

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE EFLUENTES DE SERVIÇOS
DE SAÚDE, GERADOS NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO REGIONAL
DE MARINGÁ (HUM)**

ELENICE TAVARES ABREU
Mestre em Engenharia Química, UEM,
1998

Orientadora: Dr^a. Célia Regina Granhen
Tavares

Tese de Doutorado apresentada ao Curso
de Pós-Graduação em Engenharia Química
da Universidade Estadual de Maringá,
como parte dos requisitos necessários à
obtenção do Grau de Doutor em
Engenharia Química, área de
Desenvolvimento de Processos.

Maringá – PR – Brasil
23 de Julho de 2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

A162p Abreu, Elenice Tavares
Proposta de gerenciamento de efluentes de serviços de saúde, gerados no Hospital Universitário Regional de Maringá / Elenice Tavares Abreu. -- Maringá, 2008. 180 f. : figs., tabs.

Bibliografia : [140]-144.

Orientador : Prof^a. Dr^a. Célia Regina Granhen Tavares.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2008.

1. Efluente hospitalar - Caracterização. 2. Efluente hospitalar - Tratamento. 3. Efluente hospitalar - Resistência bacteriológica - . 4. Antibióticos - Resistência bacteriológica - Efluente hospitalar. 5. Resistência bacteriológica - Águas residuárias - Hospitais. I. Tavares, Célia Regina Granhen, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. III. Título.

CDD 21.ed. 628.43

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
AMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

Esta é a versão final da Tese de Doutorado apresentada por Elenice
perante a Comissão Julgadora do Curso de Doutorado em Engenharia
de julho de 2008.

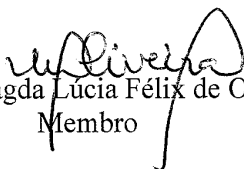
COMISSÃO JULGADORA



Prof^a Dr^a Célia Regina Granhen Tavares
Orientadora



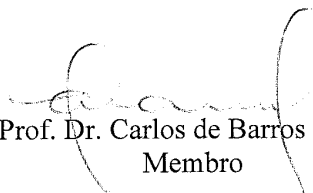
Prof^a Dr^a Denize Dias de Carvalho
Membro



Prof^a Dr^a Magda Lúcia Félix de Oliveira
Membro



Prof^a Dr^a Cláudia Telles Benatti
Membro



Prof. Dr. Carlos de Barros Junior
Membro

ABREU, ELENICE TAVARES

Proposta de gerenciamento de efluentes
de serviços de saúde, gerados no hospital
universitário regional de Maringá (HUM)
[Paraná] 2007

Tese – Universidade Estadual de Maringá – PEQ.

1. Efluente Hospitalar
2. Caracterização
3. Gerenciamento
4. Resistência bacteriológica
5. Processo foto-Fenton

I. PEQ/UEM II. Título (série)

*À minha família, e em especial aos meus
pais Enir Gonçalves de Abreu e Maria
Aparecida Tavares Abreu*

A percepção de que poderia ter sido melhor, me conscientiza do quanto aprendi.

AGRADECIMENTOS

À Deus pai-mãe;

À minha orientadora, Prof. Dra Célia Regina Granhen Tavares, pela sua confiança, respeito, apoio, amizade, disponibilidade e dedicação durante a realização deste trabalho;

Aos alunos de iniciação científica Angelo Calleari, João Adelmo e Thiago Lopes, por toda dedicação e colaboração no desenvolvimento experimental;

Ao Professor Celso Nakamura do Departamento de Análises Clínicas, que nos deu suporte para a realização das análises bacteriológicas;

Ao Departamento de Engenharia Química e a seus funcionários, pelo apoio e a oportunidade de execução deste trabalho. Minha gratidão especial para o auxiliar de laboratório Luiz, aos técnicos da oficina, Fernando e Guerra e à Engenheira Aline, pelo especial apoio.

