

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA
ÊNFASE: ENGENHARIA AMBIENTAL E TECNOLOGIAS LIMPAS

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES DE QUATRO HOSPITAIS
DA CIDADE DE PORTO ALEGRE

Fátima Rosele da Silva Evaldt

Porto Alegre (RS), 2005.

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

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES DE QUATRO HOSPITAIS
DA CIDADE DE PORTO ALEGRE**

Fátima Rosele da Silva Evaldt

Orientador: Professor Dra. Iduvirges Lourdes Muller

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Amauri Braga Simonetti

Prof. Dr. Ivo André H. Schneider

Prof. Dr. Nestor Cezar Heck

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

Porto Alegre (RS), 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. Iduvirges Lourdes Muller

Orientador

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Carin Maria Schmitt

Coordenadora

Mestrado Profissionalizante em Engenharia

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carlos Arthur Ferreira

Coordenador

Mestrado Profissionalizante em Engenharia

Escola de Engenharia - Ênfase Ambiental

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Amauri Braga Simonetti

PPGMAA/UFRGS

Prof. Dr. Ivo André H. Schneider

CT/UFRGS

Prof. Dr. Nestor Cezar Heck

PPGEM/UFRGS

Dedico este trabalho a três pessoas,
três geração, que estão sempre prontos a me ensinar algo novo:

Minha mãe Eli

Meu marido Evandro

Minha filha Heloísa

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dra. Iduvirges Lourdes Muller, por sua atenção, credibilidade e carinho.

À Prof^a. Dra. Gelsa Edith Englert, por sua amizade, carinho e apoio.

Aos quatro hospitais que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho, em especial aos contatos que permitiram as coletas.

Ao Laboratório Alac, em especial ao Técnico em Química Cleber Rocho, por seu suporte nas coletas e análises das amostras.

Ao Químico Alexander Steigleder Gozalvo, por sua confiança e amizade.

À minha amiga Alda Aparecida Terres, secretária do PPGEM, por todos os abraços de conforto nas horas certas.

À minha irmã de coração Lena Mazzoti, por sua amizade, confiança, apoio e carinho em todos os momentos.

A minha mãe, Eli, por seu incentivo e apoio.

A meu marido, Evandro, por seu amor, paciência e incentivo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE QUADROS E TABELAS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS DO TRABALHO	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. A importância da água	4
3.2. Esgoto gerado	6
3.3. Legislação ambiental	12
3.3.1. Estabelecimentos hospitalares	16
3.3.1.1. Legislação específica para a área de saúde	17
3.3.2. Efluente	18
4. METODOLOGIA	21
4.1. Amostragem	21
4.2. Pesquisa de dados	22
4.3. Parâmetros analisados	24
4.4. Organização, Tratamento de Dados e Comparação de Efluentes	25
5. RESULTADOS	26
6. DISCUSSÃO DOS DADOS	39
7. CONCLUSÕES	43
8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	44
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
10. ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Distribuição percentual da água no planeta	5
FIGURA 2	Valor médio de pH nos diferentes pontos de amostragem	29
FIGURA 3	Valores médios encontrados para DBO ₅ nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	30
FIGURA 4	Valores médios encontrados para DQO nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	30
FIGURA 5	Valores médios encontrados para fósforo total nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	31
FIGURA 6	Valores médios encontrados para nitrogênio total nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	31
FIGURA 7	Valores médios encontrados para óleos e graxas nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	32
FIGURA 8	Valores médios encontrados para sólidos sedimentáveis nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	32
FIGURA 9	Valores médios encontrados para sólidos suspensos nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	33
FIGURA 10	Valores médios encontrados para sulfetos nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	33
FIGURA 11	Cargas de DBO ₅ descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	35
FIGURA 12	Cargas de DQO descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	35
FIGURA 13	Cargas de fósforo total descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente	36

- vigente
- FIGURA 14 Cargas de nitrogênio total descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente 36
- FIGURA 15 Cargas de óleos e graxas descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente 37
- FIGURA 16 Cargas de sólidos sedimentáveis descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente 37
- FIGURA 17 Cargas de sólidos suspensos descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente 38
- FIGURA 18 Cargas de sulfetos descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente 38

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1	Relação dos principais inconvenientes do Lançamento <i>in natura</i> de Esgoto nos Corpos de Água	8
QUADRO 2	Quadro elaborado para caracterizar os hospitais amostrados	22
QUADRO 3	Parâmetros e metodologias utilizadas nas análises dos efluentes hospitalares amostrados	24
TABELA 1	Dados obtidos nas entrevistas de caracterização dos quatro hospitais amostrados	26
QUADRO 4	Concentrações para descarte de demanda bioquímica de oxigênio, 5 dias, demanda química de oxigênio e sólidos suspensos conforme portaria SSMA n° 05/89	27
TABELA 2	Média dos pontos analisados a partir das amostras coletadas nos hospitais e parâmetros legais estabelecidos	28
TABELA 3	Dados de carga das amostras coletadas nos hospitais e dos limites para descarte conforme legislação vigente – kg/dia	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
SSMA – Secretaria de Saúde e Meio Ambiente
DMA – Departamento do Meio Ambiente
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental
DBO₅ – Demanda Bioquímica de Oxigênio – cinco dias
DQO – Demanda Química de Oxigênio
DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto
n.d. – Não Detectado
L.D. – Limite de Detecção
N.I. – Não informado
PVC – Policloreto de vinila
SUS – Serviço único de saúde
PPM – Parte por milhão (miligrama / litro)
PPB – Parte por bilhão (miligrama / metro cúbico)
PtCo – Platina/cobalto
ABB – Associação do Banco do Brasil
mg/L – miligramas por litro
mL/L – mililitros por litro
µg/L – microgramas por litro
Q – Vazão
m³/d – Metro cúbico por dia
kg/d – Quilogramas por dia

RESUMO

A preocupação com a qualidade ambiental aumentou significativamente nos últimos anos. Isso é evidente pela rígida legislação ambiental e pela mudança de comportamento da sociedade frente a este assunto. Nesse contexto os estabelecimentos de serviço de saúde estão sendo obrigados a se adequarem aos novos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, oriundos das suas atividades, mas nada se comenta à respeito do efluente gerados por estes empreendimentos.

Os problemas associados aos efluentes gerados nos centros de serviços de saúde tem sido motivo de preocupação devido ao desconhecimento do perigo potencialmente escondido neste. Na cidade de Porto Alegre as águas residuais provenientes dos hospitais não são tratadas, sendo transportadas por redes coletoras até o Lago Guaíba. Este é uma das principais fontes de abastecimento de parte da população desta cidade.

Este trabalho apresenta como objetivo analisar as características básicas físico-químicas de efluentes hospitalares de quatro unidades de saúde da cidade de Porto Alegre – RS, comparando-os com a legislação vigente no que diz respeito a limites de descarte de efluentes. A amostragem proposta foi aplicada a quatro unidades paralelamente, sendo coletadas cinco amostras de cada unidade num período de dois anos. As amostragens foram compostas.

Por fim, constatou-se que os efluentes oriundos de serviço de saúde, para a segurança, principalmente do Meio Ambiente, deverão ser previamente tratados antes de atingir a rede pública coletora.

Palavras-chave:

Efluente – Hospitais – Serviço de saúde – Concentrações - Cargas

ABSTRACT

Concern with the environmental quality has increased significantly in the last few years. It becomes evident by the rigid environmental legislation and the society changes on this matter. The public and health services are being forced to engage into a new solid waste management, including the waste originated from its activities, but is no comment about the effluent generated.

The problems associated to the effluents generated in health service centers have been a concern due to the unknown risk that this kind of service generates. In the city of Porto Alegre the residual water is not been treated and though collecting network transported to the Guaiba lake, the main supply water of the population.

The main goal of this study is to analyze the physic-chemical characteristics of samples of effluents from four hospitals the city of Porto Alegre, and to compare with to reference values of the legislation, according to the capacity of water discharge. The samples were collected from four health institutes by collecting five samples from each institute in the period of two years.

In conclusion, it was noted that the effluents form the health services should be treated before they reach the public collecting network.

Key Words:

Effluent – Hospital - Health Service – Concentration - Load

1. INTRODUÇÃO

Há décadas a preocupação com a falta de água para o consumo humano no planeta é discutida. Muitos trabalhos foram publicados a respeito, muitas pesquisas foram e continuam sendo desenvolvidas. Porém, a conclusão é única: quando a água, depois de ser utilizada, é restituída ao seu ambiente natural, a mesma não deve comprometer os possíveis usos que podem ser feitos, tanto públicos como privados. A contaminação é uma modificação da qualidade da água, provocada geralmente pelo homem, de tal forma a torná-la inapta ou danosa ao consumo por parte do homem, da indústria, da pesca, das atividades recreativas, dos animais domésticos e dos selvagens.

A poluição das águas tornou-se assunto de interesse público em todas as partes do mundo. Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados por este problema ambiental, como também as nações em desenvolvimento começam a sofrer os graves impactos desta poluição.

Os esgotos, que são resíduos sem tratamento, fatalmente poluem os rios que os captam, ao transformá-los em meio de cultura onde microrganismos geram gases e odores desagradáveis, sendo responsáveis por uma grande proliferação de pestes em centros urbanos.

Hoje, os rios e as lagoas se constituem em destino final dos efluentes e do esgoto doméstico e muitos destes estão seriamente contaminados com metais pesados e microrganismos dizimando, com isso, muitos tipos de vida aquática que são benéficas ao homem e também gerando um ambiente propício a outras espécies aquáticas não desejáveis.

Além de rios e lagos, os lençóis freáticos vêm sendo contaminados através de infiltração ou reservatórios de águas residuárias, ocasionando, com isso, contaminação de pessoas e animais que usam água subterrânea como, por exemplo, de poços, minas, etc.

O efluente deve ser tratado pelo relevante fato de se misturar com águas em que existe vida e por que esta é utilizada para consumo humano.

Quando se fala em poluidores são lembradas as indústrias, a agricultura, o setor de mineração, os aglomerados urbanos, mas pouco se comenta a respeito do efluente hospitalar.

A falta de exigências legais em relação ao controle de descarte hospitalar, na maioria dos países em desenvolvimento, implica em que a solução existente seja aceita: o descarte sem tratamento. O efeito nocivo de um resíduo ultrapassa os limites das áreas em que foi gerado ou é disposto.

Não se sabe se as análises que caracterizam os esgotos domésticos e industriais podem ser plenamente aplicadas aos despejos hospitalares ou se apresentam limitações exigindo que sejam complementadas por outras que determinem mais especificamente as propriedades dos despejos.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar alguns Efluentes Hospitalares quanto a parâmetros físico-químicos e compará-los à legislação existente para descarte que assegurem os padrões de qualidade das águas.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral do presente trabalho é caracterizar os parâmetros físico-químicos básicos do efluente gerado no serviço de saúde na cidade de Porto Alegre.

Os objetivos específicos são:

- Quantificar a concentração de poluentes, de acordo com parâmetros estabelecidos na Portaria SSMA 05/89 e Resolução CONAMA N° 357/05;
- Qualificar o impacto gerado pela falta de tratamento deste efluente;
- Verificar de a legislação vigente é aplicável no monitoramento do efluente de serviços de saúde.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para dar um suporte informativo e teórico ao presente trabalho, a revisão bibliográfica versará sobre a caracterização de efluente e a legislação a respeito deste na área da saúde e áreas correlatas.

3.1. A Importância da Água

Há muitas décadas, o meio ambiente vem passando por grandes transformações e hoje, vários segmentos em diversos países, identificam nas questões ambientais um dos mais importantes fatores a serem considerados por qualquer empreendimento, uma vez que debates relacionados a controle de poluição, desenvolvimento sustentável e reuso da água vem abrindo espaço para os aspectos ambientais.

Valle (1996) escreveu um histórico sobre temas ambientais. Acredita-se que há cerca de 65 milhões de anos um meteorito atingiu a terra alterando profundamente os ecossistemas existentes. Muitas espécies, entre elas os dinossauros, teriam desaparecido devido ao grande impacto ambiental provocado pelo choque. Outros fenômenos naturais como os terremotos e as erupções vulcânicas também causam impactos importantes sobre o meio ambiente ainda em nossos tempos.

Apesar de ser imenso o desafio de proteger o meio ambiente das ações do homem, sabe-se que esta complexidade é menor e bem mais fácil de ser vencida do que aquelas de causas naturais, cujas extensões e data de ocorrência a humanidade sequer consegue prever.

Nos tempos modernos a preocupação com a conservação dos recursos naturais e com a degradação da biosfera pelo homem pode ser identificada em diversas publicações (Magalhães, 1994; Barbieri, 1997).

Quando se fala em recursos naturais esgotáveis é grande o enfoque dado à água. A água é uma das bases da vida. Desde a criação do mundo todos os seres necessitam deste elemento na sua composição, para sua manutenção e para o seu meio de vida.

A palavra “fonte” constitui um dos primeiros escritos que se conhece e sugere algo vivo correspondendo a um dos pilares da nossa existência (Valle, 1996). A

utilização deste elemento veio da pré-história e passou a ter uma importância maior no momento em que o homem descobriu a agricultura.

Desde o instante em que o homem considerou a atividade agrária como uma das principais fontes de subsistência a necessidade de água aumentou progressivamente até a atualidade.

As regiões com baixo índice de pluviosidade são aquelas que sofrem mais com o problema da dependência deste elemento. Em algumas delas, tem se localizado as civilizações que foram base para o mundo atual. Alguns povos buscaram a proximidade com vários cursos de água com o objetivo de atender suas necessidades vitais, e por outro lado para dispor de elemento suficiente para irrigar as culturas de que dependia a sua existência.

Com o grande crescimento das cidades em todo mundo ocorrido no século XIX o comprometimento do adequado uso da água passou a ser discutido no primeiro mundo.

A importância desse recurso natural escasso foi apresentada, de forma muito clara e objetiva, através da carta Européia da água promulgada pelo parlamento da Europa em 06 de maio de 1988 (Barbieri, 1997).

Como bem econômico, a sua utilização racional deve ser criteriosamente avaliada e inserida no quadro geral de seus usos múltiplos, enquanto a sua qualidade deve ser rigorosamente preservada frente à ação predatória que o homem lhe impõe na busca de seus objetivos.

Sabe-se que, da água disponível, apenas 0,8 % pode ser utilizada mais facilmente para abastecimento público, Figura 1. Desta fração de 0,8 %, apenas 3 % apresentam-se na forma de água superficial, de extração mais fácil (Sperling, 1998). Esses valores ressaltam a importância de se preservar os recursos hídricos da terra e de se evitar a contaminação da pequena fração mais facilmente disponível.

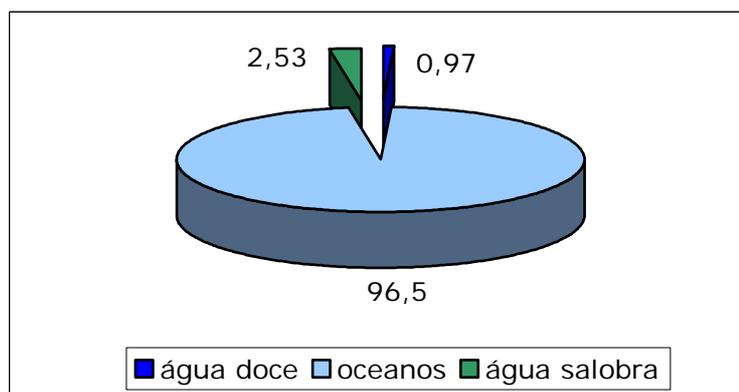


Figura 1 – Distribuição percentual de água no planeta (Sperling, 1998)

Sem dúvida, o abastecimento público é o uso mais nobre da água e se manifesta praticamente em todas as atividades do homem: manutenção da vida (água para beber), higiene pessoal e das habitações, combate a incêndio entre outras.

