

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



Trabalho de Conclusão de Curso

**Estudo de Efluentes Hospitalares: Caso Hospital Santa
Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul**

Renata Andrade da Silva Cezimbra

Pelotas, 2015

RENATA ANDRADE DA SILVA CEZIMBRA

**Estudo de Efluentes Hospitalares: Caso Hospital Santa
Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul**

Trabalho acadêmico apresentado
ao Curso de Engenharia Ambiental
e Sanitária, da Universidade
Federal de Pelotas, como requisito
parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenheiro
Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Maurizio Silveira Quadro

Pelotas, 2015

Banca examinadora:

Prof. Dr. Maurizio Silveira Quadro – Centro de Engenharias/UFPeI

Prof. Dr. Amauri Antunes Barcelos – Centro de Engenharias/UFPeI

Prof. Dr. Érico Kunde Corrêa – Centro de Engenharias/UFPeI

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar meus passos, passos que me trouxeram até aqui por caminhos que me fizeram realmente feliz.

A toda a minha família. Em especial, a minha mãe por todas as vezes que estive triste ou desacreditada, foi a confiança que ela depositou em mim e a motivação que ela me dava que me fizeram ir além do que achava ser capaz e ao meu pai, por me mostrar o quão forte e determinada sou, sempre me fez acreditar que posso tudo e que se dependesse apenas dele, eu sempre teria tudo.

Ao meu orientador Maurizio, pela paciência, por confiar no meu potencial em executar esse trabalho e pelos ensinamentos passados que serão de grande valia, tanto para a minha carreira profissional quanto para serem levados pra vida toda.

A todos os professores, pelo incentivo e preocupação nessa jornada, em especial a Professor Luciara, pela motivação, Professora Diulianal, pelas contribuições para este trabalho e Professora Cláudia, por sempre se preocupar com seus alunos.

Aos meus amigos, que souberam aceitar meu não, quando eu precisava focar nos estudos, que me aguentaram em níveis altos de stress e me fizeram rir nos momentos difíceis. Em especial aos que estiveram presente nessa fase de TCC, Nathália C., Lucas A., Heitor A., Manoela C., Ana Luísa R., John K.S., Leandro G., Vitória A., Julia C., Luíza I., Géssica D., Gabriela S. e Francine V..

Aos meus colegas, por estarem comigo em todas as barreiras que a faculdade nos proporciona. Em especial as turmas de 2009 e 2010.

Aos colegas e amigos do NPSA, pela preocupação com o andamento do trabalho e pela ajuda na elaboração, em especial Gustavo F. e Rodrigo C.

Ao Sr. José Ney Lamas, presidente do Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul, por permitir meu acesso ao hospital. Ao Diego Mendes, por toda disposição em colaborar quando solicitado sempre e por toda ajuda prestada. A toda equipe da Manutenção, em especial ao Fabiano, por me acompanhar nas coletas, me ajudando no que fosse preciso.

As meninas do laboratório da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, pela paciência e ajuda com as minhas análises para este trabalho.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desses anos de faculdade, que com certeza trouxeram algum aprendizado ou deixaram alguma lição, que foram uteis na minha formação profissional e pessoal.

O MEU MAIS SINCERO AGRADECIMENTO. MUITO OBRIGADA!

RESUMO

CEZIMBRA, Renata Andrade da Silva. **Gestão de Efluentes Hospitalares: Caso Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul.** 2015. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Com o crescente problema da escassez dos recursos hídricos, cada vez mais se tem buscado formas de proteger nossas fontes de água, cuidando da qualidade do meio ambiente. Existem muitas formas de colocar em risco nossos mananciais, tais como fazendo despejos inadequados de esgotos que não recebem nenhum tipo de tratamento prévio. Os hospitais podem representar um risco à qualidade ambiental por ser um grande centro de geração de efluentes que, geralmente, são descartados de forma incorreta. A maioria desses estabelecimentos não possuem recursos ou espaços para fazer a gestão correta desses efluentes. Podem trazer problemas ao meio ambiente, por incorporarem às águas residuárias elementos de caráter nocivo que possuem características não biodegradáveis e também à saúde pública, pois ocorre que em muitas partes do Brasil a população está em contato direto com esgotos ao ar livre, porque ainda temos um precário sistema de saneamento básico. Nesse contexto, o presente estudo apresenta algumas características que possuem esses efluentes e busca estimar qual a quantidade que pode ser gerada em média em um hospital da Região Sul do Rio Grande do Sul. Foram realizadas coletas de esgoto do Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul para análises em laboratório desse efluente e também foram feitos levantamentos dos dados dos últimos anos do consumo de água para estimar a geração de efluente sob diversas condições. Esse hospital possui um tratamento prévio antes do descarte na rede pública do município, além disso foi realizado um estudo da eficiência desse sistema, analisando seu desempenho e possíveis correções de falhas.

Palavras-chave: Efluente hospitalar. Caracterização de efluentes. Águas residuárias.

ABSTRACT

CEZIMBRA, Renata Andrade da Silva. **Hospital Wastewater Management: Case Study of Hospital Santa Casa de Misericórdia in São Lourenço do Sul.** 2015. 67 f. Term Paper (TCC). Degree in Environmental and Sanitary Engineering. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Along with the growing problem of shortage of water resources, increasingly has been seeking ways to protect our water sources, looking after the environmental quality. There are many ways to endanger our water sources, as improper wastewater discharges that do not receive any prior treatment. Hospitals may represent a risk to environmental quality by being a major center of effluents generation which are usually discarded incorrectly. Most of these establishments have no resources or space to perform the correct management of these effluents. These can bring problems to the environment, by incorporating to the residual waters harmful elements with characteristics not biodegradable, and also to public health, as occurs in many parts of Brazil the population is in direct contact with unprotected sewerage, because we still have a precarious sanitation system in our country. In this sense, this study presents some characteristics that these effluents have and estimate how much can be generated on average at a hospital in southern Rio Grande do Sul. Sewage samples were taken from the Hospital Santa Casa de Misericórdia in São Lourenço do Sul in order to laboratorial analysis of the effluent and were also made data collection of water consumption from recent years to estimate the generation of effluent under different conditions. This hospital has a pretreatment system upon disposal in the municipality public network, and also made a study of the effectiveness of that system, analyzing their performance and potential bug fixes.

Keywords: Hospital wastewater. Effluent characterization. Wastewater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização de São Lourenço do Sul no Rio Grande do Sul....	30
Figura 2	Mapa de São Lourenço do Sul (RS).....	30
Figura 3	Hidrografia e Sistema viário de São Lourenço do Sul.....	31
Figura 4	Primeiro ponto de coleta – Ponto A.....	33
Figura 5	Segundo ponto de coleta – Ponto B.....	34
Figura 6	Terceiro ponto de coleta – Ponto B.....	34
Figura 7	Suporte auxiliar para coleta.....	35
Figura 8	Consumo de água do hospital no ano de 2003 e 2004.....	38
Figura 9	Consumos de água dos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013....	39
Figura 10	Consumo de água do hospital no ano de 2014 e 2015.....	40
Figura 11	Consumo de água diário em litros por leito, levando em conta a taxa de ocupação do hospital no período.....	41
Figura 12	Geração de efluente a partir do consumo de água.....	43
Figura 13	Comparação entre os valores da CORSAN e os encontrandos na NTS 181.....	44
Figura 14	Consumo médio de água estimado para cada setor.....	45
Figura 15	Concentrações dos parâmetros medidos no Ponto A, nos três dias de coleta.....	47
Figura 16	Concentrações dos parâmetros medidos no Ponto B, nos três dias de coleta.....	48
Figura 17	Concentrações dos parâmetros medidos no Ponto C, nos três dias de coleta.....	49
Figura 18	Resultados das análises nos pontos A, B e C.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características das impurezas em águas residuárias.....	19
Tabela 2	Características das impurezas das águas provenientes de hospitais.....	20
Tabela 3	Cargas poluidoras nos três pontos de amostragem do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.....	21
Tabela 4	Municípios brasileiros e do Estado do Rio Grande do Sul que possuem e que não possuem coleta de esgoto.....	22
Tabela 5	Municípios brasileiros e do Estado do Rio Grande do Sul que possuem e que não possuem tratamento do esgoto coletado.....	23
Tabela 6	Dados do hospital coletados através do questionário aplicado.....	42
Tabela 7	Consumo médio de água dos últimos anos no hospital.....	44
Tabela 8	Caracterização físico-química do efluente gerado no Ponto A – média dos três pontos de amostra.....	47
Tabela 9	Caracterização físico-química do efluente gerado no Ponto B – média dos três pontos de amostra.....	48
Tabela 10	Caracterização físico-química do efluente gerado no Ponto C – média dos três pontos de amostra.....	49
Tabela 11	Características do efluente gerado antes da implantação do sistema de tratamento. (média das três coletas).....	52
Tabela 12	Características microbiológicas do efluente gerado.....	52
Tabela 13	Valores médios obtidos através do calculo da eficiência do sistema para os parâmetros DQO e SST.....	54
Tabela 14	Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico (em %)......	54

LISTA DE ABREVIATURAS

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CONSEMA: Conselho Estadual do Meio Ambiente

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CNES: Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

SSMA: Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente

CORSAN: Companhia Riograndense de Saneamento

DQO: Demanda Química de Oxigênio

P: Fósforo

ST: Sólidos Totais

SST: Sólidos Suspensos Totais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Geração de Efluente.....	16
3.2	Características do Efluente Hospitalar.....	18
3.3	Problemática dos efluentes hospitalares.....	22
3.4	Legislação Ambiental.....	26
3.4.1	Legislação Ambiental Federal.....	26
3.4.2	Legislação Ambiental Estadual.....	27
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1	Área de Estudo.....	29
4.1.1	Município de São Lourenço do Sul.....	29
4.1.2	Hospital Santa Casa de Misericórdia.....	31
4.2	Levantamento de dados.....	32
4.3	Pontos de Coleta do Efluente.....	32
4.4	Determinação da Geração de Efluentes e Análises Laboratoriais.....	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
5.1	Caracterização da Geração de Efluente.....	38
5.1.1	Dados de Consumo de Água.....	38
5.1.2	Geração de Efluente a Partir dos Dados Fornecidos.....	41
5.1.3	Comparação Entre Vazões Medidas Pela CORSAN e as Vazões Calculadas Com Base na NTS 181 – SABESP.....	43
5.1.4	Índice de Consumo.....	45
5.2	Caracterização Físico-Química dos Efluentes.....	46

5.3	Caracterização Microbiológica.....	52
5.4	Eficiência do Sistema de Tratamento.....	54
6	CONCLUSÕES.....	55
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
	APÊNDICES.....	63
	APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO APLICADO AOS GESTORES DO HOSPITAL SANTA CASA DE MISERICÓRDIA DE SÃO LOURENÇO DO SUL.....	64
	ANEXOS.....	65
	ANEXO A: PADRÕES DE EMISSÃO – NORMA TÉCNICA SSMA N. 0189 (ADAPTADA).....	66

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais da atualidade é a má gestão dos recursos hídricos, nos últimos anos este problema tem se agravado devido à crise hídrica que o país vem enfrentando. O Brasil possui umas das maiores reservas de água do planeta, aproximadamente 15% do total dos recursos hídricos do mundo se encontram aqui, tanto na superfície como em reservas subterrâneas, por isso a importância de se fazer uma boa gestão dos recursos hídricos que temos, para tanto foram formuladas algumas leis (RIBEIRO, 2005 apud SOARES, 2004). Conforme a Constituição Federal (BRASIL, 1988), o art. 225 dispõe sobre o direito que é de todos em ter um ambiente equilibrado ecologicamente, de uso comum de toda a população e, que de forma coletiva, devemos preservar e defender para que as gerações seguintes possam fazer uso. No parágrafo 1º, indica formas que o poder público tem de assegurar que esse direito seja cumprido, sendo dito no inciso V que o poder público tem poder de “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comprometem risco para a vida, a qualidade de vida e ao meio ambiente”.

Existem várias fontes de contaminação dos corpos hídricos, uma delas pode ser através do descarte de efluentes com alto poder poluidor, que são lançados diretamente nos rios sem ter nenhum tipo de tratamento prévio ou em sistemas públicos de esgotamento que não tem a capacidade para tratar esse tipo de efluente (BERTO, et al., 2009). A maior parte destes cursos d'água, além de serem receptores destes efluentes, são também fontes de captação para o abastecimento de água a ser consumida pela população, gerando riscos a saúde e ao bem estar dos que consomem esta água (LA ROSA et al., 2000).

Dentre os setores hospitalares podemos destacar a lavanderia como setor que apresenta maior relevância na geração de efluentes, suas características complexas podem atribuir ao efluente menor biodegradabilidade, esse efluente pode conter a presença de microrganismos patogênicos, desinfetantes, antibióticos, agentes de limpeza, surfactantes,

umectantes, entre outros. Essas características resistentes são o que atribuem caráter nocivo a esse efluente da lavanderia hospitalar, causando complicações no tratamento biológico das estações de tratamento e apresentando riscos aos ecossistemas aquáticos nos quais esse efluente é lançado (SOUZA, 2012).