Ao grupo Gestor de resíduos e aos funcionários do HUM, por todo apoio e colaboração no desenvolvimento deste trabalho, em especial ao Valmir, Miriam e Zenilda.

À todos os meus amigos que me deram incentivos e colaboraram de forma direta ou indireta com este trabalho. E um especial agradecimento à Zeza, Leila, Edmilson, Roselene, Cláudia e Alessandra.

À Comissão julgadora que, tão gentilmente, aceitou avaliar este trabalho.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE EFLUENTES DE SERVIÇOS DE SAÚDE,
GERADOS NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO REGIONAL DE MARINGÁ (HUM)

AUTOR: ELENICE TAVARES ABREU

ORIENTADORA: PROF^a CÉLIA REGINA GRANHEN TAVARES, D. Sc.

Tese de Doutorado; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química;
Universidade Estadual de Maringá; Av. Colombo, 5790, BL. E46 – 09; CEP: 87020-
900 – Maringá – PR,

RESUMO

A maior parte dos produtos químicos utilizados nos estabelecimentos de saúde é, via de regra, lançada nas redes coletoras de esgoto. A identificação dos pontos de geração de efluentes e sua caracterização possibilitaram avaliar o impacto que o lançamento destes pode causar ao ambiente e quais setores do hospital devem ser adequados, de acordo com o plano de gerenciamento de efluentes.

O objetivo geral deste trabalho foi a formulação de um plano de gerenciamento de efluentes de serviços de saúde, gerados no Hospital Universitário Regional de Maringá (HUM).

Os resultados da caracterização do consumo de medicamentos no hospital, demonstraram que uma expressiva quantidade de antimicrobianos foi consumida, apresentando-se como a maior quantidade de droga consumida no HUM.

Foram coletadas 20 amostras compostas de efluente do HUM, no ano de 2006 e mais 5 amostras compostas no ano de 2007. Durante as coletas foram feitas medidas de pH e temperatura. Destas amostras foram feitas análises bacteriológicas e físico-químicas tais como pH, Turbidez, cor aparente e real, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Total e Fenóis Totais

Na primeira fase foram identificadas 39 colônias nas amostras de efluentes coletadas e na segunda fase foram identificadas 29 colônias. As análises de identificação bacteriana, levaram a observar que a *Klebsiella pneumoniae* foi a espécie de bactéria presente em maior porcentagem nas amostras de efluente coletadas no HUM. A taxa de resistência das bactérias ao antibiótico gentamicina foi de 28% tanto na primeira, quanto na segunda fase de coletas. As bactérias apresentaram maior

sensibilidade ao antibiótico Meropenem, exercendo atividades de 97 e 100% sobre as bactérias identificadas.

Os resultados das análises físico-químicas mostraram que estes efluentes apresentaram em média Sólidos Totais na concentração de 888 mg/L, DQO de 974 mg/L O₂, concentração de Nitrogênio Total de 53 mg/L e concentrações médias de Fenóis Totais de 8,8 mg /L.

Considerando as informações obtidas sobre os efluentes gerados em função das atividades realizadas no hospital e sua caracterização, identificou-se a necessidade da implantação de um plano de gerenciamento dos efluentes, visando à minimização e segregação destes efluentes, tornando possível, assim, o seu futuro tratamento.

**PROPOSAL OF MANAGEMENT OF EFFLUENTS FROM HEALTH SERVICE,
GENERATED IN THE HOSPITAL UNIVERSITÁRIO REGIONAL DE
MARINGÁ (HUM)**

AUTHOR: ELENICE TAVARES ABREU

SUPERVISOR: PROF^a CÉLIA REGINA GRANHEN TAVARES, D.Sc.

Doctorate Thesis; Chemical Engineering Graduate Program, State University of Maringá; Av. Colombo, 5790, BL E46-09; CEP: 87020-900 – Maringá – PR, Brazil.