No consumo coletivo é fornecido a comunidade um sistema de abastecimento que estabelece a existência das seguintes unidades: captação da água bruta, adução, tratamento (onde são removidas da água impurezas que podem comprometer a saúde humana), armazenamento e distribuição.

Por centenas de anos apenas os sentidos de visão, sabor e olfato eram determinantes na avaliação da qualidade da água. Com a evolução das técnicas de detecção e medidas de poluente, foram estabelecidos padrões de qualidade para água, isto é, a máxima concentração de elementos ou compostos que poderiam estar presentes na água, de modo a ser compatível com sua utilização para determinadas finalidades, (Resolução Conama nº. 357/05).

Uma vez definidos os usos da água de um manancial estará definida a sua classe e também a qualidade que a água desse manancial deverá representar. Caso a qualidade da água não apresente as condições especificadas, medidas de controle de poluição devem ser adotadas. O enfoque dado na legislação brasileira de controle da qualidade da água baseia-se no uso da água e o correspondente limite aceitado de poluição.

3.2. Esgoto Gerado

Já nos tempos mais remotos, desde que os homens começaram a se assentar em cidades, a coleta de águas servidas que hoje chamamos de esgoto sanitário, passava a ser uma preocupação daquelas civilizações. Em 3750 a.C. eram construídas galerias de esgotos em Nipur, na Índia, e na Babilônia. Em 3100 a.C. já se tem notícia do emprego de manilhas cerâmicas para essa finalidade (Netto, 1984). Na Roma Imperial, eram feitas ligações diretas das casas até os canais. Porém, por se tratar de uma iniciativa individual de cada morador, nem todas as casas apresentavam essas benfeitorias (Metcalf e Eddy, 1977).

Na Idade Média, não se tem notícias de grandes realizações no que diz respeito ao saneamento e em especial aos esgotos. Esse aparente desleixo e o desconhecimento da microbiologia até meados dos séculos XIX certamente foram as

causas das grandes epidemias ocorridas na Europa, do período entre os séculos XIII e XIX, coincidindo com o crescimento de algumas cidades (Netto, 1984).

A história registra entre os anos de 1345 e 1349 uma terrível pandemia de peste bubônica na Europa, com 43 milhões de vítimas fatais numa época em que a população mundial não chegava aos 400 milhões (Netto, 1984).

A correlação entre o crescimento populacional e o recrudescimento dos problemas com a saúde pública hoje fica fácil de se perceber, quando se apresentam os números deste crescimento.

Em Londres, somente a partir de 1815 os esgotos começaram a ser lançados em galerias de águas pluviais; em Hamburgo, a partir de 1842, e em Paris, a partir de 1880 (Metcalf e Eddy, 1977). A Inglaterra certamente foi um dos países europeus mais castigados por epidemias. As causas dos surtos epidêmicos naquele país hoje podem ser evidentes, segundo Nuvolari, (2003):

- Foi o berço da revolução industrial e, portanto, sofreu com a intensa migração populacional;
- As cidades ainda não contavam com a necessária infra-estrutura urbana para atender a esse novo contingente populacional;
- Os rios ingleses, de curta extensão, passavam por diversas cidades ao longo de seu curso, não apresentando condições naturais propícias à autodepuração;
- O mundo desconhecia a microbiologia e a relação entre certas doenças e a qualidade das águas.

Nas cidades brasileiras, salvo alguns casos isolados, somente a partir da década de 70 começou a ocorrer um maior avanço na área de saneamento.

Mesmo nos locais onde havia rede de coleta de esgoto, na maioria das vezes, este era despejado no corpo da água mais próximo, sem nenhum tipo de tratamento, o que decretou, em muitas cidades, a degradação dos rios e córregos, dificultando a coleta de água para abastecimento. Essa ação ainda é praticada atualmente.

Quando o esgoto é lançado *in natura* nos corpos da água, isto é, sem receber um prévio tratamento, dependendo da relação entre as vazões do esgoto lançado e do corpo receptor pode-se esperar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessa água. Além do aspecto visual desagradável, pode haver um declínio de oxigênio dissolvido, afetando a sobrevivência dos seres de vida aquática, exalação de gases

mal cheirosos e possibilidade de contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com essa água.

O termo *poluição* pode ser definido como as alterações das características físicas, químicas ou biológicas das águas naturais (Tucci, 1993) e/ou ato ou efeito de poluir, de degradar um determinado meio natural, profanação, macula (Dicionário Larousse, 1999).

Em média, a composição do esgoto sanitário é de 99,9% de água e apenas 0,1% de sólidos, sendo que cerca de 75% desses sólidos são constituídos de matéria orgânica em processo de decomposição (Nuvolari, 2003). Nesses sólidos proliferam microrganismos, podendo ocorrer organismos patogênicos, dependendo da saúde da população contribuinte. Esses microrganismos são oriundos das fezes humanas, podendo ainda ocorrer outros poluentes tóxicos orgânicos e inorgânicos.

A Quadro 1 apresenta os principais inconvenientes dos lançamentos dos esgotos sanitários em corpos de água. O crescimento populacional das cidades tende a agravar o problema, uma vez que há uma relação direta entre o aumento populacional e o aumento do volume de esgoto coletado. Tratar esse esgoto é manter a qualidade de vida dos corpos receptores, permitindo os diversos usos dessa água em especial como manancial para abastecimento público, sem riscos à saúde da população. É também muito importante garantir a sobrevivência de seres de vida aquática e os aspectos estéticos relacionados com a qualidade de vida da população.

Quadro 1 – Relação dos principais inconvenientes do lançamento *in natura* de esgotos nos corpos de água – (Fonte: Jordão e Pessoa 1995)

Matéria Orgânica solúvel	Provoca a diminuição ou mesmo a extinção do oxigênio dissolvido, contido na água dos rios. Mesmo tratado, o despejo deve estar na proporção da capacidade de assimilação do curso da água. Algumas dessas substâncias podem ainda causar gosto e odor às fontes de abastecimento de água.
Elementos potencialmente tóxicos	Exemplos: cianetos, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio, zinco, etc. Apresentam problema de toxicidade (a partir de determinadas concentrações), tanto às plantas quanto aos animais e ao homem, podendo ser transferidos através da cadeia

	alimentar.
Cor e turbidez	Indesejáveis do ponto de vista estético. Exigem maior quantidade de produtos químicos para o tratamento dessa água. Interferem na fotossíntese das algas nos lagos (impedindo a entrada de luz em profundidade).
Nutrientes	Principalmente nitrogênio e fósforo, aumentam a eutrofização dos lagos e dos pântanos. Inaceitáveis nas áreas de lazer e recreação.
Materiais refratários	Aos tratamentos: exemplo ABS (Alquil–Benzeno - Sulfurado). Formam espumas nos rios; não são removidos nos tratamentos convencionais.
Óleos e Graxas	Os regulamentos exigem geralmente sua completa eliminação. São indesejáveis esteticamente e interferem com a decomposição biológica (os microorganismos, responsáveis pelo tratamento, geralmente morrem se a concentração de óleos e graxas for superior a 20 mg/L).
Ácidos e Álcalis	A neutralização exigida pela maioria dos regulamentos, dependendo dos valores de pH do líquido há interferência com a decomposição biológica e com a vida aquática.
Materiais em Suspensão	Formam bancos de lama nos rios e nas canalizações de esgoto. Normalmente provocam decomposição anaeróbia de matéria orgânica, com liberação de gás sulfídrico (cheiro de ovo podre) e outros gases malcheirosos.
Temperatura elevada	Poluição térmica que conduz ao esgotamento do oxigênio dissolvido no corpo da água (por abaixamento do valor de saturação).

Quando a matéria orgânica presente nos esgotos é lançada num corpo d'água, cria as condições necessárias para o crescimento dos microrganismos decompositores aeróbios que, no entanto, ao se alimentarem dessa matéria orgânica, consomem o oxigênio dissolvido. Quando é grande a quantidade de matéria orgânica disponível na água, geralmente o que limita o crescimento bacteriano é a quantidade de oxigênio disponível. Em certas condições o oxigênio disponível pode vir a se extinguir criando condições para o crescimento de outros microrganismos, os facultativos (que se

alimentam de matéria orgânica, tanto na presença quanto na ausência de oxigênio dissolvido) e os estritamente anaeróbios, que se alimentam de matéria orgânica na ausência de oxigênio dissolvido.

Os microrganismos patogênicos aparecem no esgoto a partir das excreções de indivíduos doentes. Segundo Cavalcante (1999) a pesquisa e a identificação dos microrganismos patogênicos na água é praticamente inviável, devido à complexidade dos procedimentos de análise, do custo elevado e do longo tempo para se obter resultados.

As bactérias do grupo coliforme, por estarem presentes em grande número no trato intestinal humano e de outros animais e eliminadas em grande número pelas fezes, constituem um indicador de contaminação fecal mais utilizado em todo o mundo, sendo empregadas como parâmetros bacteriológicos básicos, na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, bem como para a caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral (Jordão, 1995).

A maioria desses metais é encontrada naturalmente no meio ambiente como traços, dissolvidos e não dissolvidos, produzindo efeitos danosos quando presentes em excesso ou mesmo em baixas concentrações, por serem nutrientes.

A presença de diferentes metais pesados em um mesmo ambiente aquático pode, em decorrência de efeitos antagônicos, resultar na sensível diminuição da toxicidade destes, comparando com a soma de suas toxicidades quando presentes individualmente (Yassuda et al, 1969).

Destacam-se por sua toxidez, nos meios aquáticos os elementos cádmio, cromo, mercúrio, níquel, chumbo e, em menor grau cobre e zinco.

A seguir estão descritas características de alguns metais (Baumgarten, 2001):

- Cádmio – metal tóxico, causando problema de saúde pública tais como: disfunções renais, podendo ser cancerígeno.
- Cromo – cromo trivalente é essencial do ponto de vista nutricional, não tóxico e pobremente absorvido pelo organismo. O cromo hexavalente é altamente tóxico, afetando seriamente os rins e o sistema respiratório. Os sais de cromo não têm poder acumulativo. Pode-se dizer que da mesma forma que afetam o organismo humano interferem também nos peixes e demais microorganismos.

- Mercúrio – causa disfunções renais e afeta irreversivelmente o sistema nervoso central, podendo ocasionar a morte.
- Níquel – pode causar alterações nas células sanguíneas.
- Chumbo – causa vários problemas no sangue e no funcionamento dos rins, interfere no metabolismo da vitamina D e, em altas doses, é considerado cancerígeno. Não sendo essencial ao metabolismo celular, é tóxico mesmo em pequenas concentrações, podendo provocar inibições em algumas enzimas e alterações no metabolismo das células.
- Cobre – em concentrações elevadas, representa um perigo para a biota, pois tem uma grande capacidade de se bioacumular em determinados tecidos vivos, manifestando suas concentrações ao longo da cadeia, atingindo o homem. Além do mais, pode desestruturar algumas proteínas enzimáticas essenciais aos seres vivos.
- Zinco – os problemas de saúde pública causados por altas concentrações de zinco são de falhas no crescimento e perda do paladar. O zinco é tóxico aos peixes. São escassas as experiências com outros organismos aquáticos.

Os cloretos ocorrem em todas as águas podendo ser resultado de contatos com depósitos minerais, água do mar, irrigação, esgoto, etc.

Altas concentrações de íons cloreto impedem o uso da água para a agricultura e exigem tratamento adequado para outros usos. Mesmo quando em concentrações altas, não são muito nocivos ao homem (Baumgarten, 2001)

Os problemas ambientais acarretados pelos cloretos estão relacionados com o potencial osmótico que alteram a vida dos seres aquáticos de água doce.

No caso dos surfactantes, caracterizam-se pela presença de produtos capazes de diminuir a tensão superficial dos líquidos em que se dissolvem, limpando o substrato.

A ação nociva dos surfactantes na água se resume que (Nuvolari, 2003):

- Inibem a oxidação biológica e química produzindo, portanto, em águas muito contaminadas, um baixo DBO.
- Ao variar a tensão superficial do líquido em que se diluem, dificulta a sedimentação.

- A utilização de grandes quantidades de determinadas formulações (perborato sódico) produzem o aumento progressivo de concentrações de elementos (boro em águas)
- Não são tóxicos para bactérias, algas e outros organismos em concentrações inferiores a 3 mg/L.
- Formam espumas o que dificulta o processo de depuração natural ou artificial.
- Produzem o aumento da concentração de fosfato favorecendo a proliferação de algas e com isso o processo de eutrofização.

O enxofre é um dos nutrientes essenciais as plantas, porém sua presença no esgoto, em condições anaeróbias, pode gerar gás sulfídrico. Os maiores problemas deste gás são a alta toxicidade e o ataque aos materiais, especialmente os metálicos, com os quais permanece em contato. O sistema olfativo humano começa a perceber o odor característico do gás sulfídrico (cheiro de ovo podre) a partir de 4,7 PPB. Em concentrações acima de 250 ppm no ar atmosférico, é um gás letal (Nuvolare, 2003).

Segundo Paz (2004) a composição dos efluentes provenientes dos centros de serviços de saúde apresenta variações como o esgoto sanitário descartado nas redes de tratamento devido a grande diversidade de substâncias químicas e microbiológicas eliminadas por ambos.

3.3. Legislação Ambiental

Na década de 60 surgiram os primeiros movimentos ambientalistas movidos pela contaminação das águas e do ar nos países industrializados. Já ocorrera, então, a contaminação da Baía de Minamata, no Japão, com mercúrio proveniente de uma planta química. A partir de então se criou a consciência de que resíduos incorretamente dispostos podem penetrar na cadeia alimentar e causar mortes e deformações físicas em longa escala, através de um processo de bioacumulação. A descontaminação do Rio Tamisa e a melhoria do ar ambiente em Londres, são exemplos dessa fase precursora dos cuidados com o meio ambiente que podem dominar o período como década da conscientização (Valle, 1996).

Os anos 70 foram marcados como a década da regulamentação e do controle ambiental. Após a Conferência de Estocolmo sobre meio ambiente, em 1972, as nações começaram a estruturar seus órgãos ambientais e estabelecer suas legislações, visando controle da poluição ambiental. Poluir passa então a ser crime em diversos países.

No plano nacional, desde 1981, a lei número 6.938, que dispõe sobre os fins, mecanismos de formulação e aplicação da Política Nacional do Meio Ambiente, consagra a educação ambiental e estabelece a mesma para todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participar ativamente da preservação do meio ambiente.

A Política Nacional de Meio Ambiente, Lei 6.938 de 1981 criou uma única lei: sistematizar uma organização na área ambiental. Essa Lei estabelece diretrizes básicas sobre o meio ambiente, define poluição, estabelece as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, disciplina a construção, instalação, ampliação e funcionamento de atividades utilizadoras de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidoras, e empreendimentos capazes de causar a degradação ambiental. Ainda, a lei estabelece, as condições para outorga das licenças ambientais pelos Órgãos ambientais, introduz o princípio do poluidor pagador, o princípio da responsabilidade objetiva por danos ambientais, estabelece penalidades aos infratores das normas e causadores da degradação ambiental, estabelece penalidades inclusive nos casos de omissão de autoridade pública, e cria a figura do crime ecológico e, estabelece também o princípio segundo o qual os órgãos financiadores públicos não podem conceder incentivos a empreendimentos que não obedeçam às normas de prevenção e preservação do meio ambiente.

Tema já disciplinado na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938 de 1981), foi introduzido na Constituição Federal em 1988. É certo que foi a Constituição de 1988, dentre todas as Cartas Políticas brasileiras, aquela que mais profundamente tratou o meio ambiente na condição de bem de valor.

A partir de então, passou-se a tratar o meio ambiente de uma forma mais ampla. Foram introduzidos princípios norteadores dessa proteção, que devem ser seguidos não somente pelo estado pelo poder público, mas que comprometem a toda a população. Na medida em que a Constituição Federal determina que todos tenham direito e dever de proteger o meio ambiente, fica evidente o compromisso recíproco entre poder público e cidadão ou indivíduo comum. Há também o comprometimento de

todos os setores de desenvolvimento. Ao instalar uma obra, um empreendimento, uma atividade que seja efetiva ou potencialmente poluidora, é necessário a realização prévia de um estudo de impacto ambiental. A partir de então, as constituições dos estados passaram a adotar este princípio para reforçar sua importância.

O artigo 23 da Constituição Federal estabelece competências comuns aos estados, Distrito Federal e municípios, para cuidar da saúde, proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas. Isto quer dizer que, qualquer uma destas três esferas tem condições, competência e possibilidade para legislar sobre o assunto. Em casos de competência concorrente, havendo uma norma federal que trate do assunto, as normas estaduais não poderão ferir aquele princípio já estabelecido na norma federal.

Em 1998, 12 de fevereiro, entrou em vigor a Lei dos Crimes Ambientais, Lei nº 9.605, dispondo sobre as sanções penais e administrativas derivadas da conduta e atividade lesiva ao meio ambiente, complementando a legislação já existente.

O artigo 2 busca estabelecer um critério geral para aplicação da norma penal brasileira e, principalmente, definir normas de responsabilidade resultante da prática de infrações: *Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o proposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.*

Porém, é no artigo 54 que o Legislador expressou claramente a responsabilidade de todos, seja pessoa física ou jurídica, setor privado ou estatal, e desta forma dispõe:

Art. 54 - Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

§ 1º - Se o crime é culposo:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

§ 2º - Se o crime:

I - tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para a ocupação humana;

II - causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população.

III - causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade;

IV - dificultar ou impedir o uso público das praias;

V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos. Ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos:

Pena - reclusão, de um a cinco anos.

§ 3º - Incorre nas mesmas penas previstas no parágrafo anterior quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível.

Com as penalidades da Lei dos Crimes Ambientais, a questão da responsabilidade ambiental passou a ser vista como um fator econômico, e, com alguns exemplos, ficou evidente que, financeiramente, a consequência de um dano causado ao meio ambiente pode se muito grande.

Mais foi apenas o Decreto Executivo nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, que especifica as sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, que passou a tratar emissão de efluentes sem prévio tratamento como crime passível de punição:

Art. 18 - Provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras:

Multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) a R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais).

Art. 41 - Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Multa de R\$ 1.000,00 (mil reais) a R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais), ou multa diária.

§ 1º - Incorre nas mesmas multas, quem:

V - Lançar resíduos sólidos, líquidos ou gasosos ou detritos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos;

O mesmo Decreto, em seu artigo 2, parágrafo 10, salienta que independentemente de existência de culpa, é o infrator obrigado à reparação do dano causado ao meio ambiente, afetado por sua atividade.

Deste modo inicia-se uma nova fase de compreensão das questões ambientais, do ponto de vista de grande parte dos estabelecimentos.

3.3.1. Estabelecimentos Hospitalares

São muitas as unidades hospitalares no país. Estabelecimentos cada vez maiores, superando-se em questões tecnológicas são utilizados, dia-a-dia, por parte da população, sejam de caráter público ou privado.

Estes empreendimentos possuem legislação própria voltada, basicamente, para as questões de saúde e bem estar do usuário. Observa-se isso na constante preocupação legal, sobre assistência médica e hospitalar.

Do ponto de vista ambiental, é possível constatar o tema envolvido no Código Nacional de Saúde, Decreto Federal nº 49.974-A, de 21 de janeiro de 1961, no capítulo IV que versa sobre saneamento.

Decreto nº 49.974 – A regulamenta, sob a denominação de Código Nacional de Saúde, a lei nº 2.312, de 3 de setembro de 1954, de Normas Gerais sobre Defesa e Proteção da Saúde. Neste documento é clara a preocupação com o tema:

Art. 37 - As águas residuárias de qualquer natureza, quando por suas características físicas, químicas ou biológicas, alterarem prejudicialmente a composição das águas receptoras, deverão sofrer prévio tratamento.

§ 1º O lançamento de águas residuárias de qualquer natureza em águas receptoras ou áreas territoriais, somente é permitido quando não prejudicial à saúde humana e à ecologia.

§ 2º A administração local dentro de sua jurisdição será diretamente responsável pela contaminação ou poluição de águas receptoras ou de áreas territoriais conseqüente ao lançamento de resíduos sem prévio pronunciamento a autoridade sanitária competente não excluída a responsabilidade de terceiros.”

Posteriormente, várias foram as ferramentas legais que versaram sobre água, no que diz respeito à potabilidade desta, tais como:

- Decreto nº 79.367, 9 de março de 1977, dispõe sobre normas e padrões de qualidade de água potável e dá outras providências.

- Decreto nº 78.171, 2 de agosto de 1976, dispõe sobre o controle e fiscalização sanitária das águas minerais destinadas ao consumo humano.

Culminando com a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/GM de 25 de março de 2004 e atribui os parâmetros para potabilidade da água para consumo humano. Porém, com relação a águas servidas não há legislação específica.

3.3.1.1. Legislação Específica para a Área de Saúde

A legislação para esta área é bem provida, quando se trata de resíduo sólido hospitalar (Resíduo de Serviço de Saúde).

São inúmeros resoluções e decretos, federais e estaduais, que versam sobre resíduo sólido, inclusive conceituando-os e caracterizando-os.

Na Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005, dispõe sobre o tratamento e a disposição final de resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, antecipada pela Lei Estadual nº 10.099 de, 7 de fevereiro de 1994, divide inicialmente resíduo sólido de serviço de saúde em classes A, B, C, D e E. São definidos como grupo A:

Resíduos 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;

É nesta mesma Resolução, seguidora da 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 dá outras providências, que a preocupação com o monitoramento do efluente hospitalar volta a evidenciar:

Art. 11 . 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.

Esta resolução entrou em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União, ou seja, março de 2005.

3.3.2. Efluentes

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. Portanto, ainda há pouca preocupação com os efluentes gerados pelos serviços de saúde, em especial, os dos hospitais (Machado et al, 1986).

Dremont e Hadjali (1997) afirmam que os hospitais são grandes consumidores de água, quando comparados aos domésticos, pois, enquanto o valor médio percapta/dia de consumo doméstico é de 200 litros, para hospitais, pode-se chegar a 1400 litros/leito/dia.

A falta de parâmetros legais específicos para descarte hospitalar provoca o enquadramento deste nas resoluções e portarias que apresentam padrões gerais para todas as fontes de poluição.

O nível federal conta com a resolução CONAMA nº 357, de 17/03/05, em seu artigo 36 expoe: *Além dos requisitos previstos nesta Resolução, e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos com microrganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.*

O tratamento especial sugerido na resolução só é possível ser desenvolvido com a caracterização do efluente efetuada, uma vez que são estas informações que definirão o melhor processo.

Na esfera estadual passa a ser referência importante 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 de água interiores do estado do Rio Grande do Sul aprovada pela portaria SSMA nº 05, de 16 de março de 1989.

A referida norma técnica esta de acordo com o artigo 39 da resolução CONAMA nº 357/05, autorizando os órgãos de controle ambientais a acrescentar outros parâmetros ou tornarem mais restritivos os já estabelecidos tendo em vista as condições locais.

A norma técnica considera fontes poluidoras as definidas no inciso III, do artigo 3º da Lei nº 7.488, de 14 de janeiro de 1981, e enumeradas no decreto nº 30.527, de 30 de dezembro de 1981, excluídas para os efeitos da presente norma, as fontes de poluição que não produzam despejos líquidos:

- Fonte de poluição: toda e qualquer atividade, aplicação que induzam, produzam ou possam produzir a poluição do meio ambiente tais como: estabelecimentos industriais, agropecuários, comerciais e prestadores de serviços e atividades equiparadas, equipamentos e maquinários, adensamento demográfico e outros tipos de assentamentos humanos, previstos no Regulamento desta Lei.

A preocupação ambiental, no Rio Grande do Sul gerou o Código Estadual de Meio Ambiente, lei nº 11.520, em 03 de agosto de 2000.

No artigo 138 fica evidente a obrigatoriedade do tratamento primário do esgoto sanitário.

Art. 138 - A utilização da rede de esgotos pluviais para o transporte e afastamento de esgotos sanitários somente será permitida mediante licenciamento pelo órgão ambiental e cumpridas as seguintes exigências:

I - será obrigatório o tratamento prévio ao lançamento dos esgotos na rede;

II - o processo de tratamento deverá ser dimensionado, implantado, operado e conservado conforme critérios e normas estabelecidas pelos órgãos municipais e estaduais competentes ou, na inexistência destes, conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);

III - qualquer que seja o processo de tratamento adotado, deverão ser previamente definidos todos os critérios e procedimentos necessários ao seu

correto funcionamento, em especial: localização, responsabilidade pelo projeto, operação, controle e definição do destino final dos resíduos sólidos gerados no processo;

4. METODOLOGIA

A metodologia empregada nesse trabalho incluiu visitas a hospitais para convidá-los a participarem desta pesquisa. A solicitação apresentada às entidades visitadas foi elaborada pela Dra. Engenheira Gelsa Englert, conforme anexo 1.

A primeira etapa do trabalho consistiu em definir quais estabelecimentos hospitalares seriam amostrados. Os fatores importantes desta etapa foram: o aceite por parte dos hospitais e o grau de dificuldade para coleta de amostras no final da rede de esgoto.

As informações fornecidas, a organização e tratamento dos dados obtidos são assuntos que serão a seguir detalhados.

4.1. Amostragem

Nos quatro hospitais que aceitaram participar do trabalho, sob as condições de permanecerem anônimos e após a conclusão do projeto receberem cópias dos laudos de análises do efluente coletado, foi efetuada uma vistoria informal para verificar o grau de dificuldade no momento das coletas.

Apenas um dos hospitais amostrados apresentou mais de uma saída para rede coletora. Neste caso, as amostras das 3 saídas foram homogeneizadas simulando um único ponto.

Os hospitais amostrados foram denominados de “pontos”, classificados como:

Ponto 1: hospital com 3 saídas de descarte;

Ponto 2: hospital com saída única;

Ponto 3: hospital com saída única;

Ponto 4: hospital com saída única.

As fotos ilustrativas dos pontos de coleta, respectivamente, estão no anexo 2.

As coleta e preservação das amostras ficaram sob responsabilidade do laboratório que efetuou as análises, Laboratório Alac Ltda, da cidade de Garibaldi, porém, para maior confiabilidade dos resultados obtidos, o técnico do laboratório foi acompanhado pela autora do trabalho nas coletas efetuadas.

A fim de minimizar o número de amostras a serem analisadas, misturou-se 5 amostras de volumes iguais (500 mL) coletadas em intervalos de tempo conhecidos (a cada 2 horas) procedendo desta forma uma amostragem composta de 2,5L por unidade hospitalar a cada dia de coleta.

Entende-se por amostra composta a soma ou parcelas individuais do resíduo a ser estudado, obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes através dos processos de amostragem. Estas parcelas devem ser misturadas de forma a ser obter uma amostra homogênea. A amostra homogênea é obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos resíduos (NBR 10007).

As amostras, dos diferentes pontos, foram coletadas no mesmo dia.

Foram efetuadas cinco amostras compostas de cada ponto no período de um ano, totalizando 20 amostras.

Todas as análises foram efetuadas em triplicata.

4.2. Pesquisa de Dados

Para efetuar a pesquisa dos dados com os quatro hospitais já definidos, em um total de 36 hospitais na cidade de Porto Alegre, foi distribuído um formulário, como o apresentado no Quadro 2, que foi elaborado pela autora do trabalho em parceria com a Bióloga Lena Mazzotti, do PPGEM/UFRGS.

Quadro 2 – Quadro elaborado para caracterizar os hospitais amostrados

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.	6.1 - Turnos de trabalho:
	6.2 – Funcionários:
	6.3 – Estagiários:

	6.4 – Leitos:		
7.	Serviços terceirizados: (I) = Interno (E) = Externo		
	<input type="checkbox"/> Lavanderia	<input type="checkbox"/> Cozinha	<input type="checkbox"/> Bar
	<input type="checkbox"/> Limpeza	<input type="checkbox"/> Laboratório	<input type="checkbox"/> Serv. de radiologia
	<input type="checkbox"/> Farmácia	<input type="checkbox"/> Manutenção	<input type="checkbox"/> Outros
8.	Convênios:		
	<input type="checkbox"/> SUS	<input type="checkbox"/> ABB	<input type="checkbox"/> BRADESCO
	<input type="checkbox"/> UNIMED	<input type="checkbox"/> IPE	<input type="checkbox"/> GOLDEN CROSS
	<input type="checkbox"/> Outros		
9.	Setores: média de atendimentos por dia		
	<input type="checkbox"/> Serv. de enfermagem	<input type="checkbox"/> Serv. de emergência	<input type="checkbox"/> Serv. de controle de infecção
	<input type="checkbox"/> Serv. de radiologia	<input type="checkbox"/> Serv. limpeza	<input type="checkbox"/> Outros
10.	Quantidade de salas do Centro Cirúrgico:	Média atendimentos/dia:	
11.	Fontes de abastecimento de água:		
	<input type="checkbox"/> Rede pública	<input type="checkbox"/> Poço artesiano	<input type="checkbox"/> Outros
12.	Volume de água consumido:		
13.	Material da Tubulação:		
14.	Localização dos pontos de emissão:		
15.	Corpo receptor de efluente:		
16.	Há caracterização do efluente: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
	16.1 – Quando:		
	16.2 – Parâmetros analisados:		
17.	Há tratamento do efluente: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
	17.1 – 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:		

4.3. Parâmetros Analisados

Os parâmetros analisados nas amostras coletadas são os previstos na Portaria SSMA nº 05/89 e Resolução CONAMA nº 357/05, para efluentes, Quadro 3.

Quadro 3 – Parâmetros e metodologias utilizadas nas análises dos efluentes hospitalares amostrados

Parâmetros analisados	Metodologias
Alumínio	Absorção Atômica
Arsênio	Absorção Atômica
Bário	Absorção Atômica
Boro	Absorção Atômica
Cádmio	Absorção Atômica
Chumbo	Absorção Atômica
Cianeto	Íon seletivo
Cobalto	Absorção Atômica
Cobre	Absorção Atômica
Cor	Colorímetro
Cromo Hexavalente	Colorimetria
DBO 5	Método Winkler
DQO	Refluxo Aberto
Estanho	Absorção Atômica
Fenol	Cromatografia Gasosa
Ferro	Absorção Atômica
Fluoretos	Íon seletivo
Fósforo	Colorimetria
Lítio	Absorção Atômica
Manganês	Absorção Atômica
Mercúrio	Absorção Atômica
Molibdênio	Absorção Atômica
Níquel	Absorção Atômica
Nitrogênio total	Íon seletivo
Óleos e Graxas	Gravimetria

pH	pHmetro
Prata	Absorção Atômica
Selênio	Absorção Atômica
Sólidos sedimentáveis	Cone Inhoff
Sólidos Suspensos	Gravimetria
Sulfetos	Titulometria
Sulfitos	Colorímetro
Vanádio	Absorção Atômica
Zinco	Absorção Atômica

4.4. Organização, Tratamento de Dados e Comparação de Efluentes

Os dados obtidos nas etapas anteriores foram tabulados para registrar as seguintes informações:

- Concentração média dos parâmetros relacionados na saída no efluente,
- Vazão de descarte por unidade hospitalar amostrada,
- Dados de concentração de saída, vazão de descarte, número de leitos e especialidade do hospital amostrado,
- Carga diária de descarte dos parâmetros mais críticos,
- Comparação dos resultados obtidos com outros efluentes caracterizados e com os limites previstos na legislação.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos após a busca das coletas das informações nos hospitais que aceitaram colaborar com o projeto proposto, são apresentados a seguir.

No Tabela 1 estão os perfis dos hospitais amostrados.

Os formulários que foram distribuídos e preenchidos pelo pessoal autorizado dos hospitais são mostrados na Quadro 2.

Tabela 1 – Dados obtidos nas entrevistas de caracterização dos quatro hospitais amostrados

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Vazão aduzida média (m ³ /dia)	132	32	60	480
No. de leitos	133	95	200	1241
Serviços internos	Lavanderia, cozinha, laboratório, farmácia, serv. de radiologia	Laboratório, farmácia, serv. de radiologia, bar	Laboratório, farmácia, serv. de radiologia, bar	Lavanderia, cozinha, laboratório, farmácia, serv. de radiologia
Serviços terceirizados	Manutenção	Lavanderia	Lavanderia	N.I.
Convênios	SUS	SUS, ABB, BRADESCO, UNIMED, IPE, OUTROS	SUS, ABB, BRADESCO, UNIMED, IPE, OUTROS	SUS, ABB, BRADESCO, UNIMED, IPE, OUTROS
No. de atendimentos diários no centro cirúrgico	4	3	5	15
Fonte de abastecimento	Rede Pública	Rede Pública	Rede Pública	Rede Pública
Material da tubulação	PVC e aço galvanizado	PVC	PVC	PVC
Corpo receptor	Arroio Dilúvio	N.I.	N.I.	N.I.
Sistema de tratamento de efluente	Não Há	Não Há	Não Há	Não Há

Os limites definidos pela legislação vigente para demanda bioquímica de oxigênio (5 dias), demanda química de oxigênio e sólidos suspensos são estabelecidos de acordo com a vazão média descartada (Quadro 4).

São aplicáveis os limites de descarte apresentados no Quadro 4, para empreendimentos que já estavam em operação quando a Portaria Estadual SSMA nº 05/89 entrou em vigor. Para atividades novas há, no referido instrumento legal, outros valores atribuídos.

Quadro 4 - Concentrações para descarte de demanda bioquímica de oxigênio 5 dias, demanda química de oxigênio e sólidos suspensos, conforme Portaria SSMA nº05/89.

Vazão – m ³ /dia	Demanda Bioquímica de Oxigênio 5 mg/L	Demanda Bioquímica de Oxigênio mg/L	Sólidos Suspensos mg/L
Q < 20	≤ 200	≤ 450	≤ 200
20 ≤ Q ≤ 200	≤ 150	≤ 450	≤ 150
200 ≤ Q ≤ 1000	≤ 120	≤ 360	≤ 120
1000 ≤ Q ≤ 2000	≤ 80	≤ 240	≤ 80
2000 ≤ Q ≤ 10000	≤ 60	≤ 200	≤ 70
10000 ≤ Q	≤ 40	≤ 160	≤ 50

Para vazões superiores a 10.000 m³/dia, segundo a legislação vigente, compete ao Órgão Ambiental definir dos limites de descarte para estes parâmetros.

Os laudos de análises obtidos a partir das amostras coletadas nos hospitais que participaram deste trabalho estão parcialmente incluídos no anexo 3.

Foram tabulados todos os resultados das cinco amostras coletadas por ponto (hospital) estudado neste trabalho (anexo 4).

Com a tabulação dos dados foi possível calcular a concentração média de cada parâmetro analisado. As médias foram comparadas com o que consta na legislação pertinente, Tabela 2.

Tabela 2 – Média dos pontos analisados a partir das amostras coletadas nos hospitais e parâmetros legais estabelecidos

		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	(a)	(b)
pH		7,8	7,1	7,6	6,8	6 a 8,5	5 a 9
Cianetos	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,2	0,2
Cor	mg PtCo	10,6	8,5	11,2	12,6	N.I.	15(1)
Cromo Hexavalente	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,1	0,5
DBO 5	mg/L	181,2	371	311	474	Quadro 4	
DQO	mg/L	395,6	734,8	675,4	987	Quadro 4	
Fenol	µg/L	*	*	*	*	0,1	0,5
Fluoretos	mg/L	0,4	0,3	0,2	*	10	10
Fósforo Total	mg/L	3,8	4	16,7	21	1,0	
Nitrogênio Total	mg/L	67,8	70	78,5	77,2	10	20
Óleos e Graxas	mg/L	22,6	31,3	18,5	29,9	30	50
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	2,0	5,2	6	2,6	1	1
Sólidos Suspensos	mg/L	61,8	133,4	76	139,6	Quadro 4	
Sulfitos	mg/L	0,02	0,1	0,2	0,2		1
Sulfetos	mg/L	1,9	2,4	5	3,4	0,2	1
Alumínio	mg/L	0,5	1	0,4	2,7	10	
Arsênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,1	0,5
Bário	mg/L	*	*	*	2,7	5	5
Boro	mg/L	0,1	n.d.	n.d.	n.d.	5	5
Cádmio	mg/L	*	*	*	*	0,1	0,2
Chumbo	mg/L	*	*	*	*	0,5	0,5
Cobalto	mg/L	*	n.d.	*	*	0,5	
Cobre	mg/L	0,1	*	*	*	0,5	1,0
Estanho	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4	4
Ferro	mg/L	0,9	0,6	0,7	1,4	10	15
Lítio	mg/L	n.d.	n.d.	*	*	10	

Molibdênio	mg/L	n.d.	n.d.	*	n.d.	0,5	
Manganês	mg/L	*	*	*	*	2	1
Mercúrio	µg/L	*	*	*	*	0,01	0,01
Níquel	mg/L	*	*	*	*	1	2
Prata	mg/L	*	*	*	*	0,1	0,1
Selênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,05	0,05
Vanádio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1	
Zinco	mg/L	*	0,1	0,2	0,1	1	5

(*) – Valores desprezados por estarem muito abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente.

(a) – Portaria SSMA n° 5/89

(b) – Resolução CONAMA n° 357/05

(1) – Portaria do Ministério da Saúde n° 518/GM, Ministério da Saúde de 25 de março de 2004.

Os resultados médios encontrados foram comparados com os limites estabelecidos pela legislação para descarte.

Na Figura 2 estão representados os valores de pH encontrados nos 4 pontos relacionados com os limites, mínimos e máximos, para descarte.

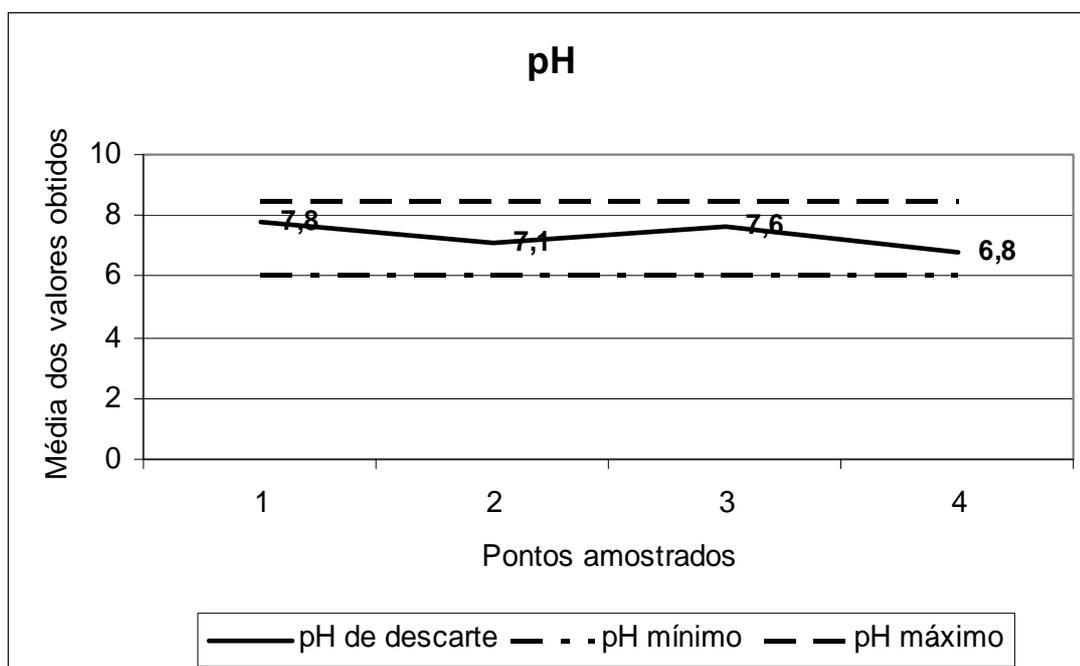


Figura 2 – Valor médio de pH nos diferentes pontos de amostragem.

Nas Figuras 3 a 10 são mostrados os resultados médios encontrados e comparados aos limites estabelecidos pela legislação para descarte.

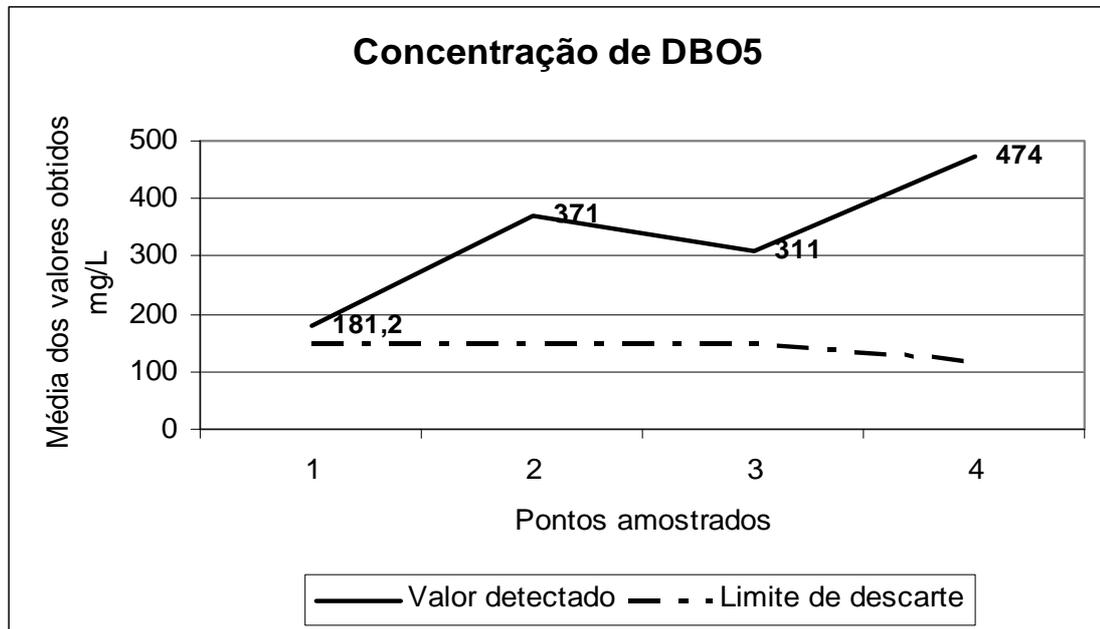


Figura 3 – Valores médios encontrados para DBO₅ nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

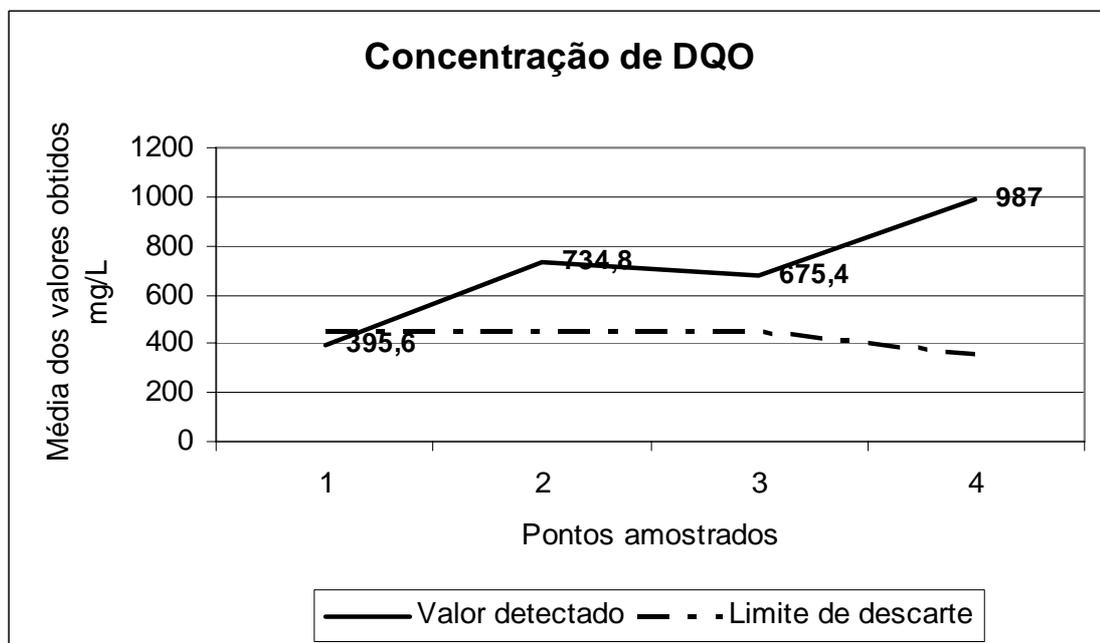


Figura 4 – Valores médios encontrados para DQO nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

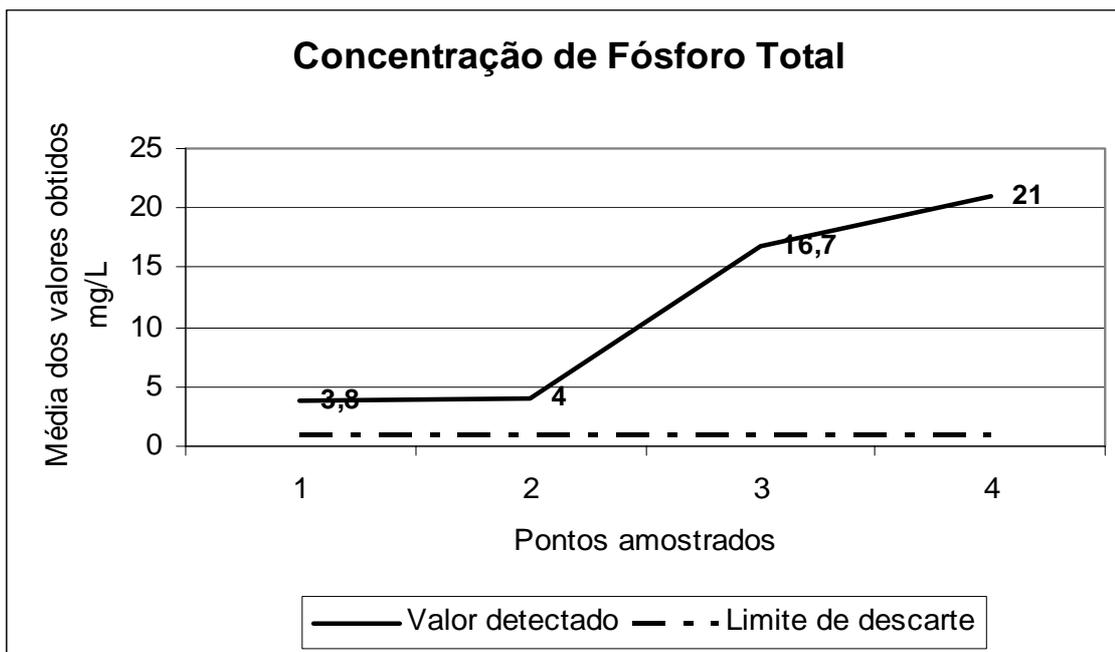


Figura 5 – Valores médios encontrados para Fósforo Total nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

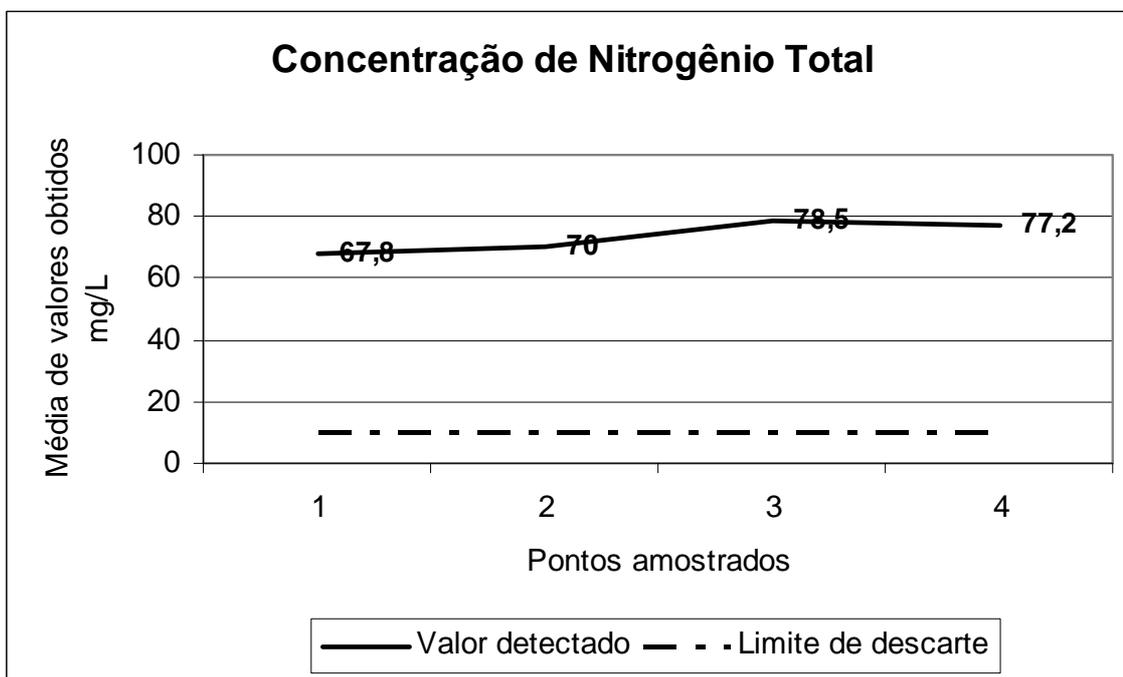


Figura 6 – Valores médios encontrados para Nitrogênio Total nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

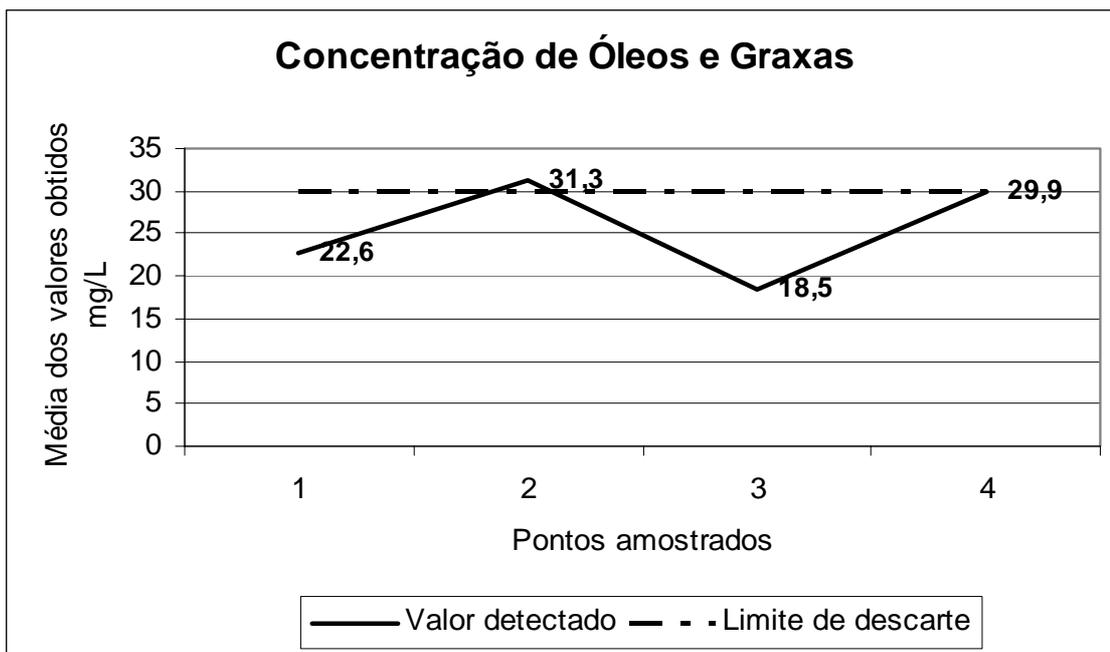


Figura 7 – Valores médios encontrados para Óleos e Graxas nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

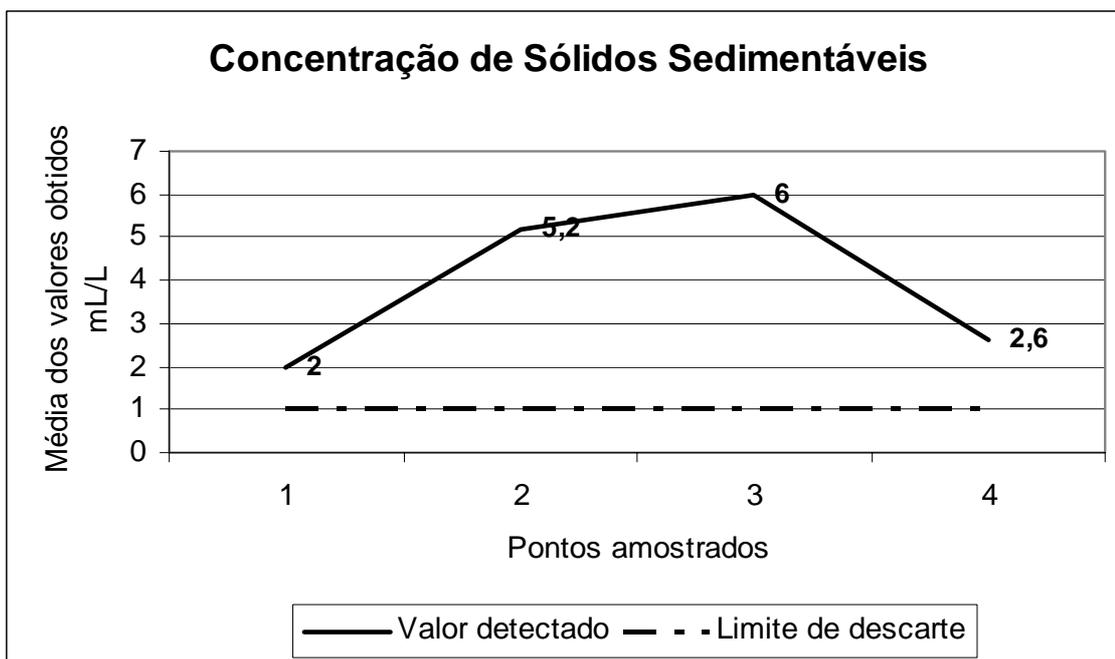


Figura 8 – Valores médios encontrados para Sólidos Sedimentáveis nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

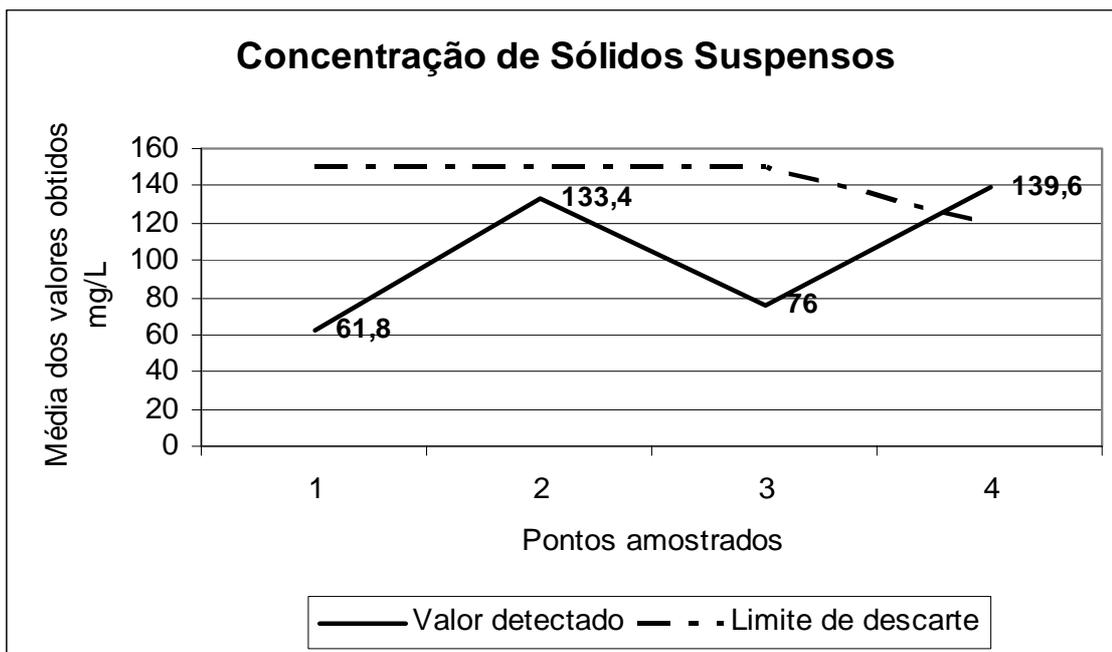


Figura 9 – Valores médios encontrados para Sólidos Suspensos nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

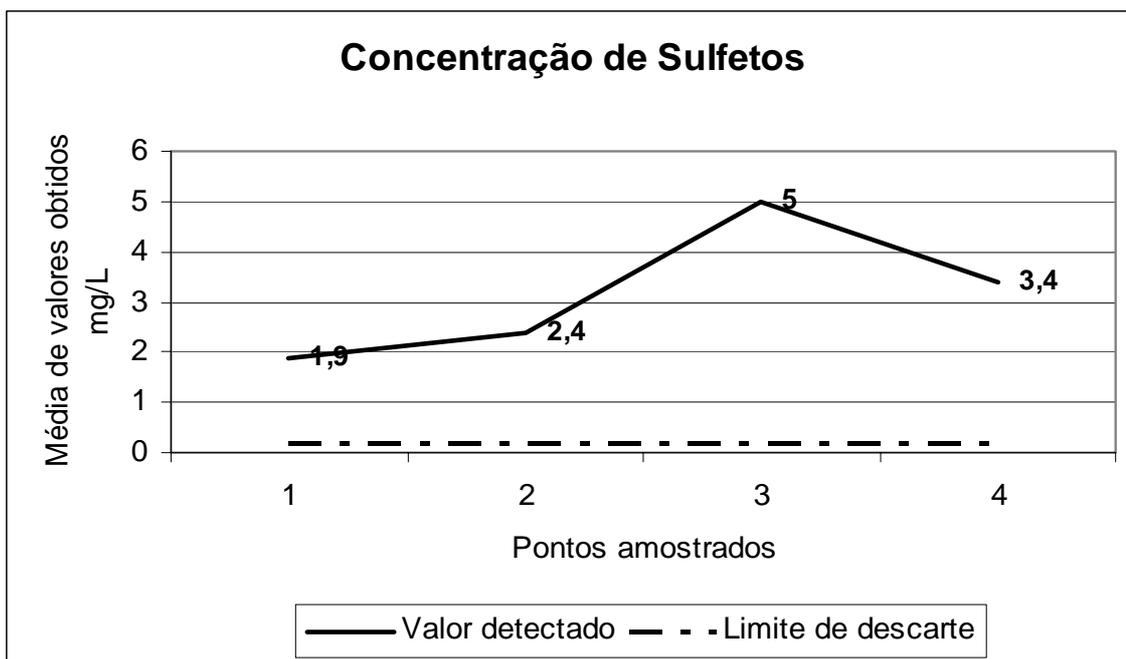


Figura 10 – Valores médios encontrados para Sulfetos nos efluentes dos hospitais amostrados comparados aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

Com os dados referentes às médias de descarte de cada efluente e suas respectivas vazões diárias descartadas é possível verificar a carga de cada elemento descartada diariamente, conforme Tabela 3:

$$[\text{Concentração (mg/L)} \times \text{Vazão (m}^3/\text{d)}] / 1000 = \text{Carga descartada (kg/d)} \quad (1)$$

Tabela 3 - Dados de carga das amostras coletadas nos hospitais e dos limites para descarte conforme legislação vigente – kg/dia

		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
pH		7,8		7,1		7,6		6,8	
		a	b	a	b	a	b	a	b
Amônia	kg/dia	1,5	0,7	0,3	0,2	0,6	0,3	4,5	2,4
Cor	kg/dia	1,4		0,3		0,7		6,0	
DBO 5	kg/dia	23,9	≤19,8	11,9	≤ 4,8	18,7	≤ 9	227,5	≤ 57,6
DQO	kg/dia	52,2	≤59,4	23,5	≤ 14,4	40,5	≤ 27	473,8	≤172,8
Fósforo Total	kg/dia	0,5	0,1	0,1	0	1,0	0	10,1	0,5
Nitrogênio Total	kg/dia	8,9	1,3	2,2	0,3	4,7	0,6	37	4,8
Óleos e Graxas	kg/dia	3,0	4,0	1,0	1,0	1,1	1,8	14,3	14,4
Sólidos Sedimentáveis	L/dia	0,3	0,1	0,2	0,03	0,4	0	1,2	0,5
Sólidos Suspensos	kg/dia	8,1	≤ 19,8	4,3	≤ 4,8	4,6	≤ 9	67,0	≤ 57,6
Sulfetos	kg/dia	0,2	0	0,1	0	0,3	0	1,6	0,1
Vazão	m ³ /dia	132		32		60		480	

(a) valores encontrados a partir da amostra

(b) valores encontrados a partir do limite estabelecido pela legislação

Ao fazer uso da equação n°1 podem ser encontradas as cargas lançadas aos cursos hídricos por cada um destes parâmetros no meio ambiente, como mostradas nas Figuras 11 a 18.

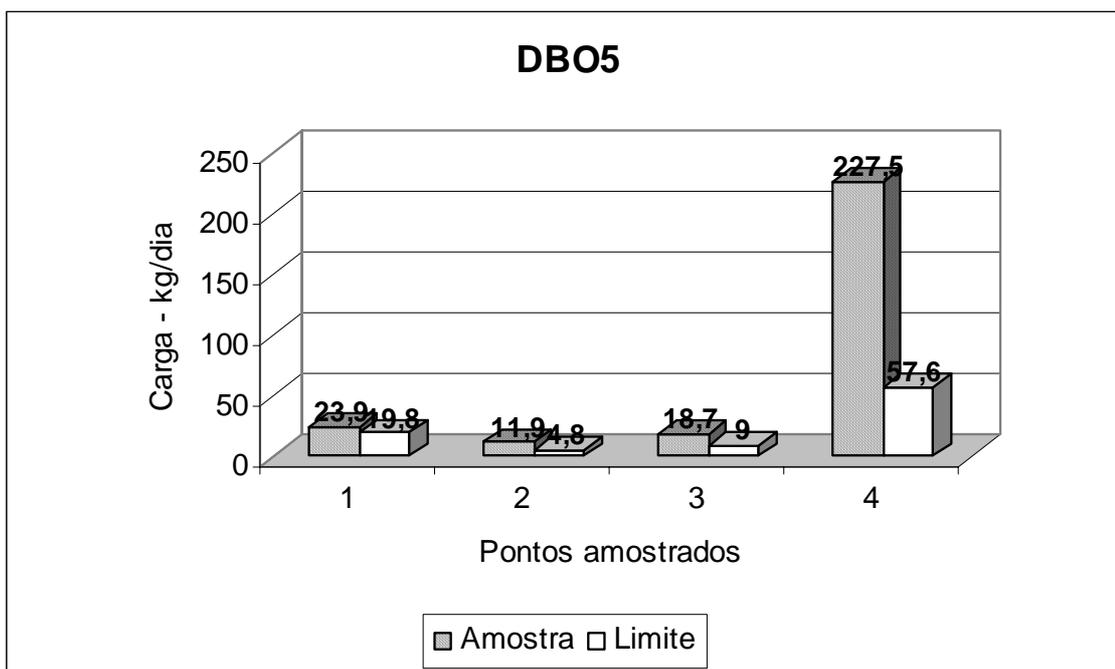


Figura 11 – Cargas de DBO₅ descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

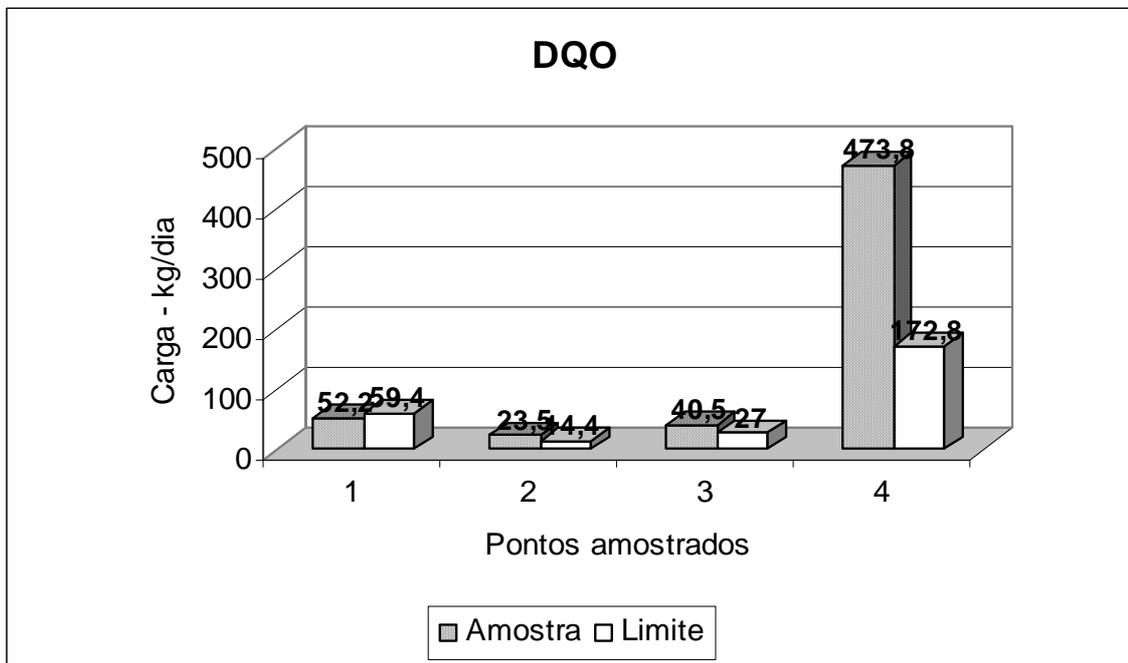


Figura 12 – Cargas de DQO descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

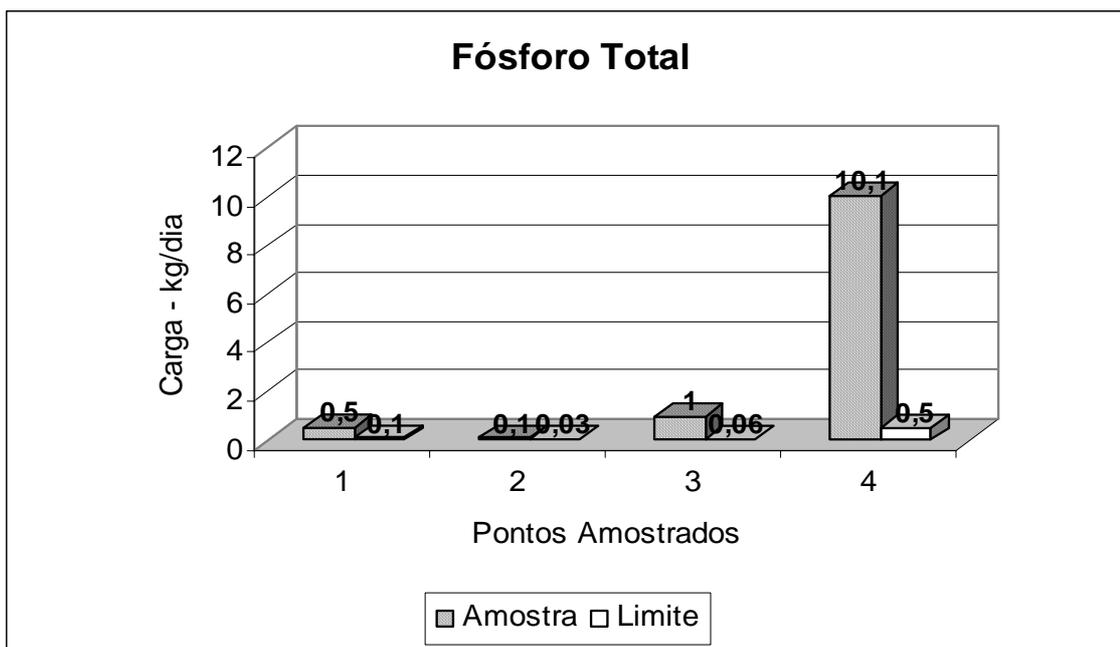


Figura 13 – Cargas de Fósforo Total descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

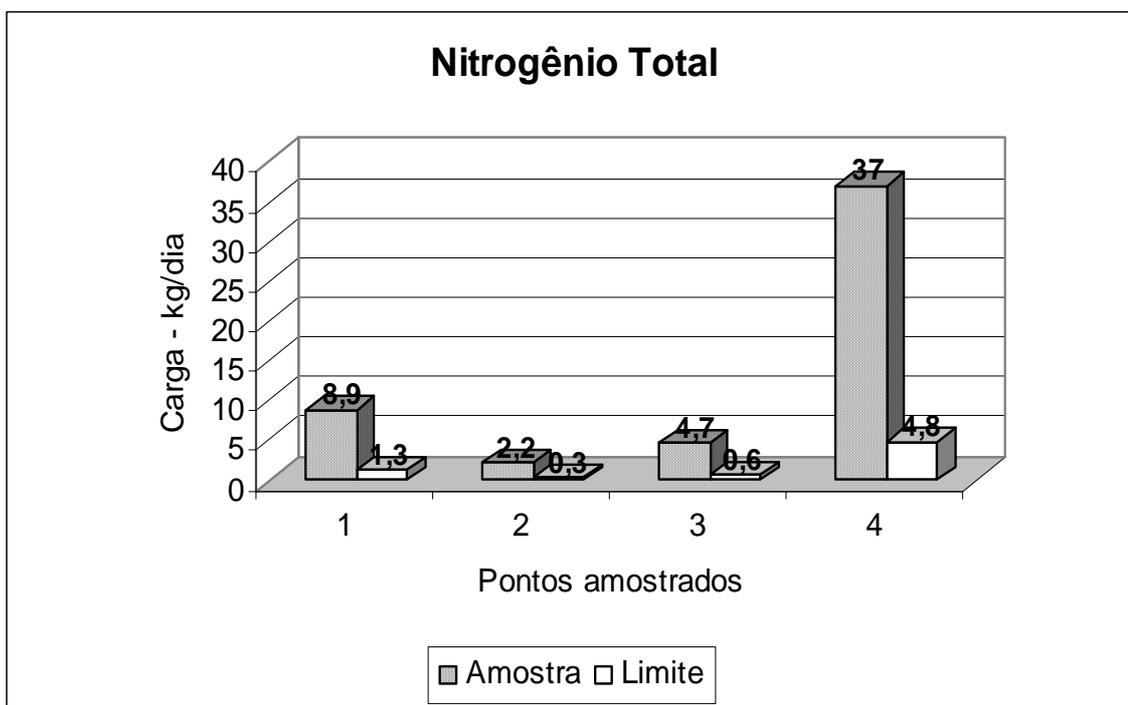


Figura 14 – Cargas de Nitrogênio Total descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

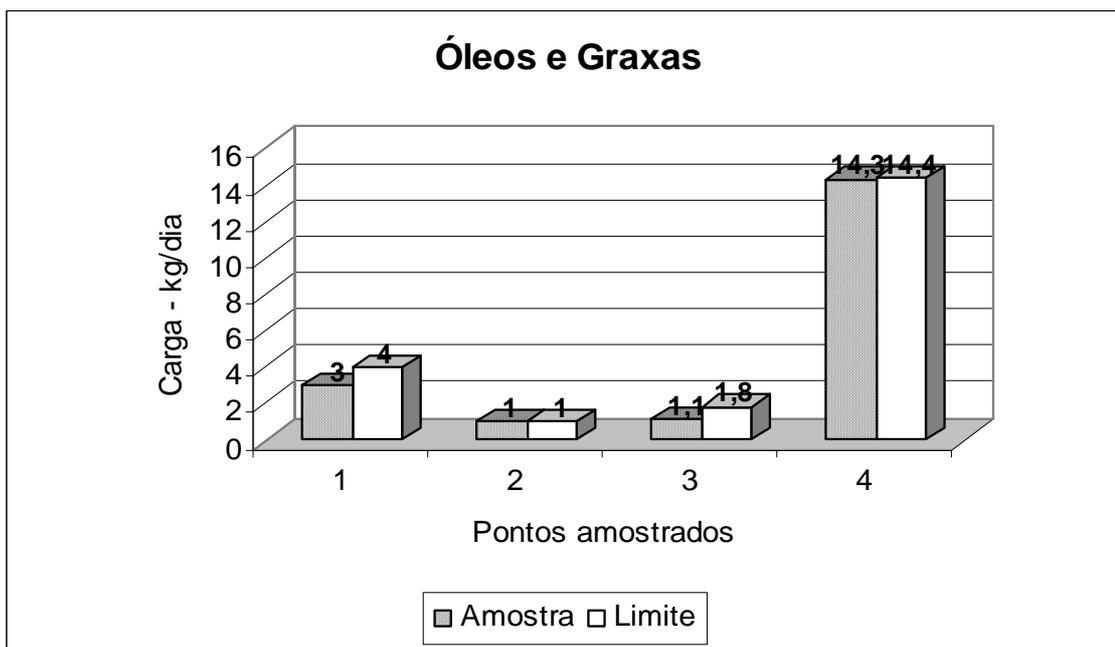


Figura 15 – Cargas de Óleos e Graxas descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

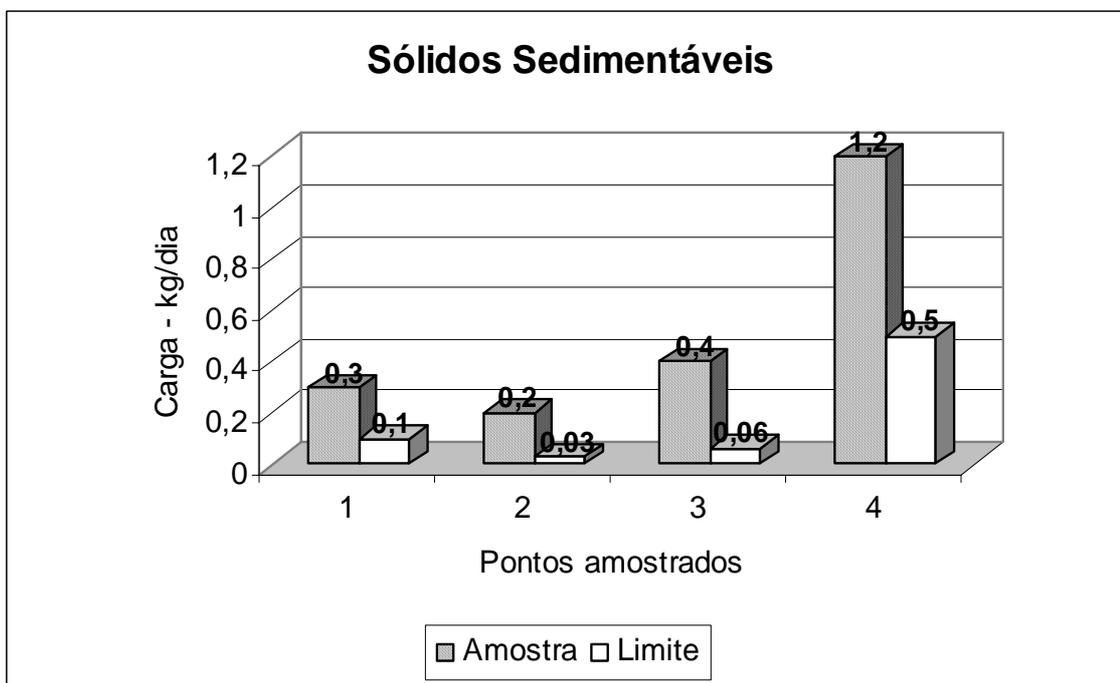


Figura 16 – Cargas de Sólidos Sedimentáveis descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

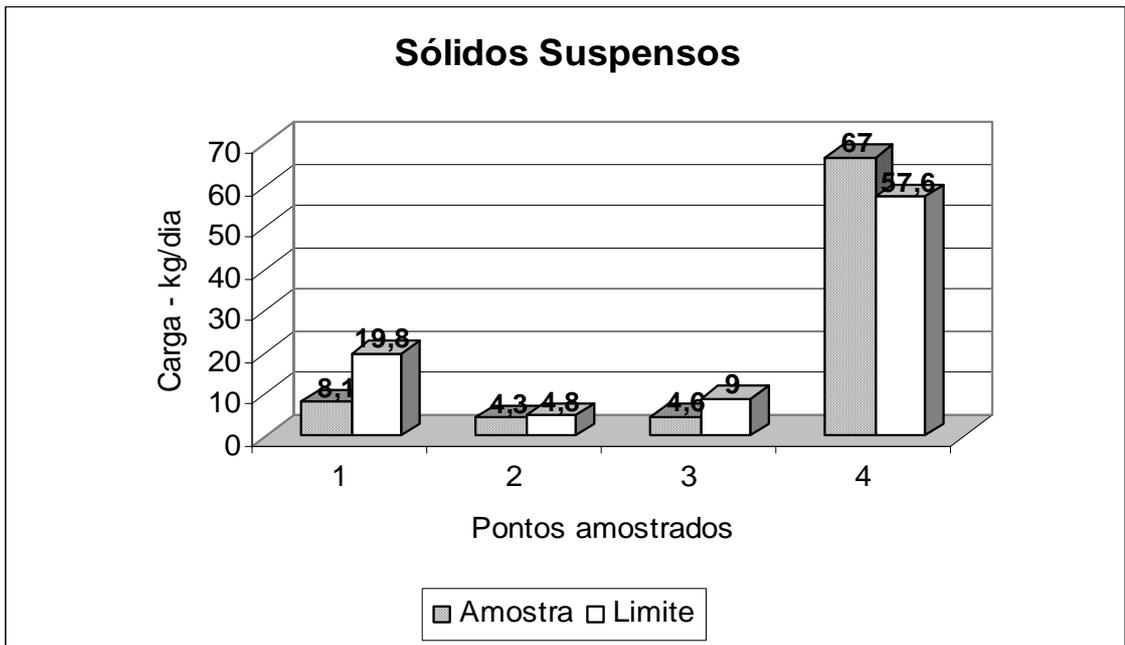


Figura 17 – Cargas de Sólidos Suspensos descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

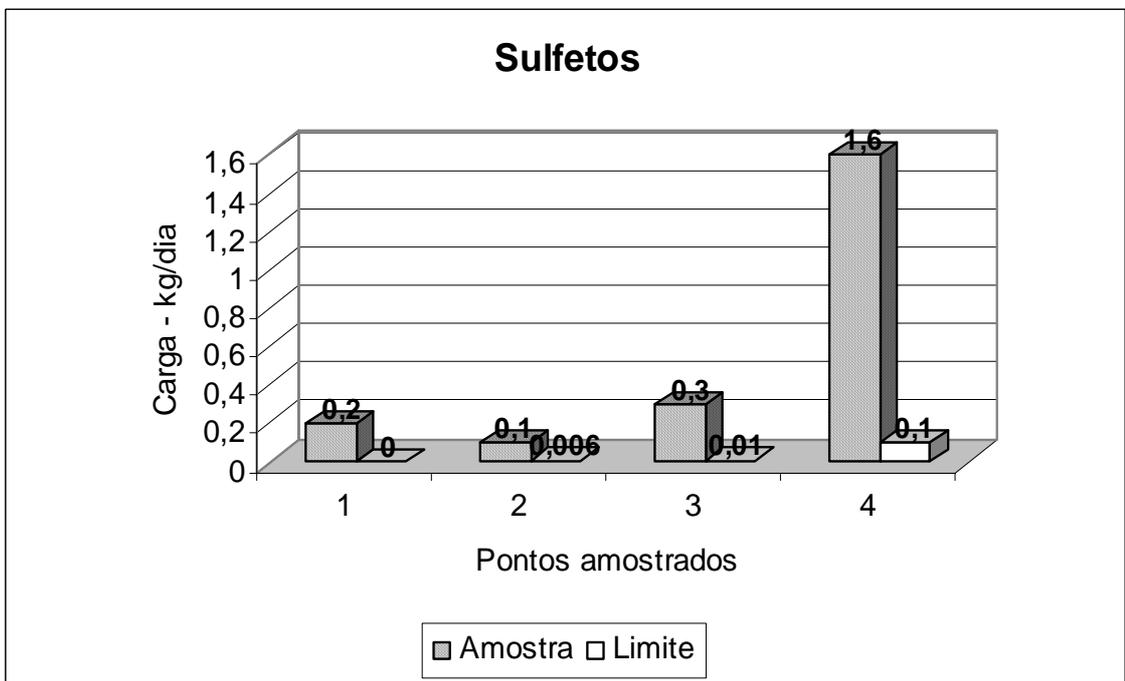


Figura 18 – Cargas de Sulfetos descartadas diariamente nos hospitais amostrados comparadas aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

6. DISCUSSÃO DOS DADOS

Os dados obtidos neste trabalho permitem uma avaliação do efluente descartado pelos serviços de saúde hospitalar. Considerando-se o intervalo de 8 horas de coleta, correspondente ao período de maior trânsito dos setores, tem-se um histórico de apenas 33% do efluente gerado diariamente.

As coletas foram efetuadas em diferentes períodos do ano abrangendo todas as diferenças climáticas possíveis. Como já era esperado não houve variação de concentrações nos parâmetros amostrados em função do clima.

Alguns pontos de coleta estavam lacrados, o que significa que há muito não fez-se nada à respeito.

Na tabulação dos dados, em relação ao perfil hospitalar, foram verificadas as diferentes vazões encontradas em cada empreendimento e é possível evidenciar a coerência desta informação com os dados relativos ao número de leitos disponíveis em cada segmento.

O efluente gerado pelos hospitais amostrados mostraram-se coerentes independentemente da presença ou não de lavanderia, o que, provavelmente, teria uma contribuição maior em termos de volume de efluente.

Embora não fosse este o resultado esperado, os pontos 1 e 4, que possuem serviço interno de lavanderia e cozinha, não apresentaram concentrações maiores que os pontos 2 e 3 para os parâmetros DQO, DBO₅ e fósforo total. Estes parâmetros, quando analisados nestes efluentes específicos, apresentam valores bastante elevados, embora não tenham sido analisados surfactantes.

As redes coletoras de esgoto, com exceção de parte da tubulação do ponto 1, são todas em PVC, não havendo arraste de metais oriundos de tubulação metálica nos pontos 2, 3 e 4. Pode-se inferir, então, que a concentração de ferro não é elevada, de acordo com os dados da Tabela 1.

O considerável volume de água aduzido diariamente nas 4 unidades é da rede pública, sendo que nenhuma delas apresenta tratamento de efluentes (nem mesmo preliminar) e apenas uma informou que o descarte é efetuado no arroio Dilúvio.

Conforme informações da Associação dos Hospitais do Rio Grande do Sul, 61% dos efluentes 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, pode colocar em risco a

operação de todo um sistema público de tratamento de efluente, em função da sobrecarga orgânica e da presença de substâncias potencialmente tóxicas (Silveira, 2004).

Os parâmetros: cianetos, cromo hexavalente, fenol, fluoretos, sulfitos, alumínio, arsênio, bário, boro, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, estanho, ferro, lítio, molibdênio, manganês, mercúrio, níquel, prata, selênio, vanádio e zinco apresentaram valores abaixo do limite de descarte, segundo Portaria SSMA nº 05/89 e Resolução CONAMA nº 357/05 (para sulfitos).

Os valores encontrados abaixo do limite de detecção foram desconsiderados uma vez que o objetivo não é verificar a existência destes, mas avaliar os parâmetros que estão acima do limite de descarte segundo legislação vigente.

Como na legislação específica para descarte de efluentes não há valores para cor, apenas sugere-se que esta não seja visível, caracterizando o efluente ótimo para o descarte aquele que é incolor, foi utilizado o padrão estabelecido pela Portaria nº 518 /GM do Ministério da Saúde, 25/03/2004, para que este parâmetro pudesse ser dimensionado, uma vez que o aspecto visual do efluente é importante. Verificou-se que, embora seja um fator de extrema importância, não apresentou variações significativas de concentração. Provavelmente pelo grande volume de água aduzido, haja uma diluição da cor do efluente deixando este muito próximo do ideal. Acredita-se que o mesmo fator seja aplicável para os valores obtidos de pH.

Ficou evidente, nas análises efetuadas, que o efluente hospitalar não apresentou metais pesados, o que facilita o tratamento deste uma vez que não são necessárias instalações para precipitação de metais.

Com as médias obtidas a partir dos laudos de análise, é possível verificar que os parâmetros críticos do efluente hospitalar são: DBO₅, DQO, fósforo total, nitrogênio total, óleos e graxos, sulfetos, sólidos sedimentáveis e suspensos.

Os resultados obtidos nas análises de DBO e DQO mostraram valores similares aos obtidos em um Centro Hospitalar de Buenos Aires (Paz et al, 2004); em contraste, os dados de sólidos suspensos e sedimentáveis foram menores, mas próximos aos valores obtidos para efluentes domésticos (Jordão, 1995).

Compostos orgânicos são normalmente constituídos de uma combinação de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio. Os principais grupos de substâncias orgânicas encontradas neste efluente parecem estar presentes: proteínas, carboidratos e gorduras. Além destes, o efluente hospitalar deve conter grande número de

diferentes moléculas orgânicas sintéticas cujas estruturas podem ser simples ou extremamente complexas.

Sólidos sedimentáveis são sólidos grosseiros em suspensão que podem ser retidos por decantação simples e que quando disposto nos leitos dos rios e lagos podem ser o principal formador dos bancos de lodo. Provavelmente um tratamento simplificado de decantação auxiliaria na remoção deste, amenizando desta forma o impacto gerado pelo descarte deste efluente.

O fósforo total nos esgotos sanitários aparece nos compostos orgânicos (proteínas) ou compostos minerais (polifosfatos e ortofosfatos) que se acredita provirem, principalmente, de despejos de detergentes sintéticos e produtos utilizados para a assepsia do local. Quando descartados em alta concentração nos leitos, junto com nitrogênio total, são nutrientes para microrganismos provocando a geração de algas que, em crescimento desordenado, retiram o oxigênio da água.

Nos despejos orgânicos, o nitrogênio total aparece combinado em compostos amoniacais, orgânicos, sais nítricos e sais nitrosos. Nos esgotos sanitários, normalmente é encontrado carbonato de amônia, resultado da hidrólise da uréia presente na urina. Os nitrogênios orgânicos são encontrados nas moléculas de proteínas ou de aminoácidos que ainda não foram assimiladas (Sperling, 1998).

Ao reduzir a amônia, presente na urina e em produtos domissanitários, o teor de nitrogênio total ainda apresentou-se alto, o que evidencia com isso a presença, neste efluente, de compostos ricos em nitrogênio. Há também o processo de desnitrificação (amônia-nitrato-nitrogênio) efetuado por nitrobactérias provavelmente presentes no efluente hospitalar.

As altas concentrações de nitrogênio são causadoras de grandes problemas em leitos dos rios e lagos uma vez que este é nutriente para proliferação de algas (Sperling, 1998).

No caso de sulfetos pode-se dizer que são letais aos peixes nas concentrações de 1 a 6 mg/L. A maior parte dos sulfetos, sendo agentes fortemente redutores, podem ser responsabilizados por uma demanda imediata de oxigênio que vai diminuir o oxigênio dissolvido na água. A redução de oxigênio provoca um desequilíbrio uma vez que este é necessário para a respiração de microrganismos aeróbios que trabalham na oxidação bioquímica (DBO) e química (DQO) da matéria orgânica (Derizio, 2000).

De forma gráfica é possível verificar a contribuição, em termos de massa, carga em kg/dia, dos parâmetros analisados e fica evidente, nas Figuras 11 a 18, o grande volume de carga descartada diariamente pelos efluentes hospitalares.

Há, visto desta forma, uma total incoerência por parte das legislações estadual e federal, uma vez que é mais significativo conhecer a carga descartada diariamente do que a concentração desta, porque o leito que receberá a demanda tem uma carga limite que pode ser depurada e não uma concentração máxima a receber.

As Figuras 3, 4, 11 e 12 esclarecem que embora o ponto 3 tenha sua concentração menor que o ponto 2, para os limites de DBO₅ e DQO, este lança uma carga maior, em função da alta vazão em relação ao 2.

Para os parâmetros de sólidos sedimentáveis e sulfetos, quando verificadas as concentrações, os pontos que apresentam valores muito maiores que o limite legal são pontos 2 e 3 com vazões menores que o ponto 4. Quando feita a conversão para carga, em kg/dia, novamente é este que provoca o maior impacto é o ponto 4 devido a sua vazão.

O teor de óleos e graxas no ponto 2 apresenta-se acima do limite de descarte, o que não era esperado uma vez que este ponto, como o 3, não apresentam cozinha/refeitório este parâmetro é basicamente oriundo de alimentos.

É significativo o volume de água aduzido (Tabela 1) e, conseqüentemente descartado, diariamente nas unidades de serviço de saúde pesquisadas. Para idealizar um tratamento eficiente seria necessário, inicialmente, um bom gerenciamento do sistema de adução destes empreendimentos.

É importante ressaltar que muitos medicamentos apresentam em sua formulação originais constituintes que inibem ou provocam o aparecimento dos parâmetros analisados. Alguns parâmetros podem estar presentes nestas formulações. Isto, além dos produtos químicos utilizados para limpeza, são fatores importantes que podem interferir na caracterização deste efluente.

Neste caso seria interessante amostrar individualmente cada ponto de geração (laboratório de análises, refeitório, lavanderia, sanitários e centros cirúrgicos) e avaliar a contribuição de cada um deles.

7. CONCLUSÕES

- O efluente hospitalar possui as mesmas características que o efluente sanitário doméstico, para os parâmetros físico-químicos analisados, podendo ser tratado como o mesmo;
- As legislações em vigor, federal e estadual, podem ser aplicadas no monitoramento deste tipo de efluente;
- Por se tratar de uma fonte geradora de grande potencial poluidor, os hospitais devem ser enquadrados na legislação aplicável a estabelecimentos que geram impacto ambiental negativo;
- Os hospitais amostrados não conhecem seus efluentes, tampouco tem idéia do significativo volume de água aduzido;
- Nos descartes de efluentes, independentemente de sua origem, deve-se controlar a carga descartada diariamente e não a concentração desta;
- DBO₅, DQO, fósforo total, nitrogênio total, óleos e graxas, sulfetos, sólidos suspensos e sedimentáveis fôramos parâmetros que apresentaram resultados acima dos limites estabelecidos ela legislação vigente.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Há muito a ser analisado e discutido sobre o tema abordado neste trabalho.

Pautas interessantes seriam:

- Analisar parâmetros microbiológicos para verificar a influência destes nos dados físico-químicos;
- Verificar o sistema de adução de água avaliando, desta forma, o consumo real necessário;
- Caracterizar o efluente gerado nos laboratórios hospitalares, verificando a contribuição de poluentes complexos descartados por estes;
- Caracterizar a contribuição de cada ponto: laboratório de análises, refeitório, lavanderia, sanitários e centros cirúrgicos na composição do efluente hospitalar.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, P. B. *Direito Ambiental*. 5 ed. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2001.

AZEVEDO NETTO, J.M. e HESS, M.L., Cronologia do abastecimento de água (até 1970). In: Revista *Dae* v. 44, n. 137, p 106-111, jun/1984.

BARBIERI, J.C. *Desenvolvimento e Meio Ambiente – As Estratégias de Mudanças da Agenda Vinte Um*. 1 ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

BAUMGARTEN, M.G.Z. e POZZA, S.A. *Qualidade de Águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental*. 1 ed. Rio Grande: Editora da Furg, 2001.

CAVALCANTE, T.B.G. *Técnicas para o Controle Bacteriológico da Obra, São Paulo, monografia para o curso de especialização em tecnologias ambientais, da Faculdade de Tecnologia de São Paulo*, 1999, 41 p.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL, República Federativa do Brasil, 1988.

Decreto Estadual nº 30.527, de 30 de dezembro de 1981, CD LexAmbiental.

Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, CD LexAmbiental.

Decreto Federal nº 49.974-A, de 21 de janeiro de 1961, CD LexAmbiental.

Decreto Federal nº 78.171, de 2 de agosto de 1976, CD LexAmbiental.

Decreto Federal nº 79.367, de 9 de março de 1977, CD LexAmbiental.

Decreto Federal nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, CD LexAmbiental.

DERIZIO, J.C. *Introdução ao Controle de Poluição Ambiental*. 2 ed. São Paulo: Signus, 2000.

DREMONT, C.; HADJALI, J. *La gestion des effluents liquides em Milieu Hospitalier*.
Projet DESS "TBH", UTC, 1997, p. 30.

JORDÃO, E.P. e PESSOA, C.A. *Tratamento de Esgoto Doméstico*. 3 ed. Abes – Rj,
1995.

Lei Estadual nº 7.488, de 19 de janeiro de 1981, CD LexAmbiental.

Lei Estadual nº 10.099, de 7 de fevereiro de 1994, CD LexAmbiental.

Lei Estadual nº 11.520, de 3 de agosto de 2000, Código Estadual do Meio Ambiente,
CD LexAmbiental.

Lei Federal nº 2.312, de 3 de setembro de 1954, CD LexAmbiental.

Lei Federal nº 6.938, de 30 de agosto de 1981, CD LexAmbiental.

Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, CD LexAmbiental.

LEWIS A. *Água para o Mundo*, 1 ed. Rio de Janeiro: Record, 1965, 9-10 p.

MACHADO-HOMEM, J.C.M. *Les Effluents Hospitaliers*. Paris: Université Louis Pasteur.
PELCZAR Jr, Michael J. et. al. Traduzido por Sueli F. Yamada. *Microbiologia
Conceitos e Aplicações*. São Paulo: Makron Books, 1996.

MAGALHÃES, L.E. *A Questão Ambiental*. 1 ed. São Paulo: Vozes, 1994.

FUHRER, M.A. e M.E. *Resumo de Direito Constitucional*. 4 ed. São Paulo: Malheiros
Editores Ltda, 2002.

METCALF, L. e EDDY, H.P. *Tratamiento y depuración de las aguas residuales*. Tradução
de Wastewater Engineering: collection, treatment and disposal, Barcelona-Espanha:
Labor, 1977. 837 p.

MEZOMO, J.C. *Legislação Hospitalar*. 1ed. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1978.

NORMA, Técnica Brasileira, NBR 10007, Amostragem de Resíduos, 31/05/2004.

NUVOLARI, A. et al *Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. 1 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

PAZ, Marta e MUZIO, Humberto, *Águas Residuales de um Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina: Características químicas, biológicas y toxicológicas*, Higiene y Sanidad Ambiental, 4: 83-88, 2004.

Portaria Estadual nº 05, de 16 de março de 1989, CD LexAmbiental.

Portaria Federal nº 1469, de 29 de dezembro de 2000, Ministério da Saúde, CD LexAmbiental.

POLUIÇÃO. In: DICIONARIO Larousse Cultural – Dicionário da Língua Portuguesa. 3 ed. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, CD LexAmbiental.

Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005, CD LexAmbiental.

SAWYER, C.N. e McCARTY, P.L. *Chemistry for environmental engineering*. 3 ed. Cingapura: McGraw Hill, 1978, 532p.

SEOÁNEZ CALVO, Mariano (Org.). *Ingeniería del medio ambiente, aplicada al medio natural continental*. 2ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1999.

SILVEIRA, I.C. T *Cloro e Ozônio aplicados à desinfecção de efluente hospitalar tratado em contadores biológicos rotatórios, com avaliação de efeitos tóxicos em Daphia Similis*. 2004; 173 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – UFRGS, Porto Alegre, 2004.

TUCCI, C.E. M (Org.). *Hidrologia Ciência e Aplicação*. 2ª ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 1993.

VALLE, C. E. *Qualidade Ambiental – O Desafio de ser competitivo protegendo ao meio ambiente*. 1 ed. São Paulo: Livraria Pioneira, 1996.

VON SPERLING, Marcos. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*. Vol.1-Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos, 2ed. Belo Horizonte, DESA - Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

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

10. ANEXO



Foto 1- Ponto 1: 1° saída de descarte



Foto 2- Ponto 1: 2° saída de descarte



Foto 3 - Ponto 1: 3° saída de descarte;



Foto 4 - Ponto 2: hospital com saída única;



Foto 5 - Ponto 3: hospital com saída única;



Foto 6 - Ponto 4: hospital com saída única.

Resultados dos laudos de análise dos efluentes coletados no ponto 1

Data de coleta		14/06	30/10	29/01	09/04	30/07	Média
LAUDO N°		A1178/02	A2508/02	A253/03	A1139/03	A2574/03	
pH		7,9	6,2	8,1	8,5	8,2	7,8
Amônia	mg/L	1,1	2,4	12,2	35,6	5,1	11,3
Cianetos	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cor		10	8	11	15	9	10,6
Cromo Hexavalente	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DBO 5	mg/L	101	303	187	188	127	181,2
DQO	mg/L	303	757	311	325	282	395,6
Fenol	µg/L	n.d.	*	*	*	*	*
Fluoretos	mg/L	0,11	1,1	0,6	0,1	*	0,4
Fósforo Total	mg/L	2,6	2,9	3,6	4,4	5,3	3,8
Nitrogênio Total	mg/L	70	44,8	72,8	78,4	72,8	67,8
Óleos e Graxas	mg/L	34,2	14	13	33,4	18,4	22,6
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	1,5	3	1,5	2	2,0	2,0
Sólidos Suspensos	mg/L	79	98	51	25	56	61,8
Sulfitos	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,1	0,02
Sulfetos	mg/L	2,6	2,0	1,7	1,30	1,7	1,9
Alumínio	mg/L	1,2	0,1	0,1	0,8	0,1	0,5
Arsênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bário	mg/L	n.d.	*	*	*	n.d.	*
Boro	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	0,7	n.d.	0,1
Cádmio	mg/L	n.d.	*	*	*	*	*
Chumbo	mg/L	*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	*
Cobalto	mg/L	n.d.	*	*	*	*	*
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Estanho	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ferro	mg/L	1,6	0,5	0,6	0,9	0,7	0,9
Lítio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Molibdênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Manganês	mg/L	*	*	*	*	*	*
Mercúrio	µg/L	n.d.	*	*	*	*	*
Níquel	mg/L	n.d.	*	n.d.	*	*	*
Prata	mg/L	n.d.	0,010	n.d.	0,01	n.d.	*
Selênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vanádio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zinco	mg/L	n.d.	*	*	0,1	*	*

n.d – não detectado

* valor encontrado abaixo do limite de detecção

Resultados dos laudos de análise dos efluentes coletados no ponto 2

Data de coleta		14/06	30/10	29/01	09/04	30/07	Média
LAUDO N°		A1179/02	A2509/02	A254/03	A1140/03	A2575/03	
pH		7,3	7,3	6,5	7,2	7,2	7,1
Amônia	mg/L	1,1	2,1	14,9	20,8	4,4	8,7
Cianetos	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cor		4,5	6,0	13	10,0	9	8,5
Cromo Hexavalente	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DBO 5	mg/L	354	412	280	229	580	371
DQO	mg/L	681	953	461	513	1.066	734,8
Fenol	µg/L	n.d.	*	*	*	*	*
Fluoretos	mg/L	0,3	0,2	0,2	0,5	0,1	0,3
Fósforo Total	mg/L	4,8	3,9	3,6	3,2	4,3	4
Nitrogênio Total	mg/L	64,4	67,2	78,4	72,8	65,5	70
Óleos e Graxas	mg/L	63,6	20,2	5,9	48,8	17,8	31,3
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	2,0	6,0	5,0	4,0	9,0	5,2
Sólidos Suspensos	mg/L	123	141	131	55	217	133,4
Sulfitos	mg/L	n.d.	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Sulfetos	mg/L	2,2	3,6	3,0	2,0	1,2	2,4
Alumínio	mg/L	0,7	0,2	2,4	0,7	0,8	1
Arsênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bário	mg/L	*	*	*	*	*	*
Boro	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cádmio	mg/L	n.d.	*	*	*	n.d.	*
Chumbo	mg/L	*	n.d.	n.d.	*	n.d.	*
Cobalto	mg/L	n.d.	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cobre	mg/L	*	*	*	*	*	*
Estanho	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ferro	mg/L	0,5	0,3	1,8	0,3	0,1	0,6
Lítio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Molibdênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Manganês	mg/L	*	*	*	*	*	*
Mercúrio	µg/L	n.d.	*	*	*	n.d.	*
Níquel	mg/L	n.d.	*	*	n.d.	*	*
Prata	mg/L	n.d.	n.d.	0,01	0,01	n.d.	*
Selênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vanádio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zinco	mg/L	0,2	0,1	0,2	0,1	*	0,1

n.d – não detectado

* valor encontrado abaixo do limite de detecção

Resultados dos laudos de análise dos efluentes coletados no ponto 3

Data de coleta		14/06	30/10	29/01	09/04	30/07	Média
LAUDO N°		A1180/02	A2510/02	A255/03	A1141/03	A2576/03	
pH		8,5	7,2	6,9	7,9	7,5	7,6
Amônia	mg/L	1,2	1,9	17,6	21,2	7,0	9,8
Cianetos	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cor		16	8,0	10	15,0	7,0	11,2
Cromo Hexavalente	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DBO 5	mg/L	149	223	519	376	288	311
DQO	mg/L	302	582	1070	822	601	675,4
Fenol	µg/L	*	*	*	*	*	*
Fluoretos	mg/L	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Fósforo Total	mg/L	2,2	4,3	61,6	10,4	5	16,7
Nitrogênio Total	mg/L	81,2	72,8	61,6	89,6	87,4	78,5
Óleos e Graxas	mg/L	33,0	20,6	12,9	4,6	21,2	18,5
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	7,0	9	2,5	3,5	8,0	6
Sólidos Suspensos	mg/L	126	59,0	91	46	58	76
Sulfitos	mg/L	*	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2
Sulfetos	mg/L	7,0	5,6	4,8	4,0	3,6	5
Alumínio	mg/L	0,3	0,2	0,2	0,5	0,8	0,4
Arsênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bário	mg/L	*	*	*	*	*	*
Boro	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cádmio	mg/L	n.d.	*	n.d.	*	*	*
Chumbo	mg/L	*	n.d.	n.d.	*	n.d.	*
Cobalto	mg/L	n.d.	*	*	n.d.	*	*
Cobre	mg/L	*	*	*	*	*	*
Estanho	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ferro	mg/L	0,7	0,4	0,5	0,9	0,9	0,7
Lítio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	*	n.d.	*
Molibdênio	mg/L	n.d.	n.d.	*	n.d.	n.d.	*
Manganês	mg/L	*	*	*	*	*	*
Mercúrio	µg/L	*	*	*	*	*	*
Níquel	mg/L	n.d.	*	*	n.d.	*	*
Prata	mg/L	n.d.	n.d.	0,01	0,02	n.d.	*
Selênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vanádio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zinco	mg/L	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2

n.d – não detectado

* valor encontrado abaixo do limite de detecção

Resultados dos laudos de análise dos efluentes coletados no ponto 4

Data de coleta		14/06	30/10	29/01	09/04	30/07	Média
LAUDO N°		A1182/02	A2511/02	A256/03	A1142/03	A2577/03	
pH		6,4	6,7	6,6	7,3	6,9	6,8
Amônia	mg/L	2,1	3,8	15,9	21,0	4,0	9,4
Cianetos	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cor		11	7,0	16	20,0	9	12,6
Cromo Hexavalente	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DBO 5	mg/L	994	399	66	297	613	474
DQO	mg/L	1.861	906	125	676	1.365	987
Fenol	µg/L	*	*	*	*	*	*
Fluoretos	mg/L	n.d.	*	0,1	0,2	*	*
Fósforo Total	mg/L	2,8	4,1	89,6	3,5	4,7	21
Nitrogênio Total	mg/L	78,4	84,0	89,6	61,6	72,2	77,2
Óleos e Graxas	mg/L	91,8	21,6	7,8	7,8	20,2	29,9
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	1,5	3,5	2,0	3,0	3,0	2,6
Sólidos Suspensos	mg/L	125	225,0	90	118	140	139,6
Sulfitos	mg/L	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2
Sulfetos	mg/L	2,8	6,4	4,6	1,8	1,4	3,4
Alumínio	mg/L	0,7	0,3	0,8	10,9	0,6	2,7
Arsênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bário	mg/L	0,1	9,90	2,9	0,3	0,2	2,7
Boro	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cádmio	mg/L	n.d.	*	*	*	n.d.	*
Chumbo	mg/L	*	n.d.	n.d.	*	n.d.	*
Cobalto	mg/L	n.d.	*	*	n.d.	*	*
Cobre	mg/L	*	*	*	*	*	*
Estanho	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ferro	mg/L	0,5	0,4	1	4,6	0,4	1,4
Lítio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	*	n.d.	*
Molibdênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Manganês	mg/L	*	*	*	*	*	*
Mercúrio	µg/L	n.d.	*	*	*	*	*
Níquel	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	*	*	*
Prata	mg/L	0,016	n.d.	0,01	0,03	*	*
Selênio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vanádio	mg/L	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zinco	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1

n.d – não detectado

* valor encontrado abaixo do limite de detecção