As companhias de saneamento ambiental não dão a devida prioridade à gestão desse efluente proveniente das lavanderias industriais, categoria onde estão incluídas as lavanderias hospitalares, visto que esse tipo de atividade descarta cerca de 30 milhões de litros de água contaminada por dia, onde a maior parte dessa água não recebe o tratamento prévio adequado, segundo o Presidente da Associação Nacional de Empresas de Lavanderia (ANEL), Othon Barcelos Correa Sobrinho (TANIMOTO, 2006). Apesar da importância de um tratamento adequado para esse problema ambiental, o Brasil e o Rio Grande do Sul não possuem legislação própria sobre a padronização do lançamento dos efluentes hospitalares (VECCHIA, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo realizar uma caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes do Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul, de forma a colaborar para uma gestão mais adequada destes efluentes.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar a carga orgânica do efluente do hospital;
- Determinar a quantidade de efluentes proveniente dos diferentes setores do hospital;
- Caracterizar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos desse efluente;
- Avaliar a eficiência do sistema de tratamento adotado pelo hospital;
- Contribuir para a sustentabilidade do sistema de saúde.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Geração de Efluente

Os hospitais são grandes consumidores de água, em comparação aos estabelecimentos domésticos. Os valores médios per capita por dia do consumo doméstico podem chegar a 200 litros, enquanto o consumo diário dos hospitais pode chegar até 1.400 litros por leito (RIBEIRO, 2005 apud DREMONT e HADJALI, 1997). Já o Ministério da Saúde (2002) indica que os estabelecimentos de saúde podem consumir cerca de 230 litros de água por leito.dia⁻¹.

Gautam et al. (2007) afirma que o consumo de água em hospitais varia de 400 a 1.200 litros.dia⁻¹ por leito, valor parecido ao descrito por Emmanuel et. al. (2009), cerca de 500 litros.dia⁻¹ para países em desenvolvimento. O alto consumo de água, conseqüentemente, gera grandes volumes de efluentes nessas instituições e sua qualidade e quantidades variam de acordo com a complexidade dos serviços hospitalares fornecidos à população.

Após serem utilizadas, essas águas podem apresentar elementos químicos e biológicos que são eliminados, conferindo ao efluente, características potencialmente poluentes, causando problemas ao ambiente onde será descartado e para a saúde da população do local, caso não receba o tratamento adequado (BRASIL, 2002).

Existem duas alternativas para a destinação desses efluentes: no estabelecimento de saúde contar com uma estação de tratamento própria ou o efluente ser canalizado (tendo ou não tratamento preliminar) para receber o tratamento adequado fora do estabelecimento, em local especializado. Nos dois casos são necessárias várias etapas com diferentes graus de complexidade e da existência de recursos para isso (BRASIL, 2002).

Segundo Ribeiro (2005), um importante fator a ser considerado em relação aos efluentes hospitalares é o conhecimento do porte do hospital para que se possa estimar o volume de esgoto gerado baseado no número de leitos

existentes, também é necessário ter o conhecimento de qual a especialidade do hospital que terá as suas características qualitativas de efluente dimensionadas.

A maior parte dos hospitais não tem espaços físicos disponíveis ou recursos financeiros para investir na implantação de estruturas que possam tratar os efluentes líquidos gerados durante a prestação dos serviços hospitalares. De forma que os hospitais possam atender os padrões aceitáveis, minimizando os impactos sobre as redes de drenagem superficial e subterrânea, os órgãos reguladores, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), decidiram transferir essa responsabilidade e adiar as medidas que solucionariam este problema (VECCHIA et al., 2009).

De acordo com o Manual de Lavanderia Hospitalar do Ministério da Saúde (1986), aproximadamente, metade da água que é usada nos hospitais é para suprir a demanda da lavanderia, sendo o setor de maior importância quanto à questão de geração de efluente. Levando em conta que são necessários, aproximadamente, de 35 a 40 litros de água por quilo de roupa, se prevê um consumo de 250 litros por leito.dia⁻¹.

Krümmerer (1997) mediu as vazões do Hospital Universitário de Freiburg, na Alemanha, com capacidade para 1.400 leitos, apresentou um valor média de 600 m³.dia⁻¹ e uma geração de 0,429 m³ por leito. Já no Hospital Comunitário da mesma cidade, com 450 leitos de capacidade, a vazão média constatada foi de 290 m³.dia⁻¹, indicando uma geração diária de 0,644 m³ por leito.

Segundo Tsai et al. (1998), a geração de efluente em hospitais com mais de 100 leitos de capacidade, no Estado de Taiwan, é próximo a 1 m³.dia⁻¹, cerca de 0,010 m³ por leito, diariamente.

La Rosa (2000) realizou um levantamento da geração de efluentes em todos os setores do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, que aumentou a sua capacidade de 786 leitos para 908 leitos no final de 2012 e até 1999, com 725 leitos, gerava cerca de 27.000 m³.mês⁻¹, ou seja, 1.241 m³.dia⁻¹ por leito

(ORTOLAN, 1999) e 3.763 funcionários. Com base em dados do DMAE, o consumo médio mensal de água do hospital nos anos de 1998 e 1999, foi de $30.146 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ ($1.004,9 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$). Foi verificado que a área que mais consumia água eram os setores de lavanderia e de nutrição (onde se incluem a cozinha, refeitórios e copas de cada andar). O estudo levou em conta também um coeficiente de retorno de 80%, sendo assim, eram gerados $24.116,8 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ ($803,89 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$). Foi determinado então que $226 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$ de água são consumidos pela lavanderia, cerca de $219,7 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$ destinados à parte de nutrição e, aproximadamente, $780 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$ são consumidos pelas demais atividades do hospital. Apenas levando em conta o consumo das atividades gerais do hospital, teríamos uma geração de esgoto de $624 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$ (LA ROSA, 2000).

3.2 Características do Efluente Hospitalar

A gestão dos efluentes hospitalares inicia com a determinação dos pontos de geração, os volumes gerados e as características físico-químicas destes efluentes. Isto permite que sejam realizadas ações de controle dos lançamentos de substâncias que tragam riscos ao meio ambiente. Algumas substâncias encontradas são mais complexas, por esse motivo deve ser feito o levantamento das principais substâncias que vão ser lançadas na rede coletora (ROHLOFF, 2011).

Segundo Souza (2012), o processo de lavagem das roupas em hospitais feito pelas lavanderias, geram elevados volumes de efluentes e que possuem substâncias com alto poder poluidor.

As águas provenientes das lavanderias têm como característica a presença de detergentes e por vezes apresentam microrganismos patogênicos. Os detergentes podem apresentar adjuvantes e outros aditivos, como polifosfatos, carbonatos, corantes, agentes bactericidas, enzimas, além de princípios ativos (HOAG, 2008).

Nestes efluentes hospitalares se incluem além da água da lavanderia, a água da lavagem de materiais contaminados, dejetos de limpeza de superfícies e pisos juntamente com produtos desinfetantes, água das caldeiras, os resíduos de procedimentos cirúrgicos, dos ambulatórios, dos laboratórios de análises, entre outros. Os resíduos provenientes dos laboratórios de análises podem apresentar quantidades consideráveis de fenóis, ácidos e produtos enzimáticos gerados nas reações bioquímicas, por causa da alta quantidade de reagentes que são empregados (RIBEIRO, 2005 apud BRATFICH, 2005).

Na Tabela 1 e na Tabela 2 podemos observar uma comparação entre os tipos de efluente que são gerados quanto à origem das águas residuárias, sendo de origem doméstica ou hospitalar, segundo Paiva (2009). Também são apontados quais problemas cada tipo de efluente irá causar no meio ambiente, assim como a melhor solução para o tratamento deste efluente.

Tabela 1 - Características das impurezas em águas residuárias.

ÁGUAS RESIDUÁRIAS DOMÉSTICAS		
IMPUREZAS	PROBLEMAS QUE CAUSAM	SOLUÇÃO
Sólidos em suspensão	Assoreamento do corpo receptor.	Tratamento primário; Separação de digestão.
Material orgânico	Demanda de oxigênio; Morte de macro organismos; Odores pela digestão anaeróbia.	Tratamento biológico 1. Lodos ativados; 2. Anaeróbio (UASB); 3. Misto - lagoa de estabilização.
Nutrientes	Eutrofização: crescimento exagerado da vida aquática; deterioração da água subterrânea.	Tratamento terciário N: biológico: nitrificação + desnitrificação. P: biológico ou físico-químico.
Patógenos	Transmissão de doenças, vírus, bactérias, protozoários, ovos de helmintos.	Morte pelo tempo; Desinfecção: Cl ₂ , O ₃ , UV e filtração.

Fonte: Modificado de PAIVA, 2009. Monitoramento da Estação de Tratamento de Esgoto do Hospital Geral Waldemar de Alcântara – Fortaleza (CE) como instrumento de Gestão de Efluentes

Tabela 2 - Características das impurezas das águas provenientes de hospitais.

PONTOS DE GERAÇÃO E PROBLEMAS DOS EFLUENTES HOSPITALARES		
IMPUREZAS	PROBLEMAS QUE CAUSAM	SOLUÇÃO
Óleos e graxas (cozinha e restaurante)	Demanda de oxigênio dissolvido: Morte de macro organismo, odores pela digestão anaeróbia, entupimento de tubulações, distúrbios na manta de lodo do reator UASB e no decantor do reator aeróbio.	Separação física + digestão aeróbia.
Lavanderia	Demanda de oxigênio dissolvido, inibidores de microrganismos do tratamento biológico.	Tanque de homogeneização e regularização da vazão + tratamento anaeróbio + tratamento aeróbio e desinfecção.
Materiais antissépticos	Bactericidas (afeta o tratamento biológico)	Tratamento preliminar específico.
Restos de remédio	Tóxicos para micro e macrorganismos no sistema de tratamento e no meio ambiente	Incineração.

Fonte: Modificado de PAIVA, 2009. Monitoramento da Estação de Tratamento de Esgoto do Hospital Geral Waldemar de Alcântara – Fortaleza (CE) como instrumento de Gestão de Efluentes.

Os efluentes hospitalares, quando comparados com os efluentes domésticos, apresentam pequenas diferenças quando se trata da concentração de alguns parâmetros como matéria orgânica, DBO e DQO, metais, coliformes e pH. Os dois tipos de efluente são coletados pela mesma rede de esgotos e encaminhados para a mesma estação de tratamento, na maior parte dos casos, mesmo que as águas provenientes de hospitais possam apresentar substâncias como fármacos, desinfetantes e compostos químicos em elevadas concentrações e até mesmo organismos, patogênicos ou não, resistentes a antibióticos. Muitos organismos podem se tornar resistentes justamente pela presença de fármacos nas águas residuárias (KÜMMERER et al., 1999 *apud* SILVEIRA, 2004; BARRETO, 2007).

Na Tabela 3 estão apresentadas as concentrações dos principais parâmetros do efluente estudado por La Rosa (2000).

Tabela 3 - Cargas poluidoras nos três pontos de amostragem do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Parâmetros	Ala Norte	Ala Sul	Ala Sul Novo	Total
DBO (kg/dia)	8,34	22,39	36,21	66,95
DQO (kg/dia)	15,23	38,34	71,30	124,87
Nitrogênio (kg/dia)	4,63	6,12	2,12	12,87
Fósforo (kg/dia)	0,11	0,17	0,06	0,34
Coliformes fecais (NMP/dia)	6,69E+14	3,61E+14	2,98E+13	1,06E+15

Fonte: Modificado de La Rosa, 2000. Gestão de Efluentes de Serviços de Saúde em Porto Alegre.

Na Ala Sul Novo do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, onde se concentram atividades laboratoriais e de nutrição, se verifica uma maior concentração de matéria orgânica, mesmo a sua vazão sendo menor do que nos outros pontos. No ponto Ala Sul, encontra-se uma maior concentração de nutrientes, principalmente, o nitrogênio. Sobre os coliformes fecais, as concentrações são mais elevadas nos pontos Ala Norte e Ala Sul, que podem estar relacionadas com o acúmulo de sanitários localizados nesses setores do hospital, em torno de 90%.

Silveira (2004), usando a tecnologia de contadores biológicos rotatórios (SBR) em um efluente hospitalar, verificou que houve uma redução de 88 % no parâmetro DQO do efluente, este mesmo efluente também apresentou uma diminuição relevante da carga microbiológica para coliformes totais e *Escherichia coli*. O estudo também avaliou a possibilidade de um pós-tratamento utilizando cloração e ozonização, para que fosse verificada a toxicidade aguda com *Daphnia similis*.

Apesar do progresso nas políticas elaboradas para a melhoria do sistema de destinação dos resíduos sólidos dos serviços de saúde, outros problemas ambientais ainda são pouco discutidos, como os efluentes provenientes dos serviços de saúde (VECCHIA, 2009). Essas águas residuárias podem conter dejetos humanos, elevadas quantidades de elementos com alto poder tóxico, como os produtos usados para limpar e desinfetar ambientes e os equipamentos utilizados nos laboratórios de análises clínicas.

3.3 Problemática dos efluentes hospitalares

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - (IBGE, 2008), aproximadamente, 45% dos municípios brasileiros possuem sistema de esgotamento sanitário, dentre os que possuem uma rede coletora, a maioria recebe algum tipo de tratamento. Entretanto, ainda existe um alto índice de municípios que não possuem nenhum tratamento (48,29% dos municípios), sendo que os descartes são feitos de forma inadequada. No Estado do Rio Grande do Sul (RS), os índices aumentam. A maior parte do estado não possui sistema de coleta de esgotos e os municípios que possuem rede coletora, na sua maioria, não possuem nenhum tratamento antes do descarte final, como pode ser observado nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Municípios brasileiros e do Estado do Rio Grande do Sul que possuem e que não possuem coleta de esgoto.

	Total	Com rede coletora	%	Sem rede coletora	%
Brasil	5564	3069	55,16	2495	44,84
RS	496	201	40,52	295	59,48

Fonte: IBGE, 2008. Modificada pelo autor.

Tabela 5 - Municípios brasileiros e do Estado do Rio Grande do Sul que possuem e que não possuem tratamento do esgoto coletado.

	Total	Com tratamento	%	Sem tratamento	%
Brasil	3069	1587	51,71	1482	48,29
RS	201	75	37,31	126	62,69

Fonte: IBGE, 2008. Modificada pelo autor.

Os esgotos, tratados ou não tratados, vão chegar a um corpo receptor superficial ou subterrâneo, no decorrer do seu ciclo e por causa da sua composição podem acarretar alterações nesses ecossistemas, geralmente, mudanças prejudiciais. A matéria orgânica originada pelo esgoto é responsável por uma porção dos danos causados ao meio ambiente. No entanto, os corpos hídricos tem um nível de autodepuração, ou seja, uma predisposição dos microrganismos em degradar essa matéria orgânica. Caso a quantidade de matéria orgânica for muito alta, os microrganismos não terão capacidade para decompô-la por completo, causando um dano ambiental significativo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Alguns elementos que podem estar contidos nos efluentes hospitalares podem apresentar características tóxicas, mutagênicas e carcinogênicas, prejudicando o equilíbrio do ecossistema aquático (SILVEIRA, 2004).

Além dos prejuízos ambientais, os efluentes hospitalares podem causar danos à saúde pública, pois podem ter a presença de vírus e bactérias, que podem se tornar resistentes ao longo do tratamento dos pacientes, logo a água pode ser um meio de transmissão de doenças (ROHLOFF, 2011). Podemos citar as infecções pelo vírus da hepatite A, que ocorrem em diversas regiões do mundo, tendo ocorrência mais comum em países pouco desenvolvidos ou em desenvolvimento. Uma vez que, a doença pode estar ligada as condições socioeconômicas e de saneamento básico, além disso, ela pode ser transmitida por águas e alimentos contaminados, sendo assim, é uma doença de veiculação hídrica (VILLAR et. al, 2002).

Várias substâncias são detectadas nos efluentes das estações de tratamento e nos corpos hídricos (rios, lagos e águas subterrâneas), abrangendo hormônios, lipídeos reguladores, antibióticos, drogas anticâncer e demais compostos citotóxicos. Os danos que podem ser causados pela presença dos fármacos nessas águas pode se comparar aos danos causados por pesticidas, dentre esses fármacos podemos destacar (KRÜMMERER, 2001):

- Agentes citostáticos e drogas imunodepressoras, pois podem causar mutações ou estimular o aparecimento de câncer;
- Antibióticos e desinfetantes, pois podem causar o desenvolvimento de características resistentes aos microrganismos;
- Clorofenóis, reagentes com cloro, desinfetantes ou branqueadores e reagentes para diagnósticos (contrastes para raios-X com iodo), por não serem biodegradáveis e por se espalharem de forma vasta pelo meio líquido e também podem entrar na cadeia alimentar;
- Metais pesados, como o mercúrio presente nos desinfetantes e preservativos, agentes citostáticos com platina, presente nos medicamentos usados na quimioterapia e os contrastes feitos à base de gadolínio, que podem ser muito tóxicos dependendo do grau de oxidação e não degradáveis.

Em estudo feito nos efluentes do Parque Hospitalar do Mandaqui (São Paulo), apontou uma interferência dos antibióticos na eficiência do tratamento biológico de esgotos. Foram ministradas doses de antibióticos nas águas residuárias antes de passarem por reatores biológicos, em escala laboratorial, se notou que nos primeiros dias de aplicação do antibiótico, a eficiência do sistema caía em torno de 30 a 40% e depois com o passar do tempo, mesmo ainda recebendo esgotos com presença de antibióticos os reatores normalizavam sua eficiência. Sendo assim o estudo evidencia que ocorre uma adaptação da biomassa dos reatores, possivelmente, pelo fato dos microrganismos, presentes na biomassa, se tornarem resistentes ao antibiótico que estava presente no esgoto. Mesmo que esses antimicrobianos não

apresentem problemas sérios à eficiência do sistema, pode ter ser um agravante à saúde pública, pois esses microrganismos resistentes, que são expelidos pelos pacientes ou estão presentes nos efluentes das estações de tratamento, podem se espalhar pelos cursos d'água e atingir animais e seres humanos, tornando os antibióticos menos eficazes (GUEDES, 2004).

Outro estudo foi realizado isolando *salmonellas* em alguns pontos da rede coletora de esgoto do Município de São Paulo e Baixada Santista, para definir quais os grupos de microrganismos que poderiam ser encontrados e a sua resistência a antimicrobianos. Confirmou-se com o estudo que um grande número de amostras contava com a presença desta bactéria e que os estabelecimentos de saúde eram fortes contribuintes para a disseminação de cepas de *Salmonella* resistentes, pois no esgoto urbano eram encontradas bactérias resistentes a um ou dois grupos de antibióticos e nos pontos localizados próximos aos hospitais, as bactérias eram multirresistentes, sendo 16,8% das cepas resistentes a três, quatro ou até cinco antimicrobianos, ou ainda 47% resistentes a seis ou mais (SANCHEZ, 1988 apud GUEDES, 2004).

Uma pesquisa feita no Hospital de Clínicas de Porto Alegre isolou bactérias mesofílicas dos efluentes nas áreas de internação e de laboratório, os resultados apresentaram uma variação de organismos alta, onde muitos destes organismos são a causa de infecções comunitárias e hospitalares. As bactérias da família *Enterobacteriaceae*, principalmente as dos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, demonstram uma multirresistência a antibióticos testados, o que demonstra que os efluentes hospitalares podem ser considerados uma fonte significativa de contaminação aquática e a saúde pública (ORTOLAN, 1999).

Guedes (2004) conduziu um estudo com esgoto doméstico e hospitalar, comparando as suas características físicas, químicas e microbiológicas, onde concluiu que não existem diferenças significativas entre ambos, mas não exclui a possibilidade de se fazer necessários estudos mais aprofundados sobre esses efluentes.

Santos et. al (2004), apurou em seu estudo que em amostras de esgoto hospitalar haviam grandes concentrações de *Cryptosporidium spp* e *Giardia spp*, o que demonstra que se faz necessário um tratamento adequado do efluente pelo fato deles possuírem alto índice de disseminação de microrganismos patogênicos (SANTOS et. al, 2004 apud BARRETO, 2007).

O crescimento de resistência em filmes biológicos, como em tubulações de esgoto e tratamentos biológicos de efluentes, não podem ser descartados (SILVEIRA, 2004). As bactérias resistentes podem se desenvolver em tanques de aeração que tenham substâncias antibióticas presentes.

Melhores condições de saneamento básico que são oferecidas no país e o avanço de tecnologias adequadas e eficientes na remoção de microrganismos resistentes seriam possibilidades para controlar o nível de contaminação no meio ambiente (PRADO, 2007)

3.4 Legislação Ambiental

As resoluções que servem de parâmetro quando se trata dos efluentes de estabelecimento de saúde são as resoluções do CONAMA, em âmbito nacional e a resolução do CONSEMA, em âmbito estadual.

3.4.1 Legislação Ambiental Federal

A Resolução 403/11 do CONAMA, que fala sobre as condições e os padrões para o lançamento de efluentes, complementando e alterando a Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

A Resolução CONAMA nº 20, de 18 de Julho de 1986, que classifica em nove classes as águas doces, salinas e salobras as águas do Território

Nacional, consta em seu Art. 21 que, os efluentes que forem provenientes de qualquer fonte poluidora só podem ser lançados nos corpos receptores, de forma direta ou indireta, se estiverem de acordo com algumas condições que a resolução cita, dentre as quais está que, se os efluentes tiverem origem em hospitais ou em outros estabelecimentos que façam despejos infectados por microrganismos patogênicos, devem possuir tratamento especial.

Na Resolução nº 283, de 12 de Julho de 2001, do CONAMA que dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde, consta no Parágrafo Único que “os efluentes líquidos, provenientes dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, deverão atender às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais competentes”.

A Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, classifica os corpos d'água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento e também determina condições e padrões para o despejo de efluentes e dá outras providências.

A Resolução nº 358 do CONAMA, fala sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, em seu Art. 11 consta que:

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

Assim transferindo a responsabilidade de estabelecer os requisitos para o descarte desses efluentes dos órgãos regionais de gestão de recursos hídricos e saneamento às instituições geradoras.

3.4.2 Legislação Ambiental Estadual

A Lei Estadual nº 11.520, de 03 de Agosto de 2000, estabelece o código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras

providências. Em seu Art. 137 diz que, todos os esgotos devem ter tratamento antes de serem lançados ao meio ambiente.

A Portaria nº 05/89 – SSMA (Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente), autoriza a Norma Técnica SSMA nº 01/89 – DMA (Departamento do Meio Ambiente), que determina os padrões e os critérios que devem ser observados nos efluentes líquidos que serão lançados nos corpos d'água interiores do Estado do Rio Grande do Sul, por fontes poluidoras. A Norma Técnica SSMA nº 01/89 instaura critérios e padrões para o despejo de efluentes com o objetivo de diminuir a carga poluidora lançada nos corpos receptores do Estado do Rio Grande do Sul. E estabelece que as emissões de efluentes líquidos de fontes poluidoras apenas poderão ser lançadas, de forma direta ou indireta, se obedecerem aos parâmetros descritos no Anexo A.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia descrita foi utilizada para fins de análise dos efluentes líquidos gerados no Hospital Santa Casa de Misericórdia, do Município de São Lourenço do Sul/RS.

A execução do estudo foi dividida em etapas: levantamento dos dados históricos, aplicação de questionários, coleta de amostras e avaliação dos resultados.

4.1 Área de Estudo

4.1.1 Município de São Lourenço do Sul

O Município de São Lourenço do Sul está localizado no Estado do Rio Grande do Sul, na mesorregião Sudeste Rio-grandense e na microrregião de Pelotas (IBGE, 2008). Situado a uma latitude 31°21'55" e a uma longitude 51°58'42", a uma altitude de 19 metros e ocupa um área de 2.036,125 km².

O Município possui grande rede hidrográfica que deságua na Laguna dos Patos, tendo como principais rios e arroios o Rio Camaquã, que faz divisa com os Municípios de Cristal e Camaquã, o Arroio Grande, que faz divisa com o Município de Turuçu, o Arroio Sapato, fazendo divisa com o Município de Canguçu e o Arroio Evaristo, que é o maior do município e tem suas nascentes localizadas no próprio município. Além disso, conta com o Arroio São Lourenço, que é a principal fonte de abastecimento de água para a cidade.



Figura 1 - Localização do Município de São Lourenço do Sul no Rio Grande do Sul.

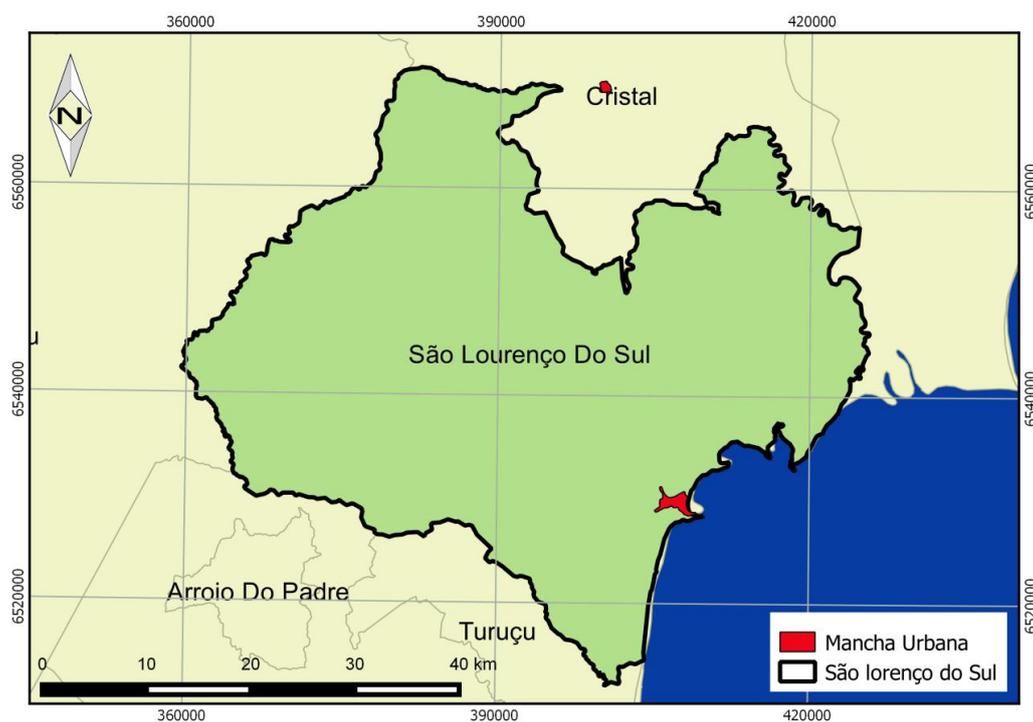


Figura 2 - Mapa do Município de São Lourenço do Sul (RS).

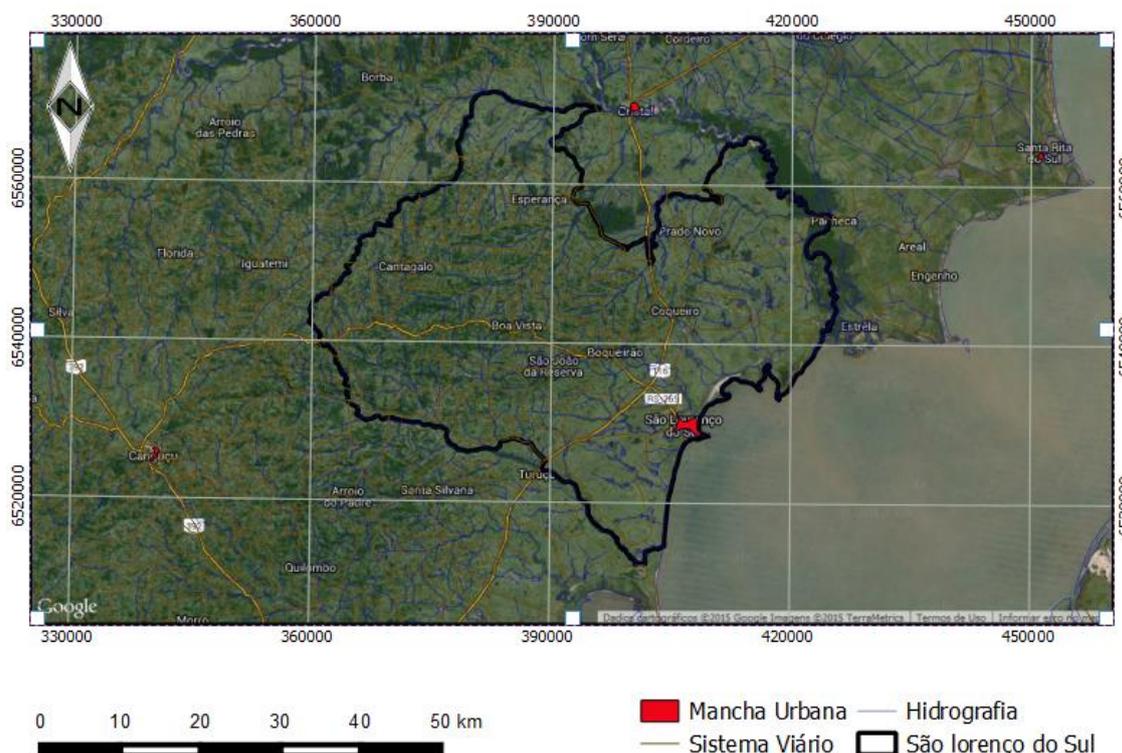


Figura 3 - Hidrografia e Sistema viário do Município de São Lourenço do Sul.

A população estimada de São Lourenço do Sul é de 43.114 habitantes (IBGE, 2010), sendo composta em 21.619 (50,14%) por homens e 21.495 (49,86%) por mulheres. A população está dividida entre as áreas urbana e rural, onde 24.234 habitantes (56,21%) residem na zona urbana do município e 18.880 habitantes (43,79%) residem na zona rural.

O Município apresenta como principais problemas ambientais a erosão dos solos, a poluição das águas, o desmatamento, que também ocorrem em áreas de preservação protegidas por lei, tais como encostas de morros, matas ciliares que protegem as nascentes e cursos d'águas, também é observado um problema potencial ao meio ambiente devido à utilização de agrotóxicos, pois o município possui uma grande área de solos agricultáveis, os quais são próprios para cultivos anuais.

4.1.2 Hospital Santa Casa de Misericórdia

O Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul está localizado na Rua Almirante Abreu, nº 430 e possui 271 funcionários

trabalhando na unidade e possui 120 leitos cadastrados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde – CNES.

O hospital possui os seguintes setores: Clínica Médica, Maternidade, Obstetrícia, Bloco Cirúrgico, Pediatria, Psiquiatria, Saúde Mental, Pronto Socorro, Centro de Imagem, Lavanderia, Manutenção, Área Administrativa – Secretaria, Internação, Segurança do Trabalho e Faturamento, Área dos funcionários e Cozinha.

4.2 Levantamento de dados

A primeira etapa foi a realização de um estudo a partir dos dados históricos do consumo de água do hospital nos últimos anos, baseados nos dados da CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento.

Logo depois foram aplicados questionários aos gestores da Unidade para construir uma base de dados necessários para calcular a vazão de geração de efluente. Com base neste questionário foi obtido, por exemplo, o número de refeições servidas, a taxa de ocupação do hospital e a quantidade de roupa encaminhada a lavanderia.

O questionário consta no Apêndice A, no final do trabalho.

4.3 Pontos de Coleta do Efluente

O Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul possui uma estação de tratamento para os efluentes gerados, onde parte desse efluente é tratado antes de ser descartado na rede coletora da cidade.

A coleta das amostras foi feita em três pontos diferentes na rede de esgoto do hospital. O primeiro ponto de coleta foi denominado Ponto A, onde se encontra a vazão de efluente proveniente de parte da lavanderia do hospital (que conta com dois banheiros) e com os efluentes vindos do Posto I (clínica médica). O procedimento desta lavanderia é de três banhos, onde no primeiro

são adicionados desinfetantes dissolvidos em água, no segundo é colocado água e no terceiro é adicionado amaciante dissolvido na água.

O segundo ponto de coleta foi chamado de Ponto B, onde se encontram as vazões dos outros postos do hospital – Posto II (maternidade, obstetrícia e bloco cirúrgico), Posto III (pediatria), Posto IV (psiquiatria) e Posto V (Saúde Mental), também as provenientes do Pronto Socorro da unidade. O efluente coletado no Ponto B é o efluente bruto, antes de sua entrada no sistema de tratamento.

No terceiro ponto de coleta, Ponto C, foi coletado o efluente que sai do sistema de tratamento. O sistema de tratamento consiste em um filtro anaeróbio com material suporte plástico (o material usado como suporte foram tampas de garrafa PET).

Nas Figuras 4, 5 e 6 são apresentados os três pontos de coleta.



Figura 4 – Primeiro ponto de coleta – Ponto A.



Figura 5 - Segundo ponto de coleta – Ponto B.



Figura 6 - Terceiro ponto de coleta – Ponto C.

As coletas no Ponto A e no Ponto B foram feitas com o auxílio de um suporte feito de garrafa PET, como se pode observar na figura apresentada (Figura 7).



Figura 7 - Suporte auxiliar para coleta nos pontos A e B.

4.4 Determinação da Geração de Efluentes e Análises Laboratoriais

Pela Norma Técnica SABESP – Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação (NTS 181), podemos determinar o consumo médio ($m^3/mês$) para consumos especiais. Para os hospitais o cálculo de consumo médio é dado pela equação 1:

$$Hosp. = (2,9 * n^{\circ} \text{ de funcionários}) + (11,8 * n^{\circ} \text{ de bacias}) + (2,5 * n^{\circ} \text{ de leitos}) + 280 \quad (1)$$

Segundo o Manual de Lavanderia Hospitalar do Ministério da Saúde (1986), podemos estimar quantos quilos de roupa serão encaminhados para a lavanderia. Em um hospital geral, a troca de roupa dos pacientes e dos leitos é mais frequente, considerando que seja feita diariamente, podemos estipular que são encaminhados para a lavanderia cerca de $4 \text{ kg por leito} \cdot \text{dia}^{-1}$. Em hospitais para pacientes crônicos, onde a permanência nos leitos é maior, podemos considerar uma troca de roupas menos frequente, em torno de duas vezes por semana, podendo então estimar que $2 \text{ kg por leito} \cdot \text{dia}^{-1}$ são encaminhados para a lavanderia. Em unidades de pronto-socorro, obstetrícia, pediatria ou hospital geral onde há maior rotatividade de pacientes, com troca diária de roupa dos leitos, pode-se estimar que 6 kg por leito sejam encaminhados para lavagem diariamente. Outro sistema adotado para estimar

a quantidade de roupa encaminhada para a lavanderia, seria considerar uma troca diária das roupas do leito de pacientes e acompanhantes e também que fosse feita a lavagem dos uniformes dos funcionários, então teríamos encaminhado para a lavanderia entre 7 e 8 kg por leito.dia⁻¹. Portanto, pode-se calcular a quantidade de roupa encaminhada à lavanderia por dia utilizando a seguinte fórmula:

$$\frac{(Total\ de\ leito)s * (kg/leito/dia) * (7\ dias)}{jornada\ de\ trabalho\ por\ semana} = kg/dia \quad (2)$$

O fator jornada de trabalho é fundamental para estimar a capacidade da lavanderia, pois o consumo de roupa é contínuo e se o setor de lavagem parar por alguns dias irá acarretar na sobrecarga do equipamento quando reiniciado o processo.

Para se calcular o peso de roupa por hora de trabalho, utilizando um regime de 48h (6 dias) de trabalho semanais, podemos adotar coeficientes de produção horária a partir da fórmula a seguir.

$$Total\ de\ leitos * coeficiente\ de\ produção\ horária \quad (3)$$

Os coeficientes de produção horária são:

- 0,18 kg por leito.hora⁻¹, em hospital que consome 1 kg por leito.hora⁻¹;
- 0,37 kg por leito.hora⁻¹, em hospital que consome 2 kg por leito.hora⁻¹;
- 0,55 kg por leito.hora⁻¹, em hospital que consome 3 kg por leito.hora⁻¹;
- 0,73 kg por leito.hora⁻¹, em hospital que consome 4 kg por leito.hora⁻¹;
- 1,09 kg por leito.hora⁻¹, em hospital que consome 6 kg por leito.hora⁻¹.

A NTS 181 indica que são gastos, cerca de, 30 litros por kg de roupa nas lavanderias e que para cada refeição são utilizados 25 litros de água. Esses dados servem como base para determinar as vazões que um hospital pode gerar.

Sabendo o consumo de água mensal da unidade, conseguimos estimar a vazão de esgoto gerado através do coeficiente de retorno, que é a relação entre o volume de esgoto que chega à rede coletora e o volume de água efetivamente consumida. Consideramos o valor de 0,8, estipulado pela Norma Técnica SABESP NTS 025 – Projeto de Redes Coletoras de Esgotos (2006), ou seja, 80% da água consumida retorna como efluente.

A eficiência do sistema foi obtida através da equação 4, que determina a capacidade de remoção que o sistema possui.

$$E = \frac{C_e - C_s}{C_e} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

E = eficiência de remoção (%);

C_e = concentração na entrada do sistema;

C_s = concentração na saída do sistema.

As amostras do efluente foram coletadas a partir da segunda quinzena do mês de Maio do ano de 2015, entre os dias 14 e 25 do mesmo mês, e levadas para o Laboratório de Análise de Águas e Efluentes, da Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM), localizado no Município de Pelotas/RS. Foram feitas três coletas, em diferentes dias, para cada um dos pontos escolhidos.

As análises seguiram o Manual de Métodos Analíticos, versão adaptada do Stanford Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Os parâmetros analisados foram: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Dureza, Fósforo (P), pH, Sólidos Totais (ST), Sólidos Suspensos Totais (SST), Turbidez, Coliformes Totais e presença de *Escherichia coli* (E. coli).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização da Geração de Efluente

A geração do efluente foi determinada através de dados disponibilizados pela CORSAN fornecidos pelo hospital e estimativas dos volumes de efluentes gerados no hospital, com base nos dados coletados através dos levantamentos e dos cálculos baseados na NTS 181 (SABESP, 2012).

5.1.1 Dados de Consumo de Água

O consumo de água nos anos de 2003 e 2004, quando o Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul possuía 100 leitos, 160 funcionários e uma taxa de ocupação média de 42% variou de 800 a 1.200 $\text{m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$, conforme apresentado na Figura 8.

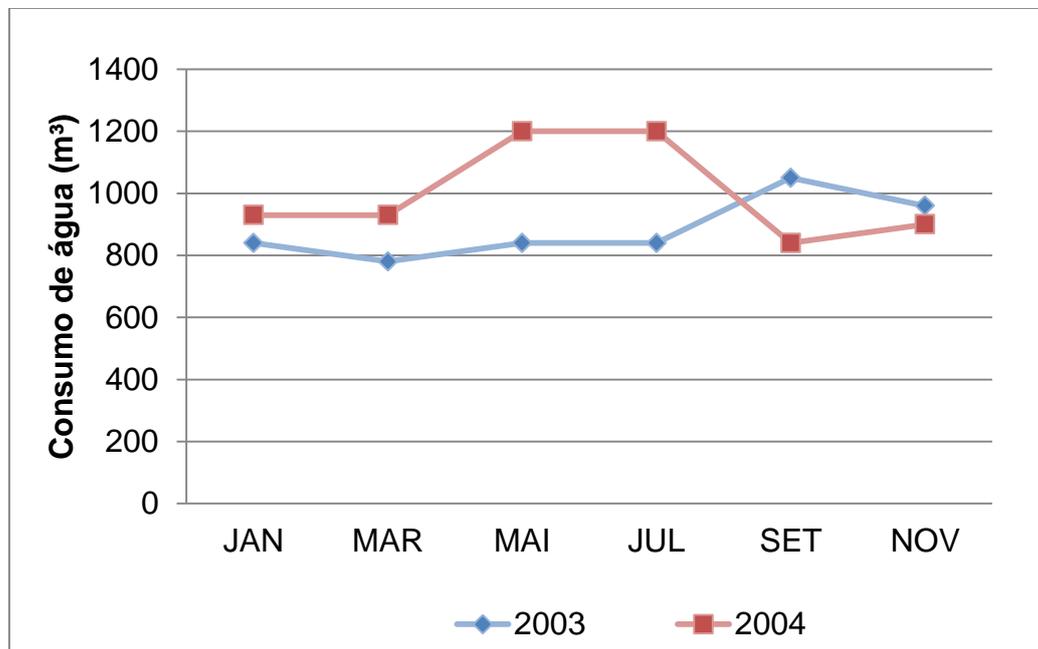


Figura 8 - Consumo de água do hospital no ano de 2003 e 2004.

Os dados expressam uma demanda entre 260 a 350 litros por leito. dia^{-1} , em 2003, e 280 a 400 litros por leito. dia^{-1} , em 2004. Os meses de maior consumo foram entre maio a julho de 2003 e setembro de 2004.

Estes valores são semelhantes aos encontrados durante a condução dos levantamentos de dados para este trabalho. Os valores observados nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013, também variaram entre 800 e 1.100 m³.mês⁻¹, como podemos analisar na Figura 9.

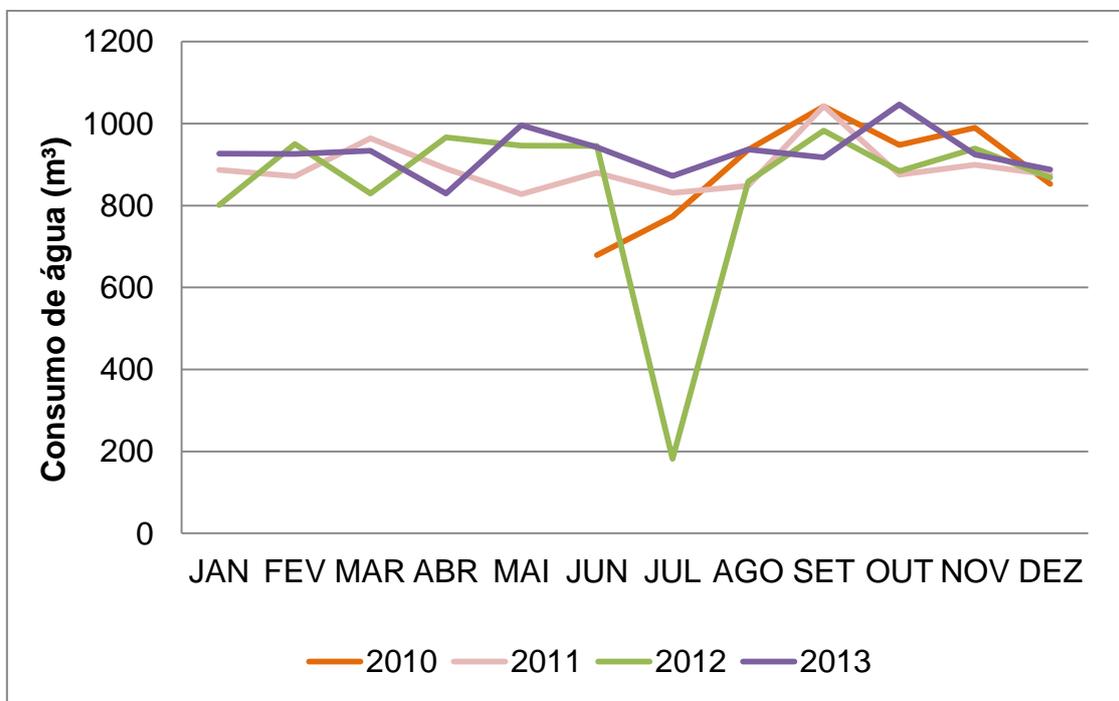


Figura 9 - Consumos de água dos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013.

Entretanto, atualmente, o hospital possui uma maior capacidade de leitos e mais funcionários, passando de 100 leitos para 120 leitos (outubro de 2014) e o quadro de funcionários cresceu, em torno de 69%, quando comparado com os anos de 2003 e 2004.

A Figura 10 mostra o consumo de água do mês de janeiro de 2014 até o mês de maio de 2015.

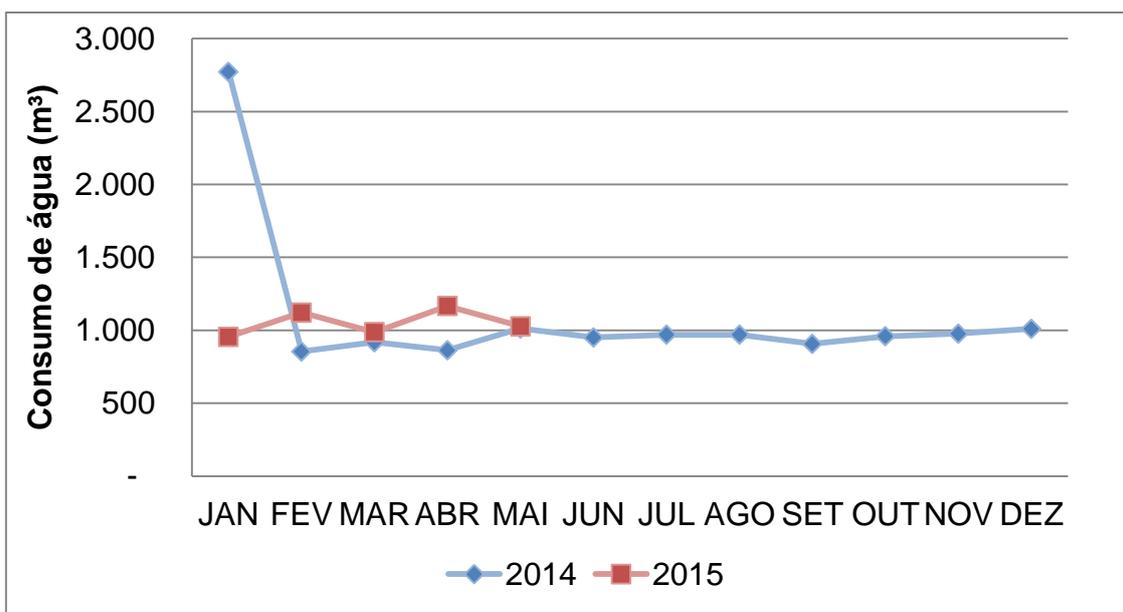


Figura 10 - Consumo de água do hospital no ano de 2014 e 2015.

No mês de janeiro de 2014, ocorreu um pico de consumo atípico, que pode ter sido causado por vazamentos nas tubulações da unidade, fora esse valor, o consumo ficou em torno dos 1.000 m³.

Os valores encontrados para o consumo de água diário, em litros por leito, levando em conta a taxa de ocupação do hospital, no período dos últimos cinco anos, estão em conformidade com aqueles obtidos pelos autores Gautam et al. (2007) e Emmanuel et. al. (2009) que apontam um consumo de 400 a 1.200 litros por leito.dia⁻¹. Na Figura 11, pode se visualizar uma variação entre 500 a 1.000 litros por leito.dia⁻¹.

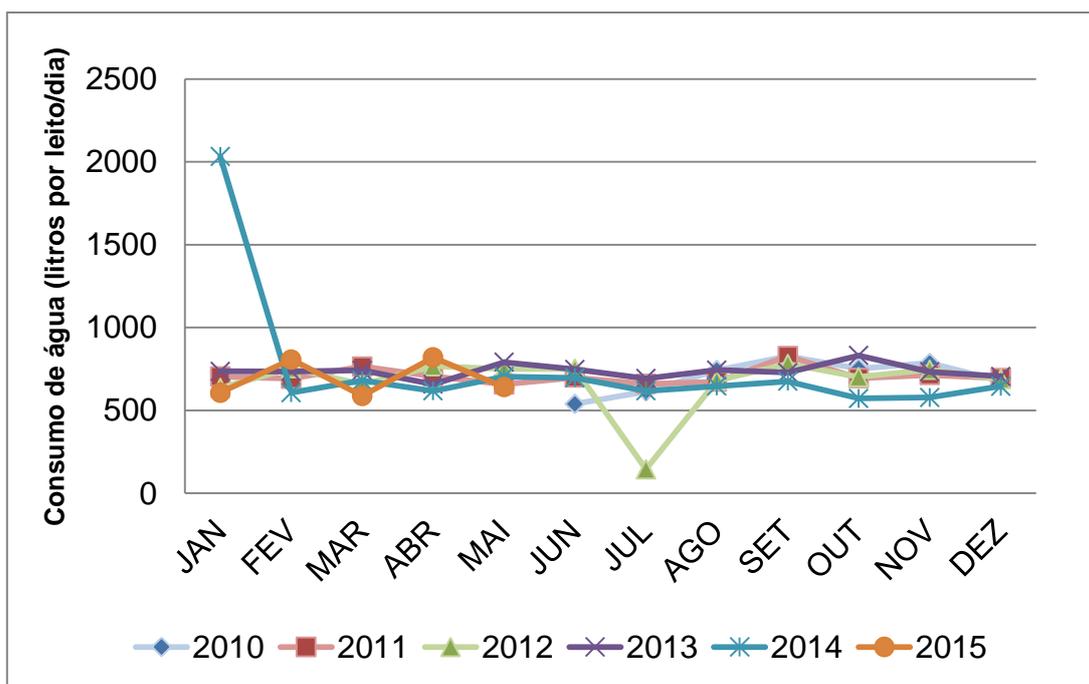


Figura 11 - Consumo de água, levando em conta a taxa de ocupação do hospital no período.

É possível observar valores atípicos em julho de 2012, onde o consumo foi abaixo na média e em janeiro de 2014, onde o consumo de água ficou a cima da média dos outros meses.

5.1.2 Geração de Efluente a Partir dos Dados Fornecidos

Os dados foram coletados através do questionário aplicado aos gestores do Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul, servindo de base para os cálculos fundamentados da NTS 181. Os dados solicitados no questionário foram: a quantidade de roupa que era lavada, a capacidade da lavanderia, o número de sanitários que possui cada setor do hospital, número de leitos da unidade, o número de funcionários, a taxa de ocupação, de janeiro 2014 até maio de 2015, e o número médio de refeições servidas no refeitório.

Tabela 6- Dados do hospital coletados através do questionário aplicado.

Número de leitos	120
Número de funcionários	271
Capacidade da lavanderia	80 kg de roupa por lavagem
Quantidade de roupa lavada	260 kg por dia, em média
Número de sanitários	83
Número de refeições servidas	10.000 refeições por dia*
Taxa de ocupação	44,7%, em média

Para um hospital do porte do Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul, o consumo médio de água total, determinado pela equação 1, seria de $2.345,30 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$, o consumo estimado para o hospital utilizando da sua capacidade máxima. Se levado em conta a taxa média de ocupação, do último ano (45%), teríamos, aproximadamente, 54 leitos ocupados por mês, isso reduziria o consumo médio para $2.180,30 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$.

O hospital tem capacidade para lavar 80 kg de roupa por lavagem, já que possui uma máquina com capacidade de 40 kg e duas máquinas com capacidade para 20 kg. A média de roupa lavada é de $260 \text{ kg}.\text{dia}^{-1}$. Sendo 120 o número de leitos, temos uma média de $2,17 \text{ kg} \text{ por leito}.\text{dia}^{-1}$, com esse valor o coeficiente de produção horária que iremos utilizar será de $0,37 \text{ kg} \text{ por leito}.\text{hora}^{-1}$, tendo em média $44,4 \text{ kg}$ de roupa encaminhada para a lavanderia por hora, segundo a equação 3 e levando em consideração uma jornada de trabalho de 8 horas, o valor estimado de roupa encaminhada para a lavanderia, em um hospital do porte do Santa Casa de São Lourenço, ficaria em torno de 355 kg por dia. Considerando que são gastos de 35 a 40 litros por kg de roupa seca nas máquinas, então a lavanderia do Hospital Santa Casa de São Lourenço pode gastar, em média, $13.320 \text{ litros}.\text{dia}^{-1}$, ou seja, $399,6 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$.

Para o refeitório podemos estimar um valor a partir dos dados fornecidos pelo hospital. São servidas 10.000 refeições por mês na unidade, entre café da

manhã, almoço e ceia. Conforme a NTS 181, são necessário 25 litros de água para cada refeição, assim temos um valor que de 250.000 litros.mês⁻¹ consumidos pelo refeitório, cerca de 250 m³.mês⁻¹.

A estimativa de efluente gerado pode ser obtida através da utilização de um coeficiente de retorno, que pode ser entre 0,5 a 0,9, a norma NTS 025 utiliza 0,8, na falta de valores medidos a campo.

Aplicando o coeficiente de retorno, foi feita uma comparação entre o consumo de água medido pela CORSAN e a quantidade de efluente gerado, como podemos visualizar na Figura 12.

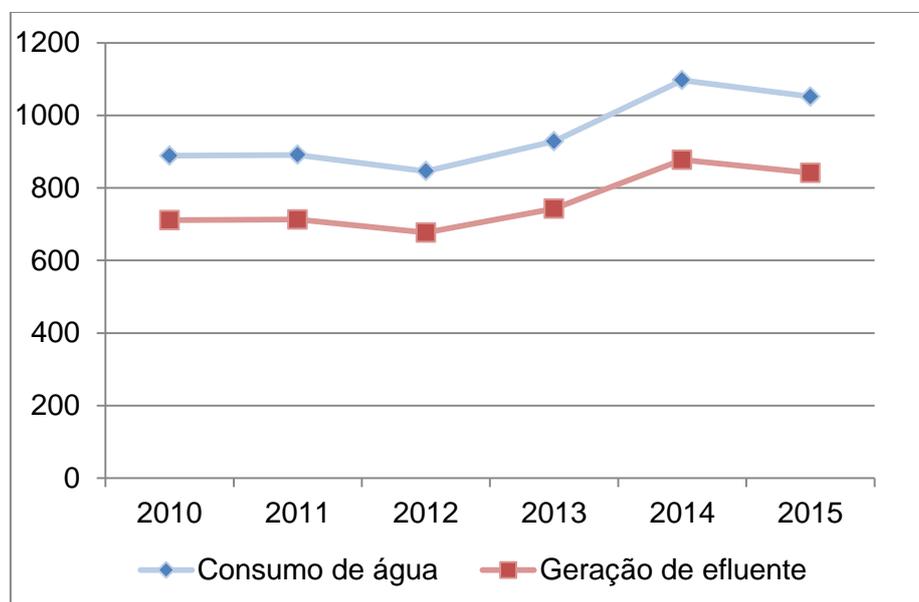


Figura 12 - Geração de efluente a partir do consumo de água.

Podemos notar um aumento na geração de efluentes no Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul com o passar dos anos, visto que é crescente o consumo de água. A vazão que é gerada fica na faixa entre 600 e 1.000 m³.mês⁻¹.

5.1.3 Comparação Entre Vazões Medidas Pela CORSAN e as Vazões Calculadas Com Base na NTS 181 – SABESP

Na Tabela 7 podemos verificar a média do consumo de água do hospital, nos últimos cinco anos, constatando que o consumo vem aumentando no

decorrer dos anos, uma das causas desse crescimento do consumo pode ser pelo fato de que foram adicionados à unidade 20 leitos em 2014 e também ocorreu um aumento no quadro de funcionários.

Tabela 7 - Consumo médio de água dos últimos anos no hospital.

Ano	Consumo médio de água (m³)
2010	889
2011	891
2012	846
2013	928
2014	1.097
2015	1.052

Segundo a NTS 181, para um hospital do porte do Hospital Santa Casa de São Lourenço, o consumo estimado é calculado através da equação que consta na referida norma (equação 1), o resultado obtido é de 2.345,30 m³.mês⁻¹.

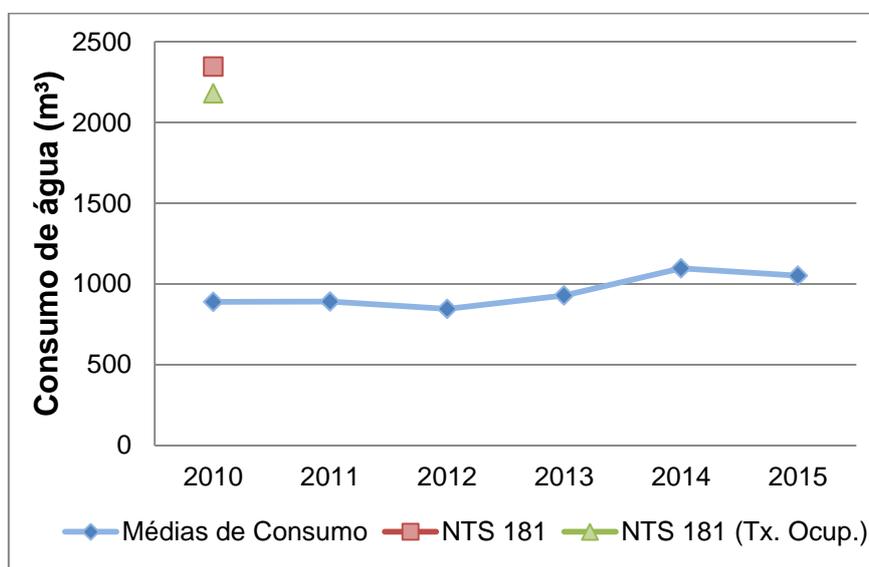


Figura 13 - Comparação entre os valores da CORSAN e os encontrados na NTS 181.

O valor encontrado na equação 1 fica bem acima do real que consta na leitura da CORSAN, mesmo quando calculamos o consumo médio levando em consideração a taxa de ocupação no período, como pôde ser observado na Figura 13.

5.1.4 Índice de Consumo

Através dos dados obtidos pelo questionário aplicado aos gestores do Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul e através dos valores calculados a partir da NTS 181 e pelo Manual de Lavanderias Hospitalares do Ministério da Saúde (1986), podemos estimar o consumo médio de água de cada setor do hospital, os resultados podem ser observados na Figura 14.

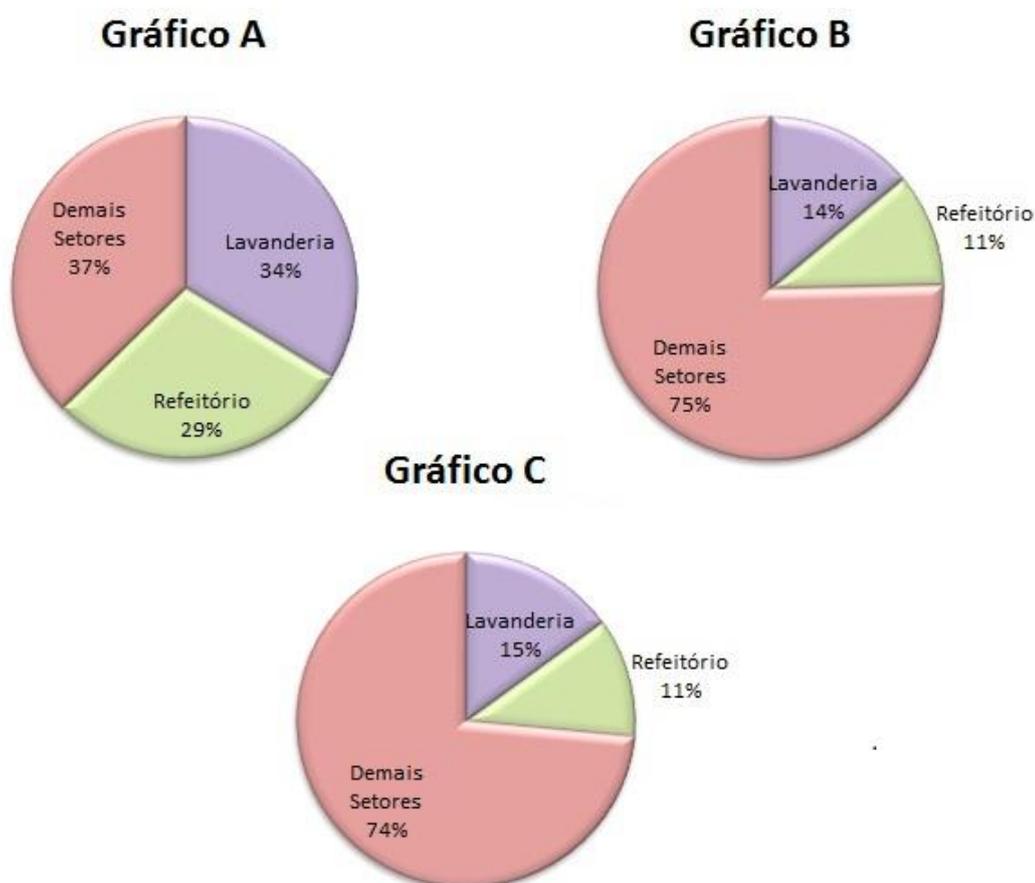


Figura 14 - Consumo médio de água estimado para cada setor.

Na Figura 14 são apresentados os índices para três diferentes situações. No Gráfico A, usamos os valores informados pelo hospital e o consumo medido pela CORSAN, de janeiro 2014 a Maio de 2015, estes seriam os índices mais próximos da realidade do hospital.

No Gráfico B, foi utilizado o valor médio encontrado nas equações 2 e 3 para estipular o consumo de água da lavanderia, o valor de consumo médio

adotado nessa condição foi o calculado através da equação 2, considerando que todos os leitos da unidade estivessem ocupados.

No terceiro caso, Gráfico C, consideramos os mesmo valores da vazão média encontrada para lavanderia pelas equações 2 e 3, mas levamos em conta um consumo médio de água de acordo com a taxa de ocupação, foi feito uma média das taxas de ocupação do período (de janeiro de 2014 a maio de 2015) e aplicada ao número de leitos, encontramos que a ocupação média do hospital é de 54 leitos.mês⁻¹. Entretanto, não foi possível estimar o consumo mais preciso do refeitório, então foi utilizada a média que foi fornecida pelo hospital.

Podemos observar no Gráfico A, o mais próximo aos dados reais, que 34% do consumo de água da unidade é destinada para a lavanderia, 29% são gastos pelo refeitório/cozinha e a maior parte do consumo é destinada aos demais serviços do hospital, ou seja, 63% da água consumida é destinada à lavanderia e à cozinha, gerando um consumo, de aproximadamente, 550 m³.mês⁻¹. Os dados levantados nesse estudo são confirmados por Souza (2012) que observou, que a lavanderia é um dos setores de maior consumo de água, conseqüentemente, apresenta uma grande relevância na geração de efluentes. A lavanderia é responsável pela geração aproximada de 230 m³.mês⁻¹ de efluente, representando em torno de 34% do total de efluente gerado no hospital.

5.2 Caracterização Físico-Química dos Efluentes

Nas tabelas apresentadas, logo a seguir, são detalhadas as médias dos resultados obtidos nas análises feitas em laboratório.

Na Figura 15 podemos observar a variação dos parâmetros para o Ponto A, nos diferentes dias de coleta, e na Tabela 8 estão colocadas as concentrações médias para o Ponto A.

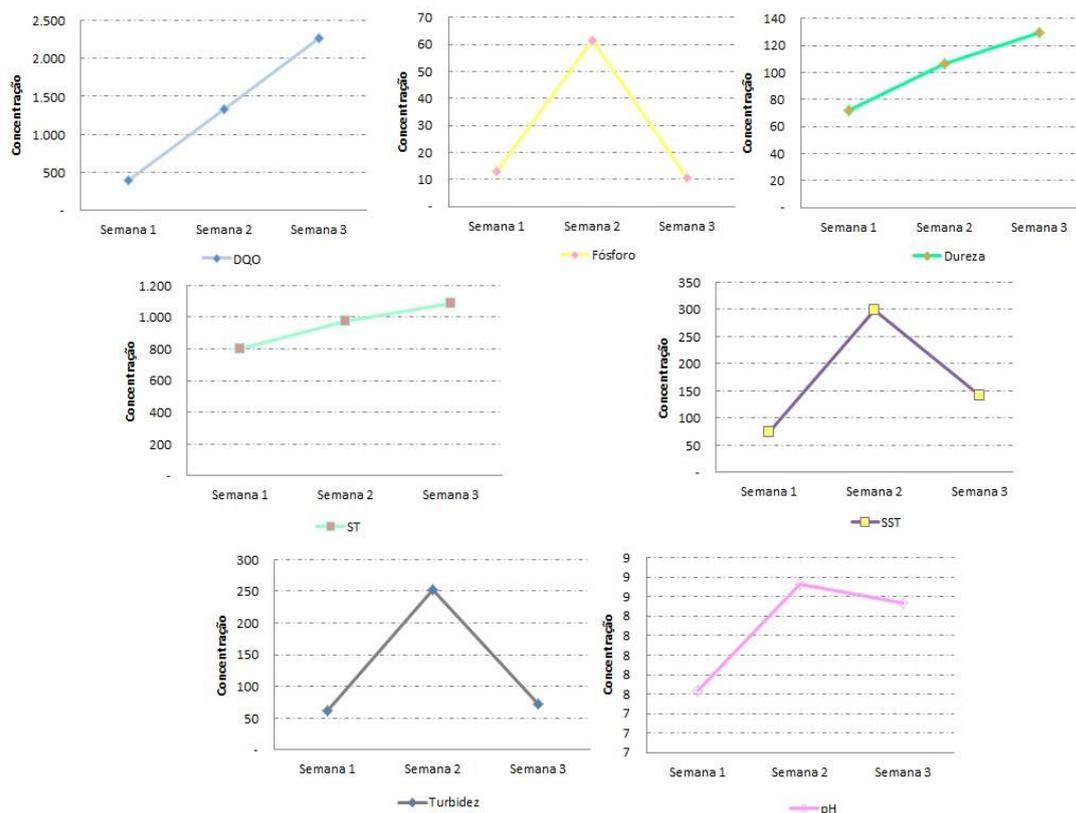


Figura 15 - Concentrações dos parâmetros medidos no Ponto A, nos três dias de coleta.

Tabela 8 - Caracterização físico-química do efluente gerado no Ponto A – média dos três pontos de amostras.

Ponto A								
Parâmetro	Temp. (°C)	DQO (mg/L)	P (mg/L)	Dureza (mg/L)	ST (mg/L)	SST (mg/L)	pH	Turbidez (UNT)
Concentração	24,3	1.330,6	28,4	102,7	953,4	171,4	8,3	128,3

Observando a Figura 16, temos a variação dos parâmetros para o Ponto B, nos diferentes dias de coleta, e na Tabela 9 estão colocadas as concentrações médias encontradas para o Ponto B.

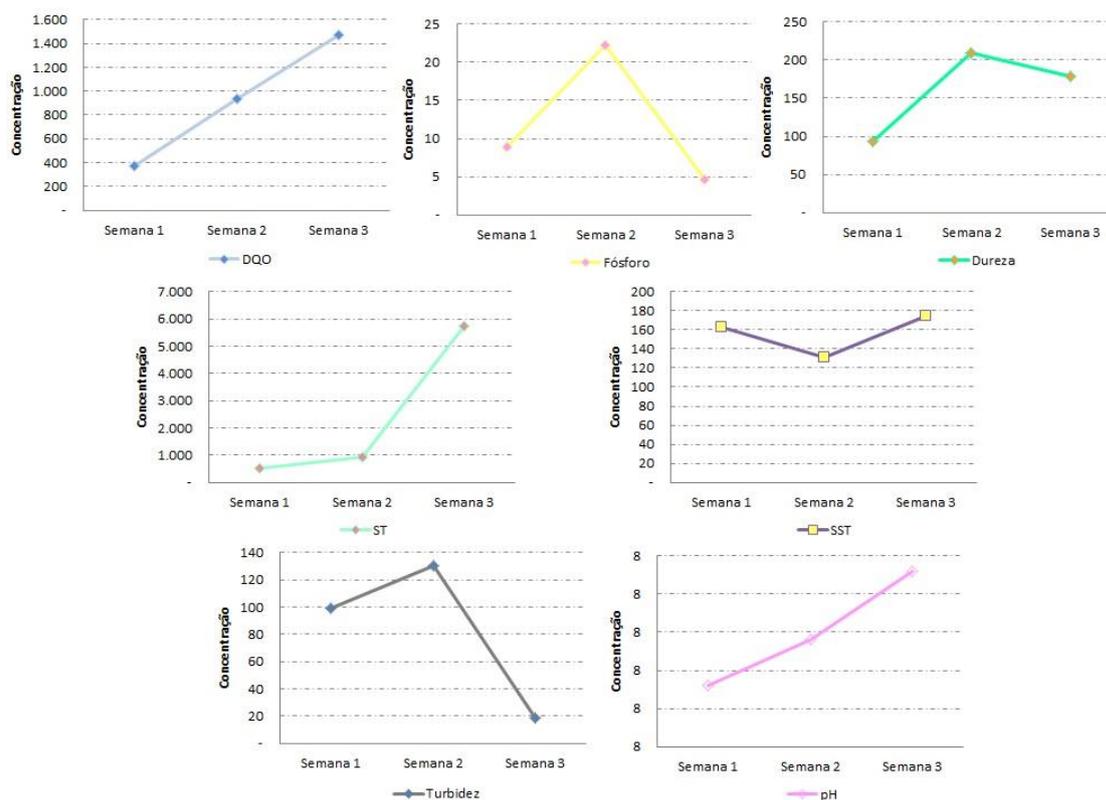


Figura 16 - Concentrações dos parâmetros medidos no Ponto B, nos três dias de coleta.

Tabela 9 - Caracterização físico-química do efluente gerado no Ponto B – média dos três pontos de amostras.

Ponto B								
Parâmetro	Temp. (°C)	DQO (mg/L)	P (mg/L)	Dureza (mg/L)	ST (mg/L)	SST (mg/L)	pH	Turbidez (UNT)
Concentração	22,2	925,7	11,9	160,4	2.401,1	156	8,2	82,8

Abaixo, na Figura 17, observamos a variação dos parâmetros para o Ponto C, nos diferentes dias de coleta de amostras, e na Tabela 10 estão colocadas as concentrações médias para o Ponto C.

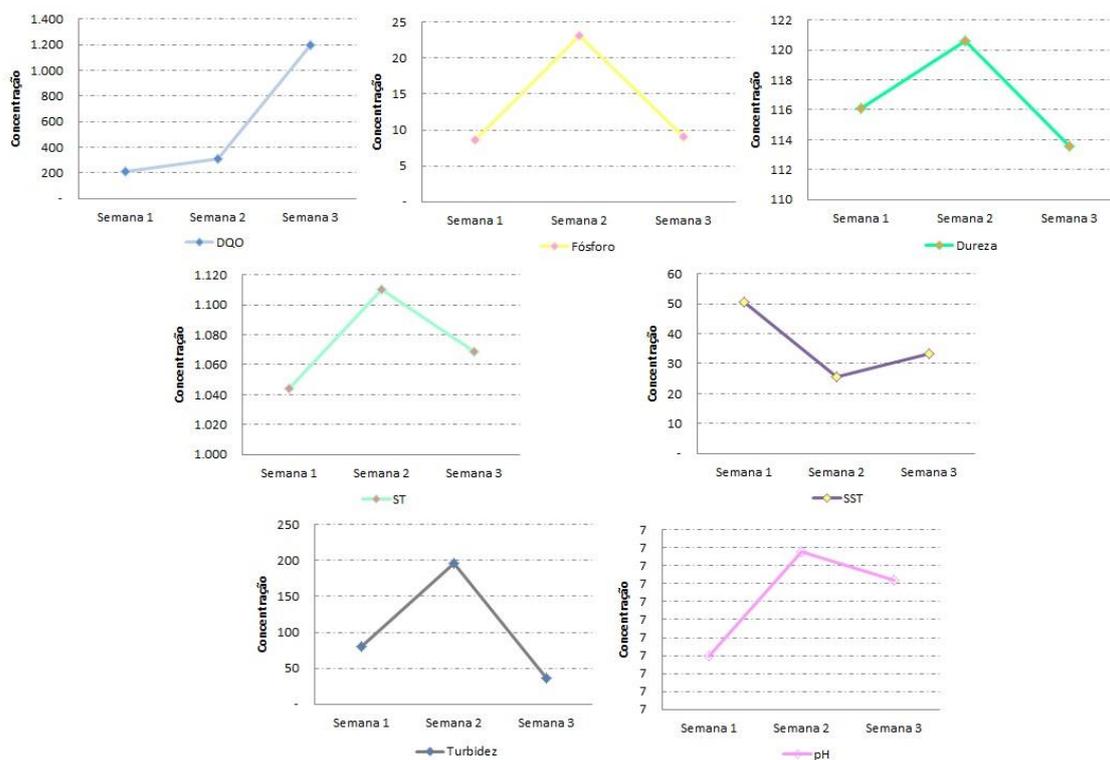


Figura 17 - Concentrações dos parâmetros medidos no Ponto C, nos três dias de coleta.

Tabela 10 - Caracterização físico-química do efluente gerado no Ponto C – média dos três pontos de amostras.

Ponto C								
Parâmetro	Temp. (°C)	DQO (mg/L)	P (mg/L)	Dureza (mg/L)	ST (mg/L)	SST (mg/L)	pH	Turbidez (UNT)
Concentração	22,4	573,2	13,6	116,8	1074,3	36,5	7,1	104,5

Guedes (2004) realizou uma avaliação comparativa entre as águas residuárias dos serviços de saúdes e das águas residuárias urbanas na Cidade de Montes Claros/MG. Nesse estudo, analisando o parâmetro DQO, sólidos suspensos totais e *Escherichia coli*, isoladamente, foram encontrados concentrações maiores no esgoto municipal de Montes Claros do que nos esgoto do dos hospitais analisados. As concentrações de DBO e DQO da Santa Casa de Caridade de Montes Claros do Hospital Universitário Clemente de Faria foram típicas daquelas de esgotos domésticos, 350 mg/L para DBO e 700 mg/L para DQO. As concentrações que encontramos foram superiores

aqueles encontradas em esgotos domésticos e estão acima dos limites permitidos pela Norma Técnica SSMA nº 01/89.

As concentrações de fósforo estão próximas entre os Pontos B e C, encontram-se dentro da variação das concentrações típicas para esgotos domésticos, que é de 5 a 15 mg/L P. Mas o ponto pós-tratamento apresenta concentrações maiores do que as do efluente bruto. O efluente do Ponto A apresenta uma concentração acima do encontrado em efluentes domésticos, este efluente pode apresentar concentrações maiores de nutrientes, ou seja, fósforo e nitrogênio. É importante referir que todos os pontos de amostra apresentam valores de fósforo acima do permitido na Norma Técnica SSMA nº 01/89.

O parâmetro dureza apresenta, nos pontos B e C, concentrações semelhantes às encontradas nos esgotos doméstico, que tem uma variação entre 110 e 170 mg/L de CaCO_3 . O Ponto A apresenta concentração abaixo dessa variação. No entanto, todas as amostras estão dentro dos padrões para descarte estipuladas pela Norma Técnica SSMA nº 01/89.

Analisando as médias das amostras coletadas nos pontos B e C, conseguimos observar uma remoção de sólidos totais, pois as concentrações encontradas no efluente do Ponto C foram menores do que aquelas encontradas antes do tratamento, no efluente bruto. Mas se analisarmos as concentrações encontradas separadamente, podemos observar que nas coletas das semanas 1 e 2, as concentrações encontradas no efluente tratado foram maiores quando comparadas ao efluente bruto, isso pode ocorrer pelo desprendimento da biomassa que ficou presa no material suporte plástico. Esse mesmo problema foi encontrado por Silveira (2004), para sólidos suspensos totais.

As concentrações de sólidos suspensos totais encontradas neste estudo, estão abaixo dos padrões de concentração de esgotos domésticos, que variam entre 200 e 450 mg/L.

Silveira (2004) em seu estudo, encontrou valores de pH de 6,72 em média, com máximo de 7,46 e mínimo de 5,45, que foram semelhantes aos

encontrados no esgotos domésticos. Os valores que encontramos no estudo foram de 8,3 no Ponto A, 8,20 no Ponto B e 7,12 no Ponto C, os valores encontrados estão dentro dos níveis que a Norma Técnica SSMA nº 01/89 permite. Esses valores próximos à faixa neutra são sugeridos quando existe a utilização de processos biológicos de tratamento.

A turbidez dificulta a passagem da luz pelo líquido por apresentar materiais em suspensão que podem ser partículas maiores que se depositam ou partículas menores (coloidais) que se mantem em suspensão por algum tempo (CESARO, 2007). A turbidez esta relacionada com as taxas de sólidos presentes nas amostras e com o crescimento microbiano, por esse motivo como os sólidos totais apresentaram altas concentrações, a turbidez também apresentou valores altos e a eficiência do sistema de tratamento também apresentou falhas na remoção de turbidez.

Na elaboração do projeto de implantação do sistema de tratamento de esgoto foram levantados alguns dados sobre o estudo da carga orgânica do efluente. No estudo foram feitas três coletas, ao longo de 8 meses, em 5 pontos. Os dados são apresentados na Tabela abaixo. Onde *Amostra 1* é o efluente proveniente da lavanderia da Santa Casa. Esse efluente tem ainda na sua área de emissão dois banheiros, com um sanitário e uma pia cada. A *Amostra 2*, são os efluentes oriundos dos setores de Raios-x, Psiquiatria, Pediatria, copas e locais de expurgo de lavagem. Existiam, aproximadamente, neste setor 46 leitos com 14 banheiros. A *Amostra 3* são as águas que trazem consigo os despejos do bloco cirúrgico e da hemodiálise. A *Amostra 4* são os efluentes vindos da cozinha e do pronto socorro e a *Amostra 5* são os despejos dos demais leitos e banheiros.

Tabela 11 - Características do efluente gerado antes da implantação do sistema de tratamento. (média das três coletas).

Parâmetros	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
DBO	78	60	62	121	121
DQO	149	132	154	210	162
ST	189	862	1.038	2.343	878
NTK	6,5	5,62	50,4	75,6	35
P	6,5	0,62	1,76	1,58	1,05

Quando comparados os resultados obtidos, no presente estudo, para DQO, ST e P, com os resultados encontrados nas análises feitas no projeto de implantação do sistema de tratamento, podemos observar que dos três parâmetros que podem ser comparados, dois apresentam níveis mais elevados no estudo atual (DQO e P) e apenas o parâmetro sólidos totais apresentaram concentrações próximas às análises de pré-projeto.

5.3 Caracterização Microbiológica

Os parâmetros analisados foram os coliformes totais e a presença de *Escherichia coli* (*E. coli*). Os resultados estão descritos na Tabela 12.

Tabela 12 - Características microbiológicas do efluente gerado.

Pontos	Coliformes Totais (NMP/100 ml)	E. coli (NMP/100ml)
A	920	920
B	>1.600	1.600
C	>1600	>1600

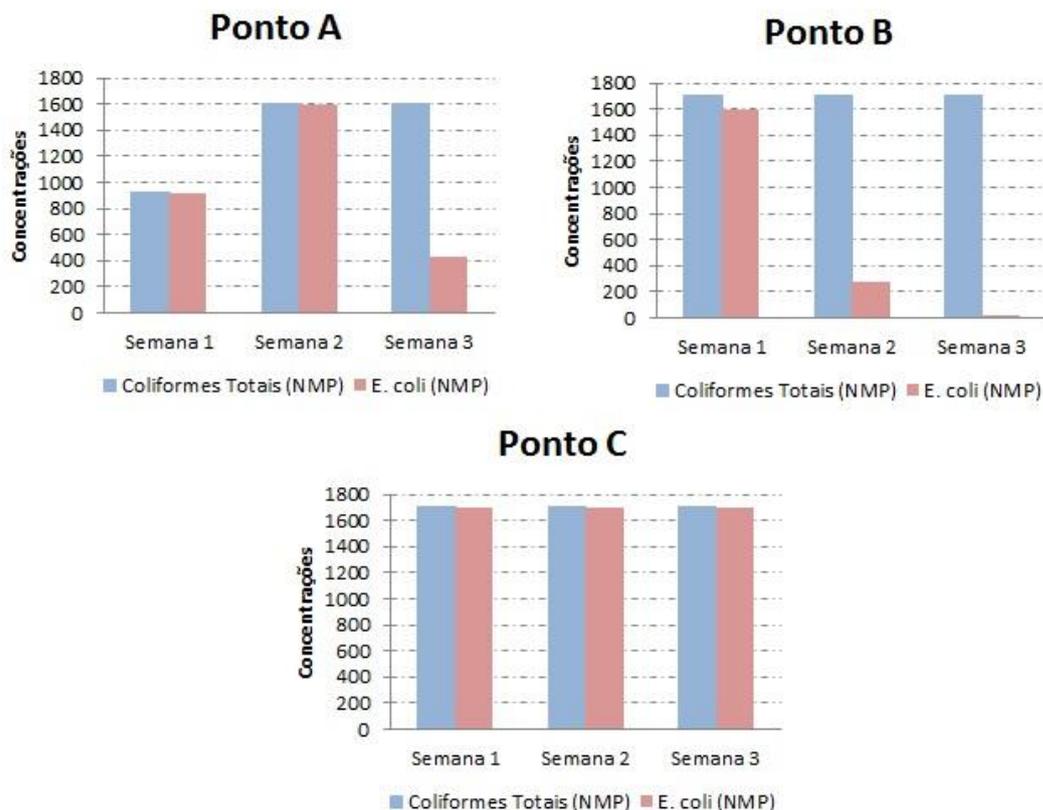


Figura 18 - Resultados das análises nos pontos A, B e C.

No estudo realizado por Silveira (2004) no efluente do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, os resultados obtidos demonstraram os coliformes totais na faixa de 10^6 a 10^7 NMP.100 mL⁻¹ e para *Escherichia coli* de 10^5 a 10^6 NMP.100 mL⁻¹.

Os valores encontrados nos dados coletados neste estudo apresentaram uma presença maior de coliformes totais e *E. coli* no efluente coletado após tratamento quando comparado ao esgoto bruto do ponto B, é importante referir que esse tipo de comportamento pode ser um indicativo de que o sistema necessita de manutenção e de limpeza dos filtros, pois o parâmetro coliformes totais está vinculado ao arraste de sólidos totais.

5.4 Eficiência do Sistema de Tratamento

Para calcular a eficiência que o sistema adotado pelo Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul, usamos as concentrações medidas na entrada do sistema (Ponto B) e na saída após passar por tratamento (Ponto C).

Tabela 13 - Valores médios obtidos através do cálculo da eficiência do sistema para os parâmetros DQO e SST.

<i>Eficiência de Remoção (%)</i>	
DQO	43,23
Dureza	27,23
ST	55,26
SST	76,60

A NBR 13.969/97 apresenta uma Tabela onde é possível observar as possíveis faixas de remoção de poluentes para alguns parâmetros, conforme o tipo de tratamento adotado e em conjunto com o tanque séptico. Para o parâmetro DQO foram encontrados os valores que estão expressos na Tabela 14.

Tabela 14 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico (em %).

	Filtro Anaeróbio Submerso	Filtro Anaeróbio	Filtro de Areia	Vala de Filtração	Lodo Ativado por Batelada	Lagoa com Plantas
DQO	40 a 70	50 a 80	40 a 75	40 a 75	60 a 90	70 a 85

Fonte: NBR 1369/97 adaptada.

Podemos observar que o valor de eficiência encontrado está dentro dos limites previstos pela NBR 13.969/97.

6 CONCLUSÕES

Através dos problemas enfrentados, atualmente, percebe-se como é importante uma boa gestão dos efluentes para manter a qualidade dos cursos d'água, pelos riscos que esses efluentes podem causar tanto ao meio ambiente quanto a saúde pública. Apesar de alguns autores da literatura afirmarem que os esgotos hospitalares são muito semelhantes aos esgotos domésticos e não necessitam de tratamento prévio por sofrerem elevadas diluições quando lançados na rede pública coletora, os esgotos hospitalares apresentam algumas características que atribuem a essas águas residuárias caráter nocivo aos corpos receptores, como uma maior concentração de microrganismos que podem ser patógenos.

As análises quantitativas dos dados confirmam que os hospitais são estabelecimentos com alto consumo de água e, conseqüentemente, gerações de efluente elevadas e que um dos principais setores geradores de efluente é a lavanderia, que despeja na rede coletora um efluente com altas cargas químicas, produtos como detergentes e desinfetantes que afetam diretamente o ecossistema aquático.

As análises laboratoriais apontaram que os parâmetros de DQO e fósforo apresentaram níveis de concentrações acima dos padrões determinados pela Norma Técnica SSMA nº 01/89. Os parâmetros dureza, sólidos suspensos totais e pH estão dentro dos padrões aceitos para lançamento de efluentes nos corpos d'água.

O sistema de tratamento apresentou falhas de remoção dos parâmetros fósforo, turbidez e de sólidos totais em duas amostras coletadas, mas apresentou um desempenho geral com um bom potencial. O parâmetro dureza ficou abaixo do esperado. Além disso, a presença de coliformes totais e *E. coli* apresentam concentrações maiores após passarem pelo sistema de tratamento, todos esses parâmetros estão relacionados ao mesmo problema. A causa do arraste de sólidos totais pode se dar pelo fato da biomassa presente no filtro estar se desprendendo do material suporte devido ao grande acúmulo de matéria, isso também causa aumento na turbidez do efluente, por ter maior

presença de materiais particulados e a luz infiltra pouco no líquido. As concentrações elevadas de coliformes totais e *E. coli* no ponto de coleta utilizado após tratamento, demonstra que junto com os sólidos arrastados, também estão sofrendo arraste os microrganismos presentes no filtro anaeróbio.

Em termos de recomendações que podem melhorar os resultados, seria uma manutenção do sistema de tratamento e um acompanhamento através de análises periódicas das concentrações dos principais parâmetros. O sistema foi implantado há, cerca de, 10 anos e nunca foram feitas as limpezas e/ou manutenções necessárias, essas manutenções periódicas elevariam os níveis de eficiência.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.969. Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos** – Projeto, construção e operação, Rio de Janeiro, 1997. 60 p.

BARRETO, P. S., **Biodegradabilidade do Antineoplásico Ciclofosfamida por Processo Anaeróbio**. 2007. 155 f. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2007.

BERTO, J., et al. Physico-chemical, microbiological and ecotoxicological evaluation of a septic tank/Fenton reaction combination for the treatment of hospital wastewaters. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72, n. 4, p. 1076-1081, mai. 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Processamento de roupas em serviços de saúde: prevenção e controle de riscos**. 1.ed. Brasília: Anvisa, 2009. 102 p.

BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Lavanderia Hospitalar**. Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1986. 45 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde Ambiental e Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 450 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes**. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, 30 de julho de 1986, Brasília/DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 283, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.** Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, 01 de outubro de 2001, Brasília/DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 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 da outras providências.** Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63, Brasília/DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.** Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, nº 84, de 4 de maio de 2005, Seção 1, págs 63-65 Brasília/DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 403, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores-PROCONVE para veículos pesados novos (Fase P-7) e dá outras providências.** Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, 16 de maio de 2011, Brasília/DF.

CESARO, L. R. **Degradação de corantes reativos e efluentes de indústria têxtil através da produção de agente oxidante pela eletrólise de cloreto de sódio no meio reacional.** 2007. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Química Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2007.

EMMANUEL, E.; PIERRE, M. G.; PERRODIN, Y. Perrodin Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: Health risk assessment for drinking water consumers. **Environment International**, v. 35, n. 4, p. 718– 726, mai. 2009.

GAUTAM, A. K.; KUMARB, S.; SABUMON, P. C. Preliminary study of physicochemical treatment options for hospital wastewater. **Journal of Environmental Management**, v. 83, n. 3 p. 298–306, mai. 2007

GUEDES, E. V. R., **Avaliação Comparativa Entre Águas Residuárias de Serviços de Saúde e Águas Residuárias Urbanas: Um Estudo em Montes Claros – Mg**. 2004. 96 f. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2004.

GUILHERME, P. E.; GASI, T. M. T., Caracterização de efluentes hospitalares: Levantamento Bibliográfico. São Paulo, CETESB, 1993, 34 p.

HOAG, L. S. A. **Reuso de água em hospitais: o caso do hospital Santa Casa de Misericórdia de Itajubá**. 2008. 217 f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de Engenharia de Itajubá. Itajubá. 2008.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabpdf_esgot_san.shtm> Acessado em: 04 mai. 2015.

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

KÜMMERER, K.; HELMERS, E. Hospital effluents as a source for platinum in the environment. **The Science of the Total Environment**, v. 193, n. 3, p. 179-184, jan. 1997.

LA ROSA, A. M. F. et al. 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.

MOURA, A. C.; ASSUMPÇÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biol.**, v. 76, n.1, p. 17-22, jan./mar./2009.

ORTOLAN, M. **Avaliação do efluente do Hospital de Clínicas de Porto Alegre: citotoxicidade, genotoxicidade, perfil microbiológico de bactérias mesofílicas e resistência a antibióticos.** 1999. 115 f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PAIVA, F. V., **Monitoramento da Estação de Tratamento de Esgoto do Hospital Geral Waldemar De Alcântara – Fortaleza (CE) como Instrumento de Gestão De Efluentes.** 2009. 209 f. Tese de Doutorado (PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS) - CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2009.

PRADO, T., **Avaliação da eficiência de um sistema de tratamento de efluente hospitalar por processo anaeróbico na remoção de coliformes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* resistentes a antibióticos e Vírus da Hepatite A.** 2007. 125 f. Tese de Mestrado - Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Rio de Janeiro/RJ, 2007.

RIBEIRO, L. M. M., **Avaliação Quanto a Carga Poluidora dos Efluentes Líquidos de Quatro Hospitais de Diferentes Especialidades no Município de Porto Alegre.** 2005. 95 f. Trabalho de conclusão de Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia – Ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Escola de Engenharias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. Gabinete de Consultoria Legislativa. Lei nº 11.520/00, de 3 de agosto de 2000. Porto Alegre/RS.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. Portaria nº 05, de 16 de março de 1989. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente - SSMA. **Diário Oficial**, 29 de março de 1989, Porto Alegre/RS.

ROHLOFF, C. C., **Avaliação da situação dos hospitais do Rio Grande do Sul no que se refere ao licenciamento de estações de tratamento de efluentes**. 2011. 56 f. Trabalho de Diplomação (Engenharia Química) – Escola de Engenharias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SABESP. Norma Técnica Sabesp NTS 025 - Projeto de Redes Coletoras de Esgotos. São Paulo, jul. 2006.

SABESP. Norma Técnica Sabesp NTS 181 - Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação. São Paulo, nov. 2012.

SILVEIRA, I. C. T., **Cloro e Ozônio Aplicados à Desinfecção de Efluente Hospitalar Tratado em Contatores Biológicos Rotatórios, com Avaliação de Efeitos Tóxicos em *Daphnia Similis***. 2004. 173 f. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - **INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SOUZA, R. C., **Tratamento de efluentes de lavanderia hospitalar para fins de reuso**. 2012. 118 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

TANIMOTO, A. H.; SOARES, P. S. Diagnóstico ambiental em lavanderia hospitalar usando a metodologia da Produção Mais Limpa. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 7p. Distrito Federal, Brasília, 2006.

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.

VECCHIA, A. D., et al. Diagnóstico sobre a situação do tratamento do esgoto hospitalar no Brasil, **Revista Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 65-70, dez. 2009.

VILLAR, L.M; DE PAULA, V.S; GASPAR, A.M.C. Seasonal Variation of Hepatitis A Vírus Infection in the City of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. vol. 44, n. 5, out. 2002.

APÊNDICES

APÊNDICES**APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO APLICADO AOS GESTORES DO HOSPITAL SANTA CASA DE MISERICÓRDIA DE SÃO LOURENÇO DO SUL.**

Cidade:

Hospital:

Especialização da Instituição:

Quais destes setores o Hospital possui:

UTI Maternidade Centro Cirúrgico Lavanderia

Central de Esterilização Cozinha Radiografia

Outros:

O Hospital possui quantos funcionários:

Qual o número de leitos que o Hospital possui:

Qual o número de atendimentos por dia:

Qual o consumo de água diário:

Se a Instituição possuir Lavanderia:

Quanto de roupa é encaminhado para a lavanderia diariamente (Kg):

Qual capacidade de cada máquina:

ANEXOS

ANEXOS**ANEXO A: PADRÕES DE EMISSÃO – NORMA TÉCNICA SSMA N. 0189
(ADAPTADA)**

1. Parâmetros Gerais:

Temperatura	< 40°C
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	≤ 200 mg/l de CaCO ₃
Coliformes Fecais	≤ 300 NMP/100 ml

2. Concentração Máxima:

Fósforo Total	1,0 mg/l P
---------------	------------

3. Fontes poluidoras existentes:

Vazão (m ³ /dia)		DQO (mg/l)	SS (mg/l)	
	Q <	20	≤ 450	≤ 200
20	≤ Q <	200	≤ 450	≤ 150
200	≤ Q <	1.000	≤ 360	≤ 120
1.000	≤ Q <	2.000	≤ 240	≤ 80
2.000	≤ Q <	10.000	≤ 200	≤ 70
10.000	≤ Q		≤ 160	≤ 50

4. Fontes poluidoras a serem implantadas:

Vazão (m ³ /dia)		DQO (mg/l)	SS (mg/l)	
	Q <	200	≤ 360	≤ 120
200	≤ Q <	1.000	≤ 240	≤ 80
1.000	≤ Q <	2.000	≤ 200	≤ 70
2.000	≤ Q <	10.000	≤ 160	≤ 50
10.000	≤ Q		≤ 100	≤ 40