro especialidades de hospitais indicaram não conformidade de acordo com a Portaria Nº 05/89 –

SSMA, para: sólidos sedimentáveis, sulfetos, Fósforo Total, Nitrogênio Total, DBO_5, DQO, Coliformes Fecais, registrado nas Tabelas 3, 6, 9 e 12 para as análises físicas e químicas e Tabelas 5, 8, 11 e 14 para análises de Coliformes.

Uma discussão dos parâmetros físicos e químicos de cada uma das especialidades de hospitais foi realizado em relação ao mesmo Banco de Dados por Evaldt (2005). Esta discussão teve como objetivo a quantificação da concentração de poluentes, de acordo com parâmetros estabelecidos na Portaria SSMA 05/89 e Resolução CONAMA Nº 357/05 e também a qualificação do impacto gerado pela falta de tratamento deste efluente.

O presente trabalho aborda os principais parâmetros a serem observados para o tratamento de efluente hospitalar, entre os quais: pH, DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais.

5.3 CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES DOS HOSPITAIS AVALIADOS

Para Traumatologia as determinações de pH apresentaram–se conforme a legislação nas cinco amostragens realizadas, sendo o menor valor encontrado de 6,22 e o maior valor 8,22. Os valores de DQO, DBO_5, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais, ultrapassaram os limites de descarte da Portaria 05/89 e estão indicados na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores de média, variância, desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Traumatologia

Traumatologia							
Amostra	pH	DQO	DBO	N	P	Coliformes Fecais	Coliformes Totais
		mgL^{-1}	$mg.L^{/L}$	$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$NMP.00mL^{-1}$	$NMP100mL^{-1}$
1	7,95	303	101	70	2,57	8,00E+06	8,00E+06
2	6,22	757	303	44,8	2,89	2,60E+07	2,60E+07
3	8,06	311	187	72,8	3,6	1,60E+07	9,00E+07
4	8,5	325	188	78,4	4,38	1,60E+06	5,00E+07
5	8,22	282	127	72,8	5,34	1,30E+07	5,00E+07
x	7,79	395,60	181,20	67,76	3,75	1,29E+07	4,48E+07
Sx	0,81	41057,80	6071,20	174,04	1,27	8,32E+13	9,51E+14
s	0,90	202,62	77,91	13,19	1,12	9,12E+07	3,08E+07
Min	6,22	282	101	44,8	2,57	1,60E+06	8,00E+06
Max	8,22	757	303	70	5,34	2,60E+07	9,00E+07
Port. 05	6,0-8,5	≤450	≤150	10 $mg.L^{-1}$	1,0 $mg.L^{-1}$	≤003	
Não conforme	n=0	n=1	n=3	n=5	n=5	n=5	

O lançamento de efluentes que contém carga orgânica deve obedecer os critérios relacionados com a vazão da fonte poluidora, estabelecidos na Portaria 05/89. No caso do Hospital de Traumatologia, o limite para descarte de DQO e DBO_5 deve estar até 150 $mg.L^{-1}$ para DBO_5 e até 450 $mg.^{-1}L$ para DQO. Para Demanda Química de Oxigênio os resultados da segunda amostra, outubro de 2002, indicou um valor de 757 $mg.L^{-1}$, única não conformidade em relação aos demais resultados, neste caso, não se pode afirmar uma freqüência elevada de resultados não conformes.

A média de descarte de Nitrogênio Total supera em 6,77 vezes o limite previsto em lei, e em todas as coletas este limite foi superado.

A média de concentração do Fósforo Total foi de 3,75 $mg.L^{-1}$ enquanto que o limite para descarte é de 1,0 $mg.L^{-1}$. Pode-se atribuir, parcialmente, os resultados de Fósforo e Nitrogênio, à presença da lavanderia operando internamente ao hospital.

A não conformidade para Coliformes Totais e Coliformes Fecais, nos resultados das cinco amostras, indica uma média de 4,48E+07 NMP.100 mL^{-1} e 1,29E+07 NMP.100 mL^{-1} respectivamente, enquanto a Portaria 05/89 determina ≤300 NMP.100 mL^{-1} Apesar dos resultados elevados, e a indicação de contaminação fecal, as médias quantitativas de Coliformes Totais e Fecais, são próprias da atividade desenvolvida. Entretanto, de acordo com Von Sperling (1996), estes resultados assemelham-se aos resultados das análises de Coliformes Totais e Fecais em esgotos domésticos.

Os resultados de média, variância e desvio padrão do hospital de Pneumologia, encontram-se na Tabela 16, indicam conformidade para pH, cuja média resultou próxima à neutralidade, 7,116.

Tabela 16 - Valores de média, variância, desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Pneumologia

Pneumologia							
	pH	DQO	DBO	N	P	Coliformes Fecais	Coliformes Totais
Amostra		$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$NMP.100mL^{-1}$	$NMP.100mL^{-1}$
1	7,33	681	354	64,4	4,76	1,70E+08	1,70E+08
2	7,35	953	412	67,2	3,88	5,00E+07	5,00E+07
3	6,47	461	280	78,40	3,57	2,20E+06	2,20E+06
4	7,18	513	229	72,80	3,22	9,00E+06	9,00E+07
5	7,25	1066	580	65,50	4,29	9,00E+07	9,00E+07
x	7,11	734,80	371	69,66	3,94	6,42E+07	8,04E+07
Sx	0,13	71090,20	18524	34,31	0,36	4,74E+15	3,81E+15
s	0,36	266,62	136,10	5,85	0,60	6,88E+07	6,17E+07
Min	6,47	461	229	64,40	3,22	1,70E+08	2,20E+06
Max	7,35	1066	580	78,40	4,76	9,00E+07	1,70E+08
Port 05	6,0-8,5	≤450	≤150	10 mgL^{-1}	1 mgL^{-1}	≤300	
Não conform	n=0	n=5	n=5	n=5	n=5	n=5	

Os resultados de DQO, DBO_5, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais ultrapassaram o limite permissível de descarte estabelecido pela Portaria 05/89. A média indicou o resultado de 734,80 $mg.L^{-1}$ para DQO cujo resultado mínimo encontrado foi de 461 $mg.L^{-1}$ e o máximo de 1066 $mg.L^{-1}$. A média para DBO_5 resultou em 371 $mg.L^{-1}$ com um valor mínimo de 229 $mg.L^{-1}$e um máximo de 580 $mg.L^{-1}$. Para Nitrogênio Total o valor médio resultante das análises foi de 69,66 $mg.L^{-1}$, ultrapassando 6,96 vezes o valor de descarte. Os resultados para Fósforo indicam um valor superior ao limite de descarte de 3,94 vezes. A estimativa de geração de efluentes líquidos por leito de 0,27 $m^3.d^{-1}$ e a ausência de operação interna da lavanderia certamente influenciaram nas altas concentrações encontradas.

A Tabela 17 apresenta um resumo dos dados estatísticos em relação ao Hospital de Oncologia. Há conformidade para pH em quatro amostras e apenas uma pequena elevação em relação ao limite de descarte em uma das amostragem analisadas. A média de DQO revelou resultado de 675,4 $mg.L^{-1}$ apresentando um valor mínimo para a amostragem realizada em julho de 2002 com um valor de 302 $mg.L^{-1}$e um valor máximo de 1070 $mg.L^{-1}$ na coleta realizada em janeiro de 2003. Conforme a Resolução 05/89 –SSMA o limite de descarte de DQO é de até 450 $mg.L^{-1}$.

Tabela 17 - Valores de média, variância, desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes Totais para o hospital de Oncologia

Oncologia							
	pH	DQO	DBO	N	P	Coliformes Fecais	Coliformes Totais
Amostra		$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$NMP100mL^{-1}$	$NMP100mL^{-1}$
1	8,53	302	149	81,2	2,21	2,30E+06	2,30E+06
2	7,25	582	223	72,8	4,34	5,00E+07	5,00E+07
3	6,86	1070	519	61,6	61,60	3,50E+05	1,60E+07
4	7,87	822	376	89,6	10,40	1,60E+08	1,60E+08
5	7,55	601	288	87,4	4,94	3,00E+05	8,00E+05
x	7,61	675,40	311	78,52	16,69	4,26E+07	4,58E+07
Sx	0,40	82721,80	20501,50	131,95	639,18	4,76E+15	4,47E+15
s	0,63	287,61	143,18	11,48	25,28	6,90E+07	6,68E+07
Min	6,86	302	149	61,60	2,21	3,00E+05	8,00E+05
Max	8,53	1070	519	89,60	61,60	1,60E+08	1,60E+08
Port 05	6,0-8,5	≤450	≤150	10 mgL^{-1}	1,0 mgL^{-1}	≤300	
Não conforme	n=1	n=4	n=4	n=5	n=5	n=5	

Os resultados de DBO_5 indicam uma média de 311 $mg.L^{-1}$com valores mínimos de 149 $mg.L^{-1}$e 519 $mg.L^{-1}$sendo o limite de descarte de DBO_5 de ≤150 $mg.L^{-1}$. A média para Nitrogênio Total resultou em 78,52 $mg.L^{-1}$sendo a amostra mínima de 61,6 $mg.L^{-1}$ e a amostra máxima indicando 89,6 $mg.L^{-1}$ Para o Fósforo obteve-se a média de 16,69 $mg.L^{-1}$. Apesar da média dos resultados de Fósforo apontar um valor menor, os resultados das análises indicam valores muito além do permissível, em todas as amostragens. Pode-se justificar o valor elevado da terceira coleta de 61,6 $mg.L^{-1}$ como sendo uma eventualidade ocasionada no hospital, ou mesmo falha na análise. Pode-se considerar a primeira hipótese aceitável em virtude das altas concentrações resultantes das análises para Oncologia. Os resultados de Coliformes Totais e Coliformes Fecais ultrapassam o permissível legal.

O Hospital Geral apresentou conformidade, com a legislação, para pH, nas cinco amostragens, conforme indicado na Tabela 18.

Tabela 18 - Valores de média, variância, desvio padrão e conformidade legal para pH, DQO, DBO_5, N, P, Coliformes Fecais e Coliformes totais para o hospital de Geral

Geral							
	pH	DQO	DBO	N	P	Coliformes Fecais	Coliformes Totais
Amostra		$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$NMP.100mL^{-1}$	$NMP100mL^{-1}$
1	6,44	1861	994	78,4	2,74	1,40E+07	1,40E+07
2	6,71	906	399	84	4,07	1,10E+08	1,10E+08
3	6,6	125	66	89,6	89,6	1,70E+05	1,70E+07
4	7,35	676	297	61,6	3,55	9,00E+07	2,40E+08
5	6,94	1365	613	72,2	4,72	5,00E+07	8,00E+07
x	6,80	986,60	473,80	77,16	20,93	5,28E+07	9,22E+07
Sx	0,12	438271,30	123284,70	117,44	1473,88	2,23E+15	8,52E+15
s	0,35	662,02	351,11	10,83	38,39	4,73E+07	9,23E+07
Min	6,44	125	66	61,6	2,74	1,70E+05	1,40E+07
Max	7,35	1861	994	89,6	89,6	1,10E+08	2,40E+08
Port 05	6,0-8,5	≤360	≤120	10 mgL^{-1}	1,0 mgL^{-1}	≤300	
Não conforme	N=0	n=4	n=4	n=5	n=5	n=5	

DQO apresentou média de 986,6 $mg.L^{-1}$, sendo o resultado mínimo de 125 $mg.L^{-1}$, na terceira amostragem em janeiro de 2003, e máximo de 1861 $mg.L^{-1}$, na primeira amostragem em julho de 2002. Dos cinco resultados para DQO, quatro não estão em conformidade legal, sendo o lançamento permissível para DQO de até 360 $mg.L^{-1}$.

A média DBO_5 resultou em 473,8 $mg.L^{-1}$ sendo para a terceira amostragem o valor de 66 $mg.L^{-1}$ e para a primeira amostragem 994 $mg.L^{-1}$. Com exceção da primeira amostragem, as demais apresentaram resultados muito além do permissível, que limita em até 120 $mg.L^{-1}$ para DBO_5.

Para Nitrogênio Total a média é de 77,16 $mg.L^{-1}$, sendo todos os valores resultantes das cinco amostragens excessivamente altos se comparados com o limite permissível para descarte que é de 10 $mg.L^{-1}$.

A média de Fósforo Total é de 20,93 $mg.L^{-1}$. O resultado mínimo foi de 2,74 $mg.L^{-1}$ e máximo de 89,6 $mg.L^{-1}$, sendo que todos os resultados ultrapassam o limite permissível.

Para análises de Coliformes Totais e Fecais os resultados superam os limites permissíveis, no entanto a média apresenta para 9,22E+07 e 5,28E+07, respectivamente, indicando pouca diferença entre os resultados amostrados.

O potencial de biodegradabilidade dos efluentes hospitalares dá-se pela relação de DQO/DBO_5. A Figura 12 apresenta os resultados médios das análises de DQO e BBO_5. Está

demonstrado na Tabela 19 que o menor valor encontrado foi de 1,98 para Pneumologia, seguindo o Geral, Oncologia e com maior valor Traumatologia com 2,18. Estes resultados indicam uma fração biodegradável elevada, bem como a possibilidade do tratamento biológico.

Conforme VON SPERLING (1996), para esgotos domésticos a relação DQO/DBO_5 pode variar entre 1,7 a 2,4. Os valores encontrados na relação DQO/DBO, entre os hospitais trabalhados, indicam semelhanças aos valores referenciados para esgotos domésticos.

Tabela 19 - Relação entre DQO e DBO_5 entre as médias de concentrações resultantes das amostragens dos hospitais de Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral

Média mg/l	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
DQO	395,60	734,80	675,40	986,60
DBO5	181,20	371	311	473,80
Relação DQO/DBO5	2,18	1,98	2,17	2,08

5.4 CARGA GERADA

Quantificou-se a carga de poluentes presentes nos efluentes líquidos através das vazões e concentrações indicadas nos resultados das determinações de DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais analisados.

A Tabela 20 indica uma maior média de carga poluidora, em relação à DBO_5, para o hospital Geral, sendo de 181,94 kg. d^{-1}, este resultado deve-se parcialmente ao grande número de atendimentos e também ao maior número de leitos, há a geração de 0,14 kg. d^{-1} por leito. Traumatologia com resultado de 19,13 kg. d^{-1} gera uma média de 0,14 kg. d^{-1} por leito. O hospital de Oncologia apresentou como carga média 14,93 kg. d^{-1} sendo 0,07 kg. d^{-1} por leito. Para Pneumologia com carga média de 9,49 kg. d^{-1} a média de geração por leito é de 0,09 kg. $d^{-1.}$

As amostras indicam o resultado das análises para concentração de DBO_5, nos quatros hospitais trabalhados.

Tabela 20 - Carga para DBO_5 por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6 m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³

	Traumatologia		Pneumologia		Oncologia		Geral	
Amostra	$kg.d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$	$k.\ d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$	kgd^{-1}	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$	$kg.d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$
1	10,67	0,08	9,06	0,09	7,15	0,03	381,70	0,30
2	32	0,24	10,55	0,11	10,70	0,05	153,22	0,12
3	19,75	0,14	7,16	0,07	24,91	0,12	25,34	0,02
4	19,85	0,14	5,86	0,06	18,05	0,09	114,05	0,11
5	13,41	0,10	14,85	0,15	13,82	0,06	235,39	0,18
Média	19,13	0,14	9,49	0,09	14,93	0,07	181,94	0,14

Os resultados de carga para DQO, demonstrados na Tabela 21, indicam o hospital Geral com a maior carga de poluentes, 378,85 kg. d^{-1} correspondente com a geração de 0,30 $kg.d^{-1}$ de DQO por leito. A segunda maior carga, 41,78 $kg.d^{-1}$, encontrada no Traumatologia, sendo gerado uma carga de DQO de 0,31 kg. d^{-1} por leito. Oncologia apresentou carga de DQO de 32,42 kg. d^{-1} e resultado carga de DQO de 0,16 kg. d^{-1} por leito. O resultado de carga para Pneumologia aponta o menor valor aparente de carga de DQO de 18,81 kg. d^{-1} sendo geração média de 0,19 kg. d^{-1} por leito.

Tabela 21 - Carga para DQO por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³

	Traumatologia		Pneumologia		Oncologia		Geral	
Amostra	$kg.d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$	$k.\ d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$	kgd^{-1}	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$	$kg.d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$
1	32	0,24	17,43	0,18	14,50	0,07	714,62	0,57
2	79,94	0,60	24,40	0,25	27,94	0,13	347,9	0,28
3	32,84	0,24	11,80	0,12	51,36	0,25	48	0,03
4	34,32	0,25	13,13	0,13	39,46	0,19	259,58	0,20
5	29,78	0,22	27,29	0,28	28,85	0,14	524,16	0,42
Média	41,78	0,31	18,81	0,19	32,42	0,16	378,85	0,30

Segundo Von Sperling (1996), as formas predominantes de nitrogênio são o orgânico e a amônia. Conjuntamente, são determinados em laboratório pelo método Kjeldahl, constituindo assim o denominado Nitrogênio Total Kjeldahl. As outras formas de nitrogênio são usualmente de menor importância nos esgotos.

Os resultados obtidos para carga de Nitrogênio Total, apresentados na Tabela 22, indicam para o hospital Geral a média de 296,29 kg. d^{-1} com geração de Nitrogênio Total de 0,23 kg. d^{-1} por leito. A segunda maior média de carga poluente para Nitrogênio Total foi encontrada no hospital de Traumatologia 7,15 kg. d^{-1} e correspondente geração de Nitrogênio Total por leito de 0,05 kg. d^{-1}. Oncologia apontou resultado de 3,76 kg. d^{-1} e 0,01 kg. d^{-1} por leito de Nitrogênio Total. Pneumologia, com o menor resultado, 1,78 kg. d^{-1} e 0,01 kg. d^{-1} por leito de Nitrogênio Total.

Tabela 22 - Carga para Nitrogênio Total por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6 m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³

	Traumatologia		Pneumologia		Oncologia		Geral	
Amostra	kg.d^{-1}	kg.leito^{-1}.d^{-1}	k. d^{-1}	kg.leito^{-1}.d^{-1}	kgd^{-1}	kg.leito^{-1}.d^{-1}	kg.d^{-1}	kg.leito^{-1}.d^{-1}
1	7,39	0,05	1,64	0,01	3,89	0,01	301,06	0,24
2	4,73	0,03	1,72	0,01	3,49	0,01	322,56	0,25
3	7,68	0,05	2,00	0,02	2,95	0,01	344,06	0,27
4	8,27	0,06	1,86	0,01	4,30	0,02	236,54	0,19
5	7,68	0,05	1,67	0,01	4,19	0,02	277,25	0,22
Média	7,15	0,05	1,78	0,01	3,76	0,01	296,29	0,23

A carga de Fósforo Total apresentada no Hospital Geral é de 8,03 kg. d^{-1} correspondendo à carga de P a 0,0064 kg. d^{-1} por leito. Este hospital apresenta um resultado extremamente elevado em relação aos outros hospitais, há de se considerar neste caso a operação interna da lavanderia bem como os diversos produtos fabricados pelo próprio hospital para uso na lavagem das roupas. No mês de janeiro de 2003, corresponde, a terceira amostragem, houve um resultado expressivo indicando 34,40 kg. d^{-1} resultante da concentração não menos expressiva. O segundo maior valor em carga de P indica o hospital de Oncologia com 0,80 kg. d^{-1} e correspondente geração por leito de 0,004 kg. d^{-1}. Na terceira amostragem, a concentração de P apresentou resultado muito superior aos demais. Excluindo-se a terceira amostragem o Hospital Geral apresentaria uma média de 1,44 kg. d^{1} de P. Este valor possibilita a hipótese de ter um ocorrido alguma eventualidade. Traumatologia apresentou a carga de P de 0,39 kg.d^{-1} e correspondente geração de 0,002 kg.d^{-1}. Pneumologia, apresentou o menor valor de carga sendo 0,10 kg. d^{-1} e geração por leito de 0,001 kg. d^{-1}. A Tabela 23 apresenta as concentrações por amostragens e por especialidades de hospital, vazões e a carga correspondente para Fósforo Total.

Tabela 23 - Carga para Fósforo Total por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6 m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³

	Traumatologia		Pneumologia		Oncologia		Geral	
Amostra	$kg.d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d^{-1}$	$kg.d^{-1}$	$kg.leito^{-1}.d-^{1}$	$kg.d^{-1}$	$kg.leito^{-1.d-}1$	kg.d-1	$kg.leito-1.d^{-1}$
1	0,271	0,002	0,122	0,001	0,106	0	1,050	0
2	0,305	0,002	0,099	0,010	0,208	0,001	1,560	0,001
3	0,380	0,002	0,091	0,001	2,957	0,014	34,400	0,027
4	0,463	0,003	0,082	0	0,499	0,002	1,360	0,001
5	0,564	0,004	0,110	0,001	0,237	0,001	1,810	0,001
Média	0,397	0,002	0,101	0,001	0,802	0,004	8,036	0,006

Os resultados de cargas para Coliformes Fecais, Tabela 24, confirmam a elevada carga poluidora representada por bactérias originada do trato intestinal humano, neste caso. O hospital Geral supera, em relação às outras especialidades, carga de Coliformes Fecais estimando-se uma média de l,63E+04 por leito. Há de se considerar o grande número de atendimentos realizados pela especialidade Geral bem como as interferências químicas as quais os microrganismos são vulneráveis. Seguem após com maior carga, o Hospital de Oncologia, Pneumologia e Traumatologia este com a menor carga em Coliformes Fecais.

Tabela 24 - Carga para Coliformes Fecais por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6 m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³

	Traumatologia		Pneumologia		Oncologia		Geral	
Amostra	$NMP.d^{-1}$	NMP. $leito^{-1.}.d^{-1}$	$NMP.d^{-1}$	NMP. $leito^{-1}d^{-1}$	$NMP.d^{-1}$	NMP. $leito^{-1}.d^{-1}$	$NMP.d^{-1}$	NMP. $leito^{-1}.d^{-1}$
1	8,45E+05	6,35E+03	4,35E+06	4,58E+04	1,10E+05	5,50E+02	5,38E+06	4,34E+03
2	2,75E+06	2,07E+04	1,28E+06	1,35E+04	2,40E+06	1,20E+04	4,22E+07	3,40E+04
3	1,69E+06	1,27E+04	5,63E+04	5,93E+02	1,68E+04	8,40E+01	6,53E+04	5,26E+01
4	1,69E+05	1,27E+03	2,30E+05	2,42E+03	7,68E+06	3,84E+04	3,46E+07	2,79E+04
5	1,37E+06	1,03E+04	2,30E+06	2,42E+04	7,20E+04	3,60E+02	1,92E+07	1,55E+04
Média	1,36E+06	1,03E+04	1,64E+06	1,73E+04	2,06E+06	1,03E+04	2,03E+07	8,17E+04

A maior contribuição em carga de Coliformes Totais foi apresentada pela especialidade Geral, seguindo Traumatologia, Oncologia e Pneumologia, os resultados estão apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - Carga para Coliformes Totais por amostragem e por leito considerando a concentração, sendo as vazões dos efluentes para Traumatologia, 105,6 m³, Pneumologia, 25,6 m³, Oncologia, 48 m³ e Geral, 384 m³

	Traumatologia		Pneumologia		Oncologia		Geral	
Amostra	$NMP.d^{-1}$	$NMP.leito^{-1}.d^{-1}$	$NMP.d^{-1}$	$NMP.leito^{-1}.d^{-1}$	$NMP.d^{-1}$	$NMP.leito^{-1}.d^{-1}$	$NMP.d^{-1}$	$NMP.leito^{-1}.d^{-1}$
1	8,45E+05	6,35E+03	4,25E+06	4,47E+04	1,10E+05	5,50E+02	5,38E+06	4,34E+03
2	2,75E+06	2,07E+04	1,25E+06	1,32E+04	2,40E+06	1,20E+04	4,22E+07	3,40E+04
3	9,50E+06	7,14E+04	5,50E+04	5,79E+02	7,68E+05	3,84E+03	6,53E+04	5,26E+01
4	5,28E+06	3,97E+04	2,25E+06	2,37E+04	7,68E+06	3,84E+04	3,46E+07	2,79E+04
5	5,28E+06	3,97E+04	2,25E+06	2,37E+04	3,84E+04	1,92E+02	1,92E+07	1,55E+04
Média	4,73E+06	1,00E+00	2,01E+06	2,12E+04	2,20E+06	1,10E+04	2,03E+07	2,12E+04

5.5 APLICAÇÃO DA ANOVA

Para o tratamento estatístico dos dados utilizou-se a análise de variância ou ANOVA do inglês, *analysis of variance*, com objetivo de avaliar a diferença entre mais de duas médias.

Analisou-se as amostras de um mesmo hospital, dentro dos grupos, e análise entre as amostras dos quatro hospitais, ou seja, entre grupos. Sendo que as Linhas 1,2,3,4,5 indicam as respectivas amostragens e as colunas os hospitais. Coluna 1: Traumatologia, Coluna 2: Pneumologia, Coluna 3: Oncologia e Coluna 4: Geral.

A Tabela 26 apresenta os resultados para pH das amostragens dos efluentes líquidos realizadas nos hospitais trabalhados.

A Tabela 27 apresenta resultados de soma, média e variância, de pH, entre amostras e entre especialidades, fator duplo, cálculos necessários aos resultados do teste ANOVA.

A Tabela 27 também indica para as amostragens e especialidades, linhas e colunas respectivamente, com resultados da determinação para pH, Fc>F, isto é, estatisticamente, confirma-se que todas as amostras apresentam características semelhantes.

Tabela 26 - Resultados das análises de pH nas cinco amostragens e nos quatro hospitais

Amostra	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
1	7,95	7,33	8,53	6,44
2	6,22	7,35	7,25	6,71
3	8,06	6,47	6,86	6,6
4	8,5	7,18	7,87	7,35
5	8,22	7,25	7,55	6,94

Tabela 27 - Anova: fator duplo sem repetição para pH

RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1	4	30,25	7,5625	0,800092
Linha 2	4	27,53	6,8825	0,274092
Linha 3	4	27,99	6,9975	0,528025
Linha 4	4	30,9	7,725	0,3531
Linha 5	4	29,96	7,49	0,298867
Coluna 1	5	38,95	7,79	0,8131
Coluna 2	5	35,58	7,116	0,13498
Coluna 3	5	38,06	7,612	0,40242
Coluna 4	5	34,04	6,808	0,12487

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	2,18593	4	0,546483	1,764958	0,200704	3,259167
Colunas	3,046975	3	1,015658	3,280241	0,058567	3,490295
Erro	3,71555	12	0,309629			
Total	8,948455	19				

A Tabela 28 apresenta os valores resultantes das análises amostradas para DBO_5.

A Tabela 29 apresenta resultados de soma, média e variância, de DBO_5, entre amostras e entre especialidades, fator duplo, cálculos necessários aos resultados do teste ANOVA.

A indicação para as amostragens e especialidades, linhas e colunas respectivamente, com resultados da determinação para DBO_5, Fc>F, estatisticamente, indica que todas as amostras apresentam características semelhantes, como demonstra a Tabela 29.

Tabela 28 - Resultados das análises de DBO_5 nas cinco amostragens e nos quatro hospitais

Amostras	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
1	101	354	149	994
2	303	412	223	399
3	187	280	519	66
4	188	229	376	297
5	127	580	288	613

Tabela 29 - Anova: fator duplo sem repetição para DBO_5

RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1	4	1598	399,5	169117,7
Linha 2	4	1337	334,25	7863,583
Linha 3	4	1052	263	36803,33
Linha 4	4	1090	272,5	6781,667
Linha 5	4	1608	402	54942
Coluna 1	5	906	181,2	6071,2
Coluna 2	5	1855	371	18524
Coluna 3	5	1555	311	20501,5
Coluna 4	5	2369	473,8	123284,7

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	70949	4	17737,25	0,353228	0,836911	3,259167
Colunas	223948,2	3	74649,38	1,486604	0,26793	3,490295
Erro	602576,6	12	50214,72			
Total	897473,8	19				

A Tabela 30 apresenta os resultados das análises para DQO das amostragens dos efluentes líquidos realizadas nos hospitais trabalhados.

A Tabela 31 apresenta resultados de soma, média e variância, de DQO, entre amostras e entre especialidades, fator duplo, cálculos necessários aos resultados do teste ANOVA.

Na Tabela 31, encontra-se para as amostragens e especialidades, linhas e colunas respectivamente, com resultados da determinação para DQO, Fc>F, isto é, estatisticamente, confirma-se que todas as amostras apresentam características semelhantes.

Tabela 30 - Resultados das análises de DQO nas cinco amostragens e nos quatro hospitais

Amostras	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
1	303	681	302	1861
2	757	953	582	906
3	311	461	1070	125
4	325	513	822	676
5	282	1066	601	1365

Tabela 31 - Anova: fator duplo sem repetição para DQO

RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1	4	3147	786,75	544730,9
Linha 2	4	3198	799,5	28005,67
Linha 3	4	1967	491,75	167498,3
Linha 4	4	2336	584	45743,33
Linha 5	4	3314	828,5	231552,3
Coluna 1	5	1978	395,6	41057,8
Coluna 2	5	3674	734,8	71090,2
Coluna 3	5	3377	675,4	82721,8
Coluna 4	5	4933	986,6	438271,3

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	362976,3	4	90744,07	0,501906	0,735191	3,259167
Colunas	883003,4	3	294334,5	1,627965	0,234953	3,490295
Erro	2169588	12	180799			
Total	3415568	19				

A Tabela 32 apresenta os resultados das análises de Nitrogênio Total das amostragens dos efluentes líquidos realizadas nos hospitais trabalhados.

A Tabela 33 apresenta resultados de soma, média e variância, de Nitrogênio Total, entre as amostras e entre as especialidades, fator duplo, cálculos necessários aos resultados do teste ANOVA.

A Tabela 33 apresenta para as amostragens e especialidades, linhas e colunas respectivamente, com resultados da determinação para Nitrogênio Total, Fc>F, isto é, estatisticamente, confirma-se que todas as amostras apresentam características semelhantes.

Tabela 32 - Resultados das análises de Nitrogênio Total nas cinco amostragens e nos quatro hospitais

Amostras	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
1	70	64,4	81,2	78,4
2	44,8	67,2	72,8	84
3	72,8	78,4	61,6	89,6
4	78,4	72,8	89,6	61,6
5	72,8	65,5	87,4	72,2

Tabela 33 - Anova: fator duplo sem repetição para N Total

RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1	4	294	73,5	59,4533
Linha 2	4	268,8	67,2	271,787
Linha 3	4	302,4	75,6	135,893
Linha 4	4	302,4	75,6	135,893
Linha 5	4	297,9	74,475	85,1958
Coluna 1	5	338,8	67,76	174,048
Coluna 2	5	348,3	69,66	34,318
Coluna 3	5	392,6	78,52	131,952
Coluna 4	5	385,8	77,16	117,448

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	196,83	4	49,2075	0,36133	0,83142	3,25917
Colunas	430,434	3	143,478	1,05354	0,40471	3,49029
Erro	1634,23	12	136,186			
Total	2261,5	19				

A Tabela 34 apresenta os resultados para Fósforo Total das amostragens dos efluentes líquidos realizadas nos hospitais trabalhados. Observa-se na terceira amostragem, para Oncologia e Geral, valores elevados, sem contudo, demonstrar diferenças entre as amostras.

A Tabela 35 apresenta resultados de soma, média e variância, de Fósforo Total, entre as amostras e especialidades, fator duplo, cálculos necessários aos resultados do teste ANOVA.

A Tabela 35 também indica para as amostragens e especialidades, linhas e colunas respectivamente, com resultados da determinação para Fósforo Total, Fc>F, isto é estatisticamente, confirma-se que todas as amostras apresentam características semelhantes.

Tabela 34 - Resultados das análises de Fósforo Total nas cinco amostragens e nos quatro hospitais

Amostras	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
1	2,57	4,76	2,21	2,74
2	2,89	3,88	4,34	4,07
3	3,6	3,57	61,6	89,6
4	4,38	3,22	10,4	3,55
5	5,34	4,29	4,94	4,72

Tabela 35 - Anova: fator duplo sem repetição para Fósforo Total

RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1	4	12,28	3,07	1,3182
Linha 2	4	15,18	3,795	0,399633
Linha 3	4	158,37	39,5925	1859,387
Linha 4	4	21,55	5,3875	11,40489
Linha 5	4	19,29	4,8225	0,191892
Coluna 1	5	18,78	3,756	1,26983
Coluna 2	5	19,72	3,944	0,36343
Coluna 3	5	83,49	16,698	639,1818
Coluna 4	5	104,68	20,936	1473,883

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	4005,734	4	1001,434	2,69864	0,081768	3,259167
Colunas	1165,045	3	388,3485	1,046512	0,407473	3,490295
Erro	4453,059	12	371,0883			
Total	9623,839	19				

A Tabela 36 apresenta os resultados das análises de Coliformes Fecais das amostragens dos efluentes líquidos realizadas nos hospitais trabalhados.

A Tabela 37 apresenta resultados de soma, média e variância, de Coliformes Fecais, entre as amostras e entre as especialidades, fator duplo, cálculos necessários aos resultados do teste ANOVA.

A Tabela 37 também indica para as amostragens e especialidades, linhas e colunas respectivamente, com resultados da determinação para Coliformes Fecais, Fc>F, isto é, estatisticamente, confirma-se que todas as amostras apresentam características semelhantes.

Tabela 36 - Resultados das análises de Coliformes Fecais nas cinco amostragens e nos quatro hospitais

Amostras	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
1	8,00E+06	1,70E+08	2,30E+06	1,40E+07
2	2,60E+07	5,00E+07	5,00E+07	1,10E+08
3	1,60E+07	2,20E+06	3,50E+05	1,70E+05
4	1,60E+06	9,00E+06	1,60E+08	9,00E+07
5	1,30E+07	9,00E+07	3,00+05	5,00E+07

Tabela 37 - Anova: fator duplo sem repetição para Coliformes Fecais

RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1	4	1,94E+08	4,86E+07	6,58E+15
Linha 2	4	2,36E+08	5,90E+07	1,28E+15
Linha 3	4	1,87E+07	4,68E+06	5,78E+13
Linha 4	4	2,61E+08	6,52E+07	5,60E+15
Linha 5	4	1,53E+08	3,83E+07	1,63E+15
Coluna 1	5	6,46E+07	1,29E+07	8,32E+13
Coluna 2	5	3,21E+08	6,42E+07	4,74E+15
Coluna 3	5	2,13E+08	4,26E+07	4,76E+15
Coluna 4	5	2,64E+08	5,28E+07	2,23E+15

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	9,07E+15	4	2,27E+15	7,13E-01	5,99E-01	3,26E+00
Colunas	7,26E+15	3	2,42E+15	7,61E-01	5,37E-01	3,49E+00
Erro	3,82E+16	12	3,18E+15			
Total	5,45E+16	19				

A Tabela 38 apresenta os resultados das análises de Coliformes Totais das amostragens dos efluentes líquidos realizadas nos hospitais trabalhados.

A Tabela 39 apresenta resultados de soma, média e variância, de Coliformes Totais, entre amostras e entre especialidades, fator duplo, cálculos necessários aos resultados do teste ANOVA.

A Tabela 39 também indica para as amostragens e especialidades, linhas e colunas respectivamente, com resultados da determinação para Coliformes Totais Fc>F, isto é, estatisticamente, confirma-se que todas as amostras apresentam características semelhantes.

Tabela 38 - Resultados das análises de Coliformes Totais nas cinco amostragens e nos quatro hospitais

Amostras	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
1	8,00E+06	1,70E+08	2,30E+06	1,40E+07
2	2,60E+07	5,00E+07	5,00E+07	1,10E+08
3	9,00E+07	2,20E+06	1,60E+07	1,70E+07
4	5,00E+07	9,00E+07	1,60E+08	2,40E+08
5	5,00E+07	9,00E+07	8,00E+05	8,00E+07

Tabela 39 - Anova: fator duplo sem repetição para Coliformes Totais

RESUMO	Contagem	Soma	Média	Variância
Linha 1	4	1,94E+08	4,86E+07	6,58E+15
Linha 2	4	2,36E+08	5,90E+07	1,28E+15
Linha 3	4	1,25E+08	3,13E+07	1,58E+15
Linha 4	4	5,40E+08	1,35E+08	6,97E+15
Linha 5	4	2,21E+08	5,52E+07	1,60E+15
Coluna 1	5	2,24E+08	4,48E+07	9,51E+14
Coluna 2	5	4,02E+08	8,04E+07	3,81E+15
Coluna 3	5	2,29E+08	4,58E+07	4,47E+15
Coluna 4	5	4,61E+08	9,22E+07	8,52E+15

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas	2,57E+16	4	6,43E+15	1,71E+00	2,13E01	3,26E+00
Colunas	8,76E+15	3	2,92E+15	7,74E-01	5,31E01	3,49E+00
Erro	4,53E+16	12	3,77E+15			
Total	7,98E+16	19				

6 CONCLUSÕES

Os dados apresentados permitiram uma análise preliminar do efluente líquido gerado nos hospitais com especialidade de Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral.

Conforme informações obtidas na Pesquisa de Dados, os hospitais são grandes consumidores de água. A especialidade de Traumatologia, possivelmente pela razão de prestar um atendimento emergencial e indicar considerável número de atendimentos, apresentou, entre os hospitais estudados, o maior consumo por leito.

As analises das determinações de Temperatura, Cor, pH, Cianeto, Cromo Hexavalente, Fenol, Fluoretos, Sólidos Suspensos, Sulfitos, Alumínio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Estanho, Ferro, Lítio, Molibdênio, Manganês, Mercúrio, Níquel, Prata, Selênio, Vanádio e Zinco, conferiram conformidade com a Portaria SSMA Nº 5, de 16 de março de 1989, e os resultados das determinações de DBO_5, DQO, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Sólidos Sedimentáveis, Sulfetos e Coliformes Fecais apresentaram não conformidade com o limite de descarte estabelecido na mesma Portaria.

As médias resultantes das cinco amostragens analisadas apresentaram valores acima do permissível para DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Sedimentáveis e Sulfetos nas quatro especialidades trabalhadas. Sendo os resultados das médias para DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais:

Tabela 40 - Resultados das médias para DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais

	DBO_5 $mg.L^{-1}$	DQO $mg.L^{-1}$	Nitrogênio Total $mg.L^{-1}$	Fósforo Total $mg.L^{-1}$	Coliformes Fecais $NMP100mL^{-1}$	Coliformes Totais $NMP100mL^{-1}$
Traumatologia	181,20	395,60	67,76	3,75	1,29E+07	4,48E+07
Pneumologia	371,00	734,80	69,66	3,94	6,42E+07	8,04E+07
Oncologia	311,00	675,40	78,52	16,69	4,26E+07	4,58E+07
Geral	473,80	986,60	77,16	20,93	5,28E+07	9,22E+07

As análises e avaliações obtidas neste trabalho demonstram que o efluente hospitalar apresenta características semelhantes entre as especialidades estudadas, sendo estas também similares entre as amostragens.

Estatisticamente comprovou-se que os efluentes líquidos das especialidades de Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral, independente das características inerentes à especialidade, apresentam efluentes líquidos semelhantes, tratando-se de pH, DBO_5, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Fecais e Coliformes Totais.

Os descartes líquidos dos hospitais apresentam fração biodegradável elevada indicando semelhanças aos efluentes de origem doméstica. Este potencial de biodegradabilidade indica bom resultado no tratamento biológico. Contudo deve-se considerar que são fontes potencial de disseminação de microrganismos e elementos cuja combinação e interação química ainda são pouco conhecidas.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Há muito a ser estudado sobre efluentes líquidos originados em hospitais. Como sugestões para trabalhos futuros citam-se:

- Levantamento do volume de água consumido e formulação de propostas de sensibilização, dirigida aos profissionais que atuam em hospitais, quanto à redução do consumo de água e ao reuso de águas servidas.

- Estimar a projeção quantitativa de efluentes líquidos gerados em hospitais localizados em Porto Alegre.

- Estudos aprofundados sobre as interações químicas e microbiológicas no descarte de efluentes líquidos hospitalares e tratamento que vise à redução de cargas e concentrações.

- Avaliar e comparar substâncias ou equipamentos de tratamentos biológicos.

- Identificar o despejo final, no Município, e monitorar os efluentes dos diversos hospitais após o descarte.

- Aprofundar as análises microbiológicas, do efluente, abrangendo estudos sobre bactérias de maior resistência e vírus mutagênicos com risco de transmissão de doenças pela água.

- Investigar, monitorar e propor redução às causas no elevado descarte de Nitrogênio Total e Fósforo Total encontradas nos efluentes dos hospitais trabalhados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Informação e Documentação:* Referências – Elaboração. NBR 6023: 2002. Rio de Janeiro, ago.2002.

ALVES FILHO, F. País Sujo. *Revista Isto É*, São Paulo, nº 1696, p.74, abril.2002.

ALVIM, M.A.B; RIBEIRO, M.A.B; MOURA M.C.L. Perfil dos microrganismos isolados no período de um ano p.93. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR, 5, 1996, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Profissionais em controle de infecções hospitalares – ABIH, [1996]. 140p.

AMARAL, F.D. Controle de população microbiana em áreas produtivas. Porto Alegre: AFARGS, 2000. p 39-43.

ARMSTRONG, J.; SHIGENO, D.S.; CALOMIRIS, J.J. et al. Antibiotic-resistant bacteria in drinking water. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v.42, n. 2, p.277-283, 1981.

ASENSI, M.D.; MORAES, B.A., CRAVO, C.A.N. et al. Estudo bacteriológico da infecção hospitalar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR, 5, 1996, Rio de Janeiro: *Resumos...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Profissionais em controle de Infecções hospitalares – ABIH, [1996?]. p. 92

A TERRA não pode ir para o ralo. *Zero Hora*, Porto Alegre, 05 dez 2003, p.26.

ATLAS, R.M.; BARTHA, R. *Microbial ecology:* Fundamentals and applications. 4. ed California: Benjamin/Cumming, 1998. 694p

APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington, DC: New York, 2001.

BACICURINSKI, Bernardo. Contaminação Ambiental por Emissões de Aerossóis, Voláteis e Odor provocados por Aeradores. *Meio Ambiente Industrial*, São Paulo, n.44, 49, 50, 51, set-out 2003.

BASSI, M. D., MORETTON J. *Mutagenicity of antineoplastic drug residues treated in health care waste* autoclave. Bull. Environ. Contam. Toxicol. n. 71, p. 170-175. 2003.

BARREL, R.A.; HUNTER, P.R.; NICHOLS, G. Microbiological standards for water and their relationship to health risk. *Communicable Disease and Public Health*, v.3, n.1, p.8-13, 2000.

BELL, J. B.; GARTH, E.; SMITH, D.W. Influence of sewage treatment and urbanization on selection of multiple resistance in fecal coliform populations. *Applied and Environmental Microbiology,* Washington, v. 46, n.1, p.227-232, 1983.

BLATCHLEY, E.; HUNT, B.; DUGGIRALA, R. Et al. Effects of disinfectants on wastewater effluent toxicity. *Water Reserch*, v.31, n.7, p.1581-1588, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997.Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal*. Secretaria de Recursos Hídricos. 2000.1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Processamento de Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde.* 2. ed. Brasília: Secretaria de Assistência à Saúde, 1994.

BRASIL. Lei nº 6.038, de agosto de 1981.CD-ROM Lex Ambiental. 2003.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. CD-ROM Lex Ambiental. 2003.

BRATFICH, O. J. *Inovação Tecnológica em pequenas empresas*. Disponível em <http://watson.fapesp.br/PIPEM/PIPE12/engsan1.htm> acesso em: 25 mai 2005.

CÉCILLON, Y Doenças de veiculação no meio hídrico. In: SEMINÁRIO-CURSO: CENTRO INTERAMERICANO DE RECURSOS DE ÁGUA, 11. 1996, Salvador. *Livro de Textos*. Salvador: Universidade Católica de Salvador, 1996. p.510-515.

CERQUEIRA, D. A. Atualização em Microbiologia sanitária. *Apostila*. 1999, Rio de Janeiro. RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Capítulo Nacional da AIDIS, p.50.

CETESB – Companhia de Tecnologia e de Saneamento Ambiental, São Paulo. *Norma Técnica L5.507*. São Paulo: CETESB, 1978.

CETESB – Companhia de Tecnologia e de Saneamento Ambiental, São Paulo. *Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos*. São Paulo: CETESB, 1990. Série Manuais.

CONAMA. *Resolução Nº 20, de 18 de junho de 1986*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em 25 ago. 2002.

CONAMA. *Resolução nº 357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em<http://www.mma.gov.br/prt./conama/res/res05/res35705.html>.Acesso em 20 Mai. 2005.

CONAMA. Resolução Nº 358 de 29 de abril de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res2905.html> Acesso em 30 mai.2005.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL, República Federativa do Brasil, 1988.

COSTA, L.J.P. *Análise Bacteriológica da Água*. João Pessoa: UFPb, 1980. 462 p.

COSTAS, M.: HOLMES, B.; ON, S. L. W. Et al. Identification of medically importa *Pseudomonas* species using computerized methods. In: BOARD, R.G.; JONES, D.; SKINNER, F.A. *Identification methods in applind and environmental microbiology*. London: Blackwell, 1992. p.1-20. 334p.(SAB. Technical, series 29).

DANIEL, L. Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES. 2001, 155p.

DAVIES, J.E. Origins, acquisition and dissemination of antibiotic resistance determinants. In: *ANTIBIOTICS resistence*: origins, evolution, selection and spread. Chichester: J. Wiley, 1997. p.15-35. (Ciba foundation Symposium, 207)

DENYER, S.; STEWART, G. Mechanisms of action os disinfectants. International Biodeterioration & Biodegradation, v. 41, p.261-268, 1998.

DIOGO FILHO, A.; DOMINGUES, M.A.; JORGE, M.T. Principais bactérias isoladas como colonizantes, causadoras de infecção comunitária (IC), hospitalar (IH), e hospitalar não autóctone (IHNA): Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (UC-UFU). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR, 5., 1996, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Profissionais em controle de infecções hospitalares – ABIH, [1996]. p. 99.

DOEBBELING, B.N. et al. Comparative Efficacy of Alternative Hand-Washing Agents in Reducing Nosocomial Infections in Intensive Care Units. *N Engl J.MÉD*., Boston, v. 327, p. 88-93, 1992.

DOFOUR, A.P. *Escherichia coli*. The fecal coliform. In: HOADDLEY, A.W and DUTKA, B.J. *Bacterial idicators/health hazards associated with water*. Philadelphia: ASTM, 1977. p.48-58 (Special tecnical pùblication, 635)

DREMONT, C.; HADJALI, J. *La gestion dês effluents liquides em Milieu Hospitalier.* Projet DESS "TBH", UTC, 1997, p. 30. Disponível on-line em http//www.utc.fr/~farges/DESS,TBH/96-97/Projects/EL/EL.htm.

EICKHOFF, T. C. Antibiotics and nosocomial infections. In: BENNETT, J.V.; BRACHMAN, P.S.; SANFORD, J. P. *Hospital infections*. 3. ed. Boston: Little, Brown and Company, 1992. p. 245-355.

ENA, J. Optimal use of antibiotics. In: WENZEL, R. P. *Prevention and control of nosocomial infections*. 3. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997. p. 323-338.

EVALDT, F. R. *Caracterização Físico-Química de Efluentes de Quatro Hospitais da Cidade de Porto Alegre.* Porto Alegre: UFRGS, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

FARIA, C.M. LERSCH, E.C. *Saneamento da praia de Ipanema; O Resgate de suas águas*. Porto Alegre: ECOS/DMAE, v. 1, 22p.

FORMAGGIA, D.M.E. Resíduos de serviço de saúde. IN: CURSO CETESB. *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.* São Paulo: CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1994. p. 1-9.

FURASTÉ, P.A. *Normas Técnicas para o Trabalho Científico.*Explicitação das Normas da ABNT. 11. ed. Porto Alegre: Dáctilo Plus, 2002.

GAGLIONE, S., BASTOS, C.R. A *Recuperação da qualidade das águas – Aspectos físicos e químicos da poluição das águas*. São Paulo: CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1988. p. 17.

GARTISER, S.; BRINKER, l.; uhl, a. ET AL. Investigation of hospital effluents – the example of the Freiburg university hospital. *Industrieabwässer,* n. 9, p.1618-1624, 1994.

GENTRY, L. Bacterial resistance. *Orthopedic Clinics of North America*, Houston, v. 22, n.3, p. 379-388, 1991.

GIULIANI, F.; KOLLER, T. WÜRGLER, F. E. et. al. Detection of genotoxic activity in native hospital waste water by the umuC Test. *Mutation Research*, Folkestone, England, n. 368, p. 49-57, 1996.

GUILHERM, P. E. *Caracterização de efluentes hospitalares*. São Paulo: CETESB, 1993, 13p.

INSTITUTO NACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE EM SAÚDE. *Técnicas para controle de qualidade; avaliação da atividade antibacteriana de saneantes domissanitários.* Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1985. Manual Técnico n. 04/85.

JACANGELO, J.; TRUSSELL, R. International report – water and wastewater disinfection: trends, issues and practices. *IWA 2nd World Water Congress*, Berlin, Oct. 15-19, 2001.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C. A. *Tratamento de Esgoto Doméstico*. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

KONEMAN, E. W. et al. *Diagnóstico Microbiológico*. 5. ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 1999. p. 171-242. Texto Y Atlas Color

KREIG, N. R.; HOLT, J. G. Bergey's manual of *systematic bacteriology*. Baltimore: The Wiliams & Wilks. 1984. v 1, 964p

KREISEL, W. Water quality and health. *Wat. Sci. Tech*., Grã-Bretanha, v. 23, p.201-209, 1991.

KÜMMERER, K.; HELMERS, E.; HUBNER, E. et al. European hospitals as a source for platinum in the environment in comparison with other sources. *The Science of the Total Environment*, v. 225, n. 2, p. 155-165, 1999.

KÜMMERER, K.; Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relations to other sources. *A Reviw Chemosphere*, v. 45, p. 957-969, 2001.

LANGSRUD,S.; SIDHU, M.;HEIR, E. Et al. Bacterial disinfectant resistance – a challenge for the food industry. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v.51, p. 283-290, 2003.

LA ROSA, A.M.F. et alii. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS. *Relatório Técnico*. Proc. Nº 99/0571-4. Gestão de Efluentes Líquidos de Serviços de Saúde em Porto Alegre. 2001.

LA ROSA, A.M.F; TOLFO, A. M.; MONTEGGIA, O. ALMEIDA, M.M.N. ORTOLAN M., RODRIGUEZ M. T. *Gestão de efluentes de serviços de saúde em Porto Alegre.* In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Anais ABES*. Associação de Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, 2000.

LEPRAT, E. Les effluents liquides hospitaliers: vers une meilleure maitrise. *3 ème Journèe du régional d'hygiène de Basse-Normandie*. Resumes dês intervention, 1999, p.2. Disponível em <http//www.pharmacie.unicen.fr/rrh/resj3/Res2.htm.> acesso fev 1999.

LEVINSON, W.E.; JAWETZ, E. Gram-negative rods related to the enteric trat. In: *MEDICAL microbiology & immunology.* 3. ed. San Francisco: Prentice-Hall, 1994. p. 87-104.

LIM, C.H.; FLINT, K.P. The effects of nutrients on the survival of Escherichia coli in lake water. *J. Appl. Bacteriol*. Oxford, v.66, n6, p.559-569, 1989.

LAZAROVA, V.; SAVOYE, P.; EX, M. Advanced wastewater disinfection tecnologies: state of the art and perspectives. *Water Science and Technology*, v. 40, n. 4-5, p. 201-213, 1999.

MACÊDO, J. A. B. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas & Microbiológicas - *Águas & Águas*. Minas Gerais: Wenda do Brasil, 302 p. 2001.

MACHADO-HOMEM, J.C.M. *Les Effluents Hospitaliers.* Paris: Universitè Louis Paster. Institut Mécanique dês Fluides, 1986.

MANRIQUE, E.I.; COSTA, S.F.; MEDEIROS, E.A.S. et al. Dez bactérias mais comuns das infecções hospitalares e seus níveis de resistência aos antimicrobianos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÕES HOSPITALARES, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Profissionais em controle de infecções hospitalares – ABIH, [1996]. P.105.

MARTINDALE. *The Extra Pharmacopoeia*. 31. ed. London: The Pharmaceutical, 1996.

MARQUES, P.P. Programa de qualidade da Água. *A Água em Revista*, Belo Horizonte, v.1, p.35, 1993.

MATOS, David. Municípios Brasileiros ainda lutam pela universalização do saneamento. *Painel de compras municipais*, São Paulo, nº3. P.4,5, mar – abr 2004.

MINS, E. A.; PLAYFAIR, J.H.L; ROITT, I.M. et al. *Microbiologia Médica*. Grã-Bretanha: Manole, 1995. Cap.24: Diagnóstico e manifestações clínicas: infecções do trato gastrointestinal.

NANNI, L. F & RIBEIRO, J.L. *Planejamento e avaliação de experimentos*. Porto Alegre: Caderno de Engenharia.Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1987.

NEIVA, Álvaro. Sem água e saneamento.*Ecologia e desenvolvimento*, Rio de Janeiro, n. 88. p. 22-23, s.d.

NIEMI, M.; SIBAKOV, M. NIEMELA, S. Antibiotic resistance among different species of fecal coliforms isolated from water samples. *Applied and Environmental Microbiology*. Wasshington, v. 45, n.1, p.79-83, 1983.

OPAS. *Saneamento básico*. disponível em:<http://www.opas.org.br/ambiente/temas.cfm?id=30&area=conceito> acesso em 13 jun 2005.

ORTOLAN, M. G. *Avaliação do efluente do Hospital de Clinicas de Porto Alegre*: citotoxicidade, genotocixidade, perfil microbiológico de bactérias mesófilas e resistência a antibióticos. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

PAZ, M., MUZIO, H.; GEMINI, V. et al. Aguas residuales de un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina: Características químicas, biológicas y toxicológicas, *Higiene y Sanidad Ambiental*, n. 4, p. 83-88 , 2004.

PELCZAR, JR.; MICHAEL, Joseph. *Microbiologia:* Conceitos e aplicações. Tradução Sueli F. Yamada & outros. 2. ed. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993.

PARKER, C.D. Biological mechanisms in lagoons. *Prog. Wat. Tech*. Grã-Bretanha, v. 11, n4-5, p.71-85, 1979.

PHILIPS, D.J. *Quantitative Aquatic Biological Indicadors*. London: APP.SCI. Publ. Ltd., 1980.

PESSOA, C. & JORDÃO, E.P. *Tratamento de esgotos domésticos.* 2ª ed. Rio de Janeiro, ABES, 1982.

RANCAÑO, L. E. ; MOREN SAVIGNE, G.; CALLARD MECIAS, L. et al. Comparación de dos métodos de realización de antibiograma e 1055 cepas de Pseudomonas aeruginosa aisladas en aguas. *Revista Cubana de Higiene Y Epidemiologia*, Santiago de Cuba, n. 4, v.20, p.613-620, 1982b.

RAYA-RODRIGUEZ, M.; ARENZON, A.; LA ROSA, A. et. Al. Ecotoxicidade de efluentes de serviço de saúde. *Revista Brasileira de Toxicologia*, v.14, n.2, p.135, 2001.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água. *Gerenciamento Ambiental*, São Paulo, n. 27. p. 35., Set-out. 2003.

RECURSOS Hídricos. *Ambiente Brasil*. . Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/agua/doce>. Acesso em 27 fev 2004

REISDÖRFER, Andréa F. Gestão dos Recursos Hídricos: responsabilidade de todos. *Conselho em revista*, RS, s.d., nº3. p. 12,13,14,

RELATÓRIO Final. *Santa Casa Notícias,* Ano 16, n. 100, Maio / junho de 2005.

RIO GRANDE DO SUL. *Portaria SSMA nº 5 de 16 de março de 1989*. Aprova a Norma Técnica SSMA nº 01/89 – DMA, que dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do Estado do Rio Grande do Sul, 2000. 1 CD-ROM.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 10.099, de 7 de fevereiro de 1994. CD-ROM Lex ambiental. 2003.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, Código Estadual do Meio ambiente.2000.

RODRIGUES, J.L.N; CARVALHO, M.C. MOREIRA, J.L.B. et al. Diagnóstico bacteriológico das pneumonias nosocomiais. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR, 5, 1996, Rio de Janeiro. *Resumos*...Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Profissionais em controle de infecções hospitalares – ABIH, [1996]. P. 64.

RUSSEL. A D.; HUGO, W.B.; AYLIFFE, G. A. J. *Principles and pratice of desinfection, preservation and sterilization*. Oxford: Blackwell Scientific, 1982.

SAID, M.A. *Caracterização dos efluentes líquidos hospitalares*: Hospital São Luiz Gonzaga. São Paulo: CETESB, 1995. 27 p.

SANEAMENTO Básico. *Ambiente Brasil*. 30 ago 2004. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/agua/urbana>.

SEMA. Programas e Projetos. Pró – Guaíba. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/proguaiba.htm> acesso em 12 mai 2005.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N. F. A. Contagem de coliformes totais, coliformes fecais e *Escherichia coli.* In: *MANUAL de métodos de análise microbiológica de alimentos.* São Paulo: Varela, 1997. p.31-39.

SILVEIRA, I.C.T. Cloro e Ozônio aplicados à desinfecção de efluente hospitalar tratado em contatores biológicos rotatórios, com avaliação de efeitos tóxicos em Daphia similis. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SOUZA, G.F. *Resíduos Líquidos de Hospitais*. Curitiba: SUREHMA, 1987.13p.

SOARES, Joel F. *Brasil*: riqueza em água e em leis de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/agua/doce>. Acesso em 08 Set 2004.

SOUZA, H.B. & DERISIO, J. C. *Guia técnico de coleta de amostra de água*. São Paulo: CETESB, 1977. 257 p.

SPREHE, M.; GEIBEN, S.; VOGELPOHL, A*; Photochemical oxidation of iodized X-ray contrast media (XRC) in hospital wastewater.* Second International Conference on Oxidation Tecnologies for Water and Wastewater Treatment. Clausthal, Germany, May, 28 to 31, 2000.

TATE, C.H.; DENV, P.E.; ARNOLD, K. F. Healt and aesthetic aspect df water quality. In: PONTIUS, F.W. *Water quality and treatment*: a handbook of community water supplies. New York: American water works association: McGraw-Hill, 1990. p. 63-156.

TOZE, S. PCR and detection of microbial pathogens in water and wastewater. *Water Reserch*, v. 33, n. 17, p. 3545-3556, 1999.

TRATAMENTO de Efluentes e reuso de água – Soluções para o problema de escassez de água - *Meio Ambiente Industrial*, São Paulo, n. 35, p. 36-37, mar.-abr., 2002.

TSAI, C.; LAI, J.; LIN, S. Quantification of pathogenic microorganisms in the sludge from treated hospital wastewater. *Journal of Applied Microbiology*, v. 85, n. 1, p. 171-176, 1998.

TSAI, C.; LIN, S. Disinfection of hospital waste sludge using hypochlorite and chlorine dioxide. *Journal of Applied of Microbiology*, v. 86, n. 5, p. 827-833, 1999.

TURCK JR.C.A. GIULIANO, M. "Arroio não é valão"! Conquista da educação ambiental**.** *Revista ECOS*., n. 12, ano 5, Mai 1998.

US EPA Guidance Manual: *Alternative Disisnfectants and Oxidants*. Disponível em <www.epa.org>. Acesso em agosto de 2004.

VARGAS, F. R; CARNEIRO, A E; PETRILLO, V. F. Aspectos da contaminação ambiental, resistência aos antimicrobianos e disseminação dos bacilos Gram-negativos na infecção hospitalar. *Revista de pesquisa médica*, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 23-30, 1985.

VIRELLA, G.; SCHMIDT, M. G. Gram negative rods II: Enterobacteriaceae and other Enteropathogenic Gram negative rods. In: VIRELLA, G. *Microbiology and infectious diseases*. 3. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1990. p. 141-157.

VON GUNTEN, U.; DRIEDGER, A.; GALLARD H. ET AL. By-products formation during drinking water disinfection: a tool to assess disinfection efficiency? *Water Research,* v.35, n.8, p.2095-2099, 2001.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Dep. de Engenharia Sanitária e ambiental da UFMG, 1995. v. 1, 240 p.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.Princípios básicos do tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 1996. v. 2, 211p.

WAKSMAN, S.A. Antimicrobial Chemotherapy In: PRESCOTT, L.; HARLEY, J.P.; KEIN, D. A. *Microbiology*. 2. ed. [S.l]: WCB Publishers, 1993. p.50-67.

WALTER, M. V.; WENNES, J. W. Occurrence of multiple- antibiotic- resistant enteric bacteria in domestic sewage and oxidation lagoons. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v. 50, n.4, p.930-933, 1985.

WENZEL, R.P. *Prevention and control of nosocomial infections*. 3 ed. Baltimore: Williams & Williams, 1997. p.54-76.

WHITE, P.A.; RASMUSSEN, J.B.; BLAISE, C. Genotoxic Substances in the St. Lawrence System II: extracts of fish and Macroinvertebrates from the St Lawrence and Saguenay Rivers, Canada. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Canadá, v.17, n.2, p.304-316, 1998.

WRIGHT, A. S. The role of metabolism in chemical mutagenesis and chemical carcinogenesis. *Mutation Research*, Folkestone, England, n. 75, p.215-241, 1980.

WÜRGLER, F. E.; KRAMERS, P. G. N. Environmental effects of genotoxins (ecogenotoxicology). *Mutagenesis*, v. 7, n. 5, p.321-327, 1992.

YASSUDA, E.R. et. Al. *Água*: qualidade, padrões de potabilidade e poluição. São Paulo: CETESB, 1969.

APÊNDICE

APÊNDICE A: PESQUISA DE DADOS

PESQUISA DE DADOS			
1	Especialidade do Empreendimento**:**		
2	Início de Funcionamento:		
3	Localização:		
3.1	Zona:		
3.2	Circunvizinhanças:		
4	Área Construída		
5	Área Disponível		
6	Horários de atividade		
6.1	Turnos de trabalho:		
6.2	Número de funcionários		Estagiários
6.3	Leitos		
7	Serviço terceirizado: (I) – Interno (E) - Externo		
	( ) Lavanderia	( ) Cozinha	( ) Bar
	( ) Limpeza	( ) Laboratório	( ) Serviço de Radiologia
	( ) Farmácia	( ) Manutenção	( ) Outros
8	Convênios:		
	( ) SUS	( ) ABB	( ) Bradesco
	( ) Unimed	( ) IPE	( ) Golden Cross
	( ) Outros		
9	Setores: (nº de atendimento/dia)		
	(.) Serviço. de enfermagem	( ) Serviço de emergência.	( )Serviço de controle de infecção
	( ) serviço de radiologia	( ) Serviço de limpeza	( ) outros
10	Quantidade de salas do Centro Cirúrgico:		( ) Nº de atendimentos /dia:
11	Fonte de abastecimento de água:		
	( ) Rede pública	( ) Poço artesiano	( ) Outros:
12	Volume de água consumido:		
13	Material de tubulação:		
14	Localização dos pontos de Emissão		
15	Corpo receptor do Efluente:		
16	Há caracterização do efluente: ( ) Sim ( ) Não		
16.1	Quanto:		
16.2	Parâmetros analisados:		
17	Há tratamento do efluente: ( ) Sim ( ) Não		
17.1	Caso positivo: Qual o tratamento realizado:		
17.2	Eficiência:		
17.3	Freqüência e Medições:		
18	Produtos químicos utilizados na limpeza e higienização do Hospital		
19	Produtos químicos utilizados na lavanderia:		

APÊNDICE B:TÉCNICAS DAS ANÁLISES

As Técnicas das Determinações analisadas estão de acordo com as seguintes descrições:

pH – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – $4500H^{+}B$.
Cianetos – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th – Edition – 4500F.
Cor – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 2120 – C.
Cromo Hexavalente – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 3500 – Cr – B.
DBO_5-Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 5210 – B.
DQO – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 5220B.
Fenol – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 5530 D.
Fluoretos – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 4500 – F-C.
Fósforo Total – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 4500 – PE.
Nitrogênio Total – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 4500 NH_3 – C.
Óleos e Graxas – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 5520 D.
Sólidos Sedimentáveis – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 2540 F.
Sólidos Suspensos – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition -2540 D
Sulfitos – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 4500 SO_3 - B.
Sulfetos – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – SO_{2-}F.
Metais (Al, As, Ba e B) – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – 3111D.
Metais (Cd, Pb, Co, Cu, Sn, Fe, Li, Mo, Mn, Ni, Ag, V e Zn) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition 3111B.
Mercúrio – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition 3112 B.
Coli- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition – Part 9221 – Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group.

ANEXO

ANEXO A: NORMA TÉCNICA Nº 01/89 - DMA

PARÂMETROS GERAIS

Temperatura	40ºC
Odor	
espumas	ausentes
Materiais flutuantes	ausentes
Sólidos sedimentáveis	≤1,0 ml/l em teste de 1 (uma) hora em "Cone Imhoff"
pH	Entre 6,0 e 8,5
Dureza	≤200mg/l CaCO3
Óleos e Graxas: Vegetal ou animal	≤30 mg/l
Óleos e Graxas: Mineral	≤10 mg/l
Coliformes Fecais	≤300 NMP/100ml

Fonte: NT 01/89

CONCENTRAÇÃO MÁXIMA

fenóis	0,1mg/l	fluoretos	10 mg/l
fósforo total	1,0 mg/l	nitrogênio total	10 mg/l
sulfetos	0,2 mg/l	alumínio	10 mg/l
bário	5,0 mg/l	boro	5,0 mg/l
cobalto	0,5 mg/l	estanho	4,0 mg/l
ferro	10 mg/l	lítio	10 mg/l
manganês	2,0 mg/l	molibdênio	0,5 mg/l
vanádio	1,0 mg/l	arsênio	0,1 mg/l
cádmio	0,1 mg/l	chumbo	0,5 mg/l
cianetos	0,2 mg/l	cobre	0,5 mg/l
cromo hexavalente	0,1 mg/l	cromo total	0,5 mg/l
mercúrio	0,01 mg/l	níquel	1,0 mg/l
prata	0,1 mg/l	selênio	0,05 mg/l
zinco	1,0 mg/l	compostos organofosforados e carbamatos	0,1 mg/l
surfactantes	2,0 mg/l		

Fonte: NT 01/89

A Norma Técnica Nº 01/89 determina ainda que o lançamento de efluentes que contém cargas orgânicas ou sólidos suspensos obedecerá aos seguintes critérios, sendo para fontes poluidoras existentes:

Vazão (m³/dia)			DBO (20º C)	DQO (mg/l)	SS (mg/l)
	Q<	20	≤200	≤450	≤200
20	≤Q<	200	≤150	≤450	≤150
200	≤ Q<	1.000	≤120	≤360	≤120
1000	≤ Q<	2000	≤80	≤240	≤80
2000	≤ Q<	10.000	≤60	≤200	≤70
10.000	≤ Q		≤40	≤160	≤50