ABSTRACT

Most of the chemicals used in the health establishments are discharged in the sewage collection networks. The identification of the generation points of effluents and their characterization enabled the assessment of the impact that their discharge may cause to the environment and which hospital's sectors should be adjusted, according to the management plan of effluents.

The objective of this work was to formulate a plan for the management of health service effluents, generated in the Hospital Universitário Regional de Maringá (HUM).

The results of the characterization of medicines consumption in the hospital showed that a significant amount of antibiotic was used, presenting itself as the largest quantity of drugs used in HUM.

Twenty composed samples of the HUM effluent was collected in 2006 and five samples in 2007. During the collections, pH and temperature were measured. For these samples, bacteriological and physical-chemical analysis, such as pH, turbidity, apparent and real color, total solids, suspended solids, chemical oxygen demand (COD), total nitrogen and total phenols, were accomplished.

In the first and in the second phase, 39 and 29 colonies were identified, respectively, in the collected samples of effluents. The analysis of bacterial identification indicated that the *Klebsiella pneumoniae* was the bacterium species present in higher percentage in the effluent samples collected in HUM. The resistance rate of the bacteria to the antibiotic gentamicin was 28%, in both phases. The bacteria

presented greater sensitivity to the antibiotic Meropenem, which performed activities of 97 and 100% on the identified bacteria.

The results of the physical-chemical analysis showed that these effluents present average total solids concentration of 888 mg/L, Chemical Oxygen Demand of 974 mg/L O₂, Total Nitrogen concentration of 53 mg/L and average concentrations of Total Phenols of 8,8 mg /L.

Considering the information on the generated effluents, according to the hospital's activities, and their characterization, the need of implementation of a management plan of the effluents was identified, aiming the minimization and segregation of effluents, making possible their future treatment.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	18
CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	20
2.1.1. Legislação Européia referente a efluentes hospitalares	20
2.1.2 Legislação Brasileira referente a manejo de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)	22
2.2 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE E SUAS FONTES GERADORAS	24
2.3 GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL	25
2.4 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	28
2.5 ESTRATÉGIA CONCERNENTE À ELIMINAÇÃO DE EFLUENTES QUÍMICOS HOSPITALARES – CONDUTA PRÁTICA.	31
2.6 MINIMIZAÇÃO DOS EFLUENTES HOSPITALARES	34
2.7 - ORIGENS DOS EFLUENTES HOSPITALARES	36
2.7.1 - Rejeitos de natureza doméstica	36
2.7.2 - Efluentes de natureza específica ao hospital	36
2.7.2.1- Os efluentes comuns aos diferentes serviços de procedimentos de enfermagem	36
2.7.2.2- Rejeitos específicos à serviços de saúde	38
2.8 - RISCOS PRESENTES NOS EFLUENTES HOSPITALARES	40
2.8.1 - Risco de infecção	40
2.8.2 - Risco tóxico	42
2.8.3 - Risco radioativo	43
2.9 – EFEITOS DOS EFLUENTES HOSPITALARES NO AMBIENTE	43
2.10 – TRATAMENTOS DE EFLUENTES HOSPITALARES	47
2.11– PROCESSO FOTO-FENTON PARA TRATAMENTO DE FENÓIS TOTAIS	52
CAPÍTULO 3. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA	54
CAPÍTULO 4. MATERIAIS E MÉTODOS	55
4.1 - IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA HIERÁRQUICA	55
4.2 - QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS POTENCIALMENTE POLUIDORES	55
4.3 - DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES E IDENTIFICAÇÃO DOS	55

PONTOS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES	
4.4 - CARACTERÍSTICAS DO ESTABELECIMENTO EM FUNÇÃO DA GERAÇÃO DE EFLUENTES	56
4.5 - AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DOS EFLUENTES	56
4.5.1- Identificação dos pontos específicos de geração de efluentes	57
4.5.2- Caracterização dos efluentes identificados	57
4.5.3 - Amostragens	58
4.5.4 - Caracterização dos efluentes	59
4.5.4.1 - Caracterização físico-química	59
4.5.4.2 Caracterização microbiológica	64
4.6 - TRATAMENTOS DO EFLUENTE DO HUM	66
4.6.1 – Testes para avaliação do grau de desinfecção e de remoção de fenóis dos efluentes do HUM	66
4.6.2 – Teste preliminares para avaliação das condições dos tratamentos Fenton e Foto-fenton	69
4.6.3 - Sistema de tratamento Foto-fenton	69
4.7- PROPOSTA DO PLANO DE GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DO EFLUENTE DO HUM	70
CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
5.1 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA HIERÁRQUICA DO HUM	72
5.2-IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS POTENCIALMENTE POLUIDORES	75
5.2.1 – Substituição de soluções desinfetantes	81
5.2.2 - Uso racional de Medicamentos	81
5.3-DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS ESPECÍFICOS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES	83
5.4- CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA E ORGANIZACIONAL DO HUM	87
5.4.1- Identificação da estrutura física	87
5.4.2- Organização da estrutura por setores e seu mapeamento	90
5.4.3- Capacidade Operacional	92
5.4.3 1- Média Mensal de Atendimentos no HUM	93
5.5- DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE EFLUENTES NO HUM – QUANTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA	94
5.5.1- Avaliação da geração dos efluentes	94
5.5.1.1 - Avaliação prévia da geração total de efluentes em função do consumo de água.	94
5.5.1.2- Vazões de efluentes provenientes do Hemocentro /HUM	95
5.5.2- Avaliação da composição dos efluentes	96

5.5.2.1 Caracterização dos efluentes	96
5.6 – TRATAMENTOS DO EFLUENTE DO HUM	120
5.7 - PROPOSTA DO PLANO DE GERENCIAMENTO	133
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES	136
CAPÍTULO 7 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	139
CAPÍTULO 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
ANEXOS	145
ANEXO I. MODELO DE FICHA INDIVIDUAL DOS RISCOS TÓXICOS	145
ANEXO II. FICHAS INDIVIDUAIS DOS RISCOS TÓXICOS DE PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NO HUM	146
ANEXO III. ROTEIRO PARA COLETA DE DADOS SOBRE EFLUENTES DO HOSPITAL	151
ANEXO IV. TERMO DE CONSENTIMENTO	154
ANEXO V. DETERMINAÇÃO DE DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) POR MICRO MÉTODO	155
ANEXO VI. DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS, FIXOS E VOLÁTEIS – MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS	157
ANEXO VII. DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS	159
ANEXO VIII. DETERMINAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO	160
ANEXO IX LISTA DAS SOLUÇÕES DISTRIBUÍDAS AOS SETORES DE ATENDIMENTO DO HUM, PELA FARMÁCIA HOSPITALAR, NO PERÍODO DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2004	161
ANEXO X LISTA DAS SOLUÇÕES DISTRIBUÍDAS AOS SETORES DE ATENDIMENTO DO HUM, PELA FARMÁCIA HOSPITALAR, NO PERÍODO DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2005	162
ANEXO XI LISTA DE MATERIAIS SUSCETÍVEIS A DESCARTE NA REDE DE ESGOTO DO ANO DE 2004 – Almoxarifado HUM	163
ANEXO XI LISTA DE MATERIAIS SUSCETÍVEIS A DESCARTE NA REDE DE ESGOTO DO ANO DE 2007 Almoxarifado HUM	164
APÊNDICE I IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES	165

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Número de estabelecimentos de saúde no Brasil, na região Sul e estado do Paraná, entre os anos de 1976 e 2002.	26
FIGURA 2. Estabelecimentos de saúde por esfera administrativa no Brasil, entre os anos de 1976 e 2002.	27
FIGURA 3. Número de leitos, distribuídos em estabelecimentos de saúde, públicos e privados, no Brasil, entre os anos de 1976 e 2002.	27
FIGURA 4 Diagrama da estrutura geral para o gerenciamento dos efluentes	29
FIGURA 5. Fluxograma de ações para minimização de efluentes	35
FIGURA 6. Diagrama do circuito de eliminação das drogas pelos pacientes	38
FIGURA 7. Distribuição dos discos de antibióticos nas placas de petri	66
FIGURA 8. Reator foto-Fenton	70
FIGURA 9. Organograma do Hospital Universitário Regional de Maringá	73
FIGURA 10. “Sugestão” de inclusão do grupo gestor de resíduos no organograma do HUM	74
FIGURA 11. Consumo de antimicrobianos no HUM entre 2004 e 2007.	76
FIGURA 12. Consumo dos principais Produtos químicos utilizados HUM no ano de 2004	77
FIGURA 13. Consumo dos principais Produtos químicos utilizados HUM no ano de 2005	77
FIGURA 14. Planta baixa do HUM, com esquematização do fluxo da rede de esgotos sanitários Plano Diretor do HUM	88
FIGURA 15. Planta baixa do HUM, com esquematização atualizada do fluxo da rede de esgotos sanitários	89
FIGURA 16. Mapeamento do HUM com identificação dos setores	91
FIGURA 17. Consumo de água no HUM entre 2003 e 2006	94
FIGURA 18. Evolução das vazões dos efluentes provenientes do Hemocentro / HUM	96
FIGURA 19. Evolução das medidas de pH dos efluentes do Hemocentro	97
FIGURA 20. Evolução das medidas de pH dos efluentes do HUM	97
FIGURA 21. Evolução das medidas de temperatura dos efluentes do Hemocentro	98
FIGURA 22. Evolução das medidas de temperatura dos efluentes do HUM	98
FIGURA 23. Evolução dos valores de DQO (mg/L O ₂) dos efluentes do Hemocentro	99
FIGURA 24. Evolução dos valores de DQO (mg/L O ₂) dos efluentes do HUM	100
FIGURA 25. Evolução das concentrações de Sólidos Suspensos Totais, fixos e voláteis das amostras do HUM	101
FIGURA 26. Evolução das concentrações de Sólidos Suspensos Totais, fixos e voláteis das amostras do Hemocentro	101

FIGURA 27. Evolução da concentração de Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV) em (mg/L) dos efluentes do HUM	102
FIGURA 28. Evolução da concentração de Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV) em (mg/L) dos efluentes do Hemocentro	103
FIGURA 29. Concentrações de prata – HUM	103
FIGURA 30. Concentrações de prata Hemocentro	104
FIGURA 31. Evolução da concentração de Nitrogênio Total nas amostras do HUM	106
FIGURA 32. Evolução da concentração de Nitrogênio Total nas amostras do Hemocentro	106
FIGURA 33. Evolução dos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) das amostras do HUM	108
FIGURA 34. Evolução das concentrações de Fenóis Totais (FT) das amostras do HUM	109
FIGURA 35. Distribuição das bactérias isoladas das coletas de amostras compostas no ano de 2006 do HUM	117
FIGURA 36. Distribuição das bactérias isoladas das coletas de amostras compostas no ano de 2007	118
FIGURA 37. Concentrações de fenóis totais para várias concentrações de ferro para tempos reacionais de 60, 120 e 180 minutos	121
FIGURA 38. Distribuição das bactérias isoladas das coletas de amostras compostas no ano de 2007 e 2008 com tratamento.	126
FIGURA 39. Porcentagens de bactérias que foram sensíveis aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos	128
FIGURA 40. Porcentagens de bactérias que apresentaram Resistência Adquirida aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos	129
FIGURA 41. Consumo de antibióticos no HUM, em 2006 e 2007, utilizados nesta pesquisa.	131

ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Métodos para minimização de alguns resíduos perigosos	35
Tabela 1. Produtos com riscos para o ambiente versus volumes anuais rejeitados	33
Tabela 2. Principais características dos efluentes sem tratamento do hospital, efluentes após pré-tratamento por processo foto-Fenton e efluente final após o tratamento biológico	49
Tabela 3. Composição do esgoto hospitalar antes e após o tratamento e o padrão para o descarte (China)	50
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos e da vazão, obtidos da estação de tratamento de esgoto hospitalar	51
Tabela 5. Tipos de tratamentos realizados nas amostras provenientes do HUM, em 2007 e 2008.	67
Tabela 6. Consumos anuais de medicamentos no HUM	75
Tabela 7. Consumos anuais de álcool 70°, detergentes, reveladores e fixadores, no HUM.	78
Tabela 8. Classificação dos produtos do HUM em relação ao volume consumido por ano	79
Tabela 9. Classificação dos produtos do HUM em relação ao impacto ambiental	79
Tabela 10. Avaliação dos principais produtos químicos utilizados no HUM.	80
Tabela 11. Pontos de geração de efluentes e possibilidades de segregação	83
Tabela 12. Distribuição dos leitos no HUM	92
Tabela 13. Atendimentos realizados no HUM, 1999 a 2006, Maringá, PR.	93
Tabela 14. Concentrações de alguns metais presentes na amostra composta do HUM do dia 21/02/2008.	107
Tabela 15. Características físico-químicas das amostras do HUM.	110
Tabela 16. Concentrações médias de alguns parâmetros físico-químicos dos efluentes do HUM, hospital Francês, hospital Tailandês e esgoto doméstico.	111
Tabela 17. Contagem de bactérias presentes nos efluentes do HUM e Hemocentro coletados em 2006	112
Tabela 18. Contagem de bactérias presentes nos efluentes do HUM coletados em 2007	113
Tabela 19. Resistência das bactérias identificadas no HUM e Hemocentro em 2006.	114
Tabela 20. Resistência das bactérias identificadas no HUM em 2007.	116
Tabela 21. Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos de bactérias gram negativas isoladas do HUM no ano de 2006.	119
Tabela 22. Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos de bactérias gram negativas isoladas do HUM no ano de 2007.	120

Tabela 23. Teste para avaliação da melhor proporção de ferro para ser utilizada nos tratamentos Fenton e Foto-fenton	122
Tabela 24. Contagem bacteriana dos efluentes do HUM antes e após tratamentos.	123
Tabela 25. Resistência das bactérias identificadas no HUM em 2007 após tratamento.	124
Tabela 26. Susceptibilidade das bactérias aos antibióticos nas amostras de 2007 após tratamento.	126
Tabela 27. Susceptibilidade das bactérias aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos	127
Tabela 28. Concentrações de fenóis totais após tratamento por processo de oxidação pelo reagente Fenton e foto-Fenton.	132
Tabela 29. Concentração de Fenóis Totais após Tratamento com Foto-fenton	132

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O reflexo do desequilíbrio ambiental na saúde da população, é cada vez mais explícito; casos de doenças que foram geradas, direta ou indiretamente, por lançamentos inadequados de efluentes, são cada vez mais divulgados sendo, portanto, um contra-senso Serviços de Saúde contribuírem de forma significativa para degradação ambiental.

Atualmente, dentre os grandes problemas relacionados ao desenvolvimento econômico, está a geração de efluentes e de resíduos sólidos, ou lixo, por vários segmentos da sociedade. Dentre estes segmentos estão os estabelecimentos de saúde, que ao lançarem no meio, seus resíduos e efluentes sem nenhum tratamento, causam um grande desequilíbrio ambiental. Por isso, há a necessidade de classificação, segregação, tratamentos e disposições adequados para cada resíduo ou efluente, gerados nestes estabelecimentos.

No entanto, a crescente problemática em relação a disposição dos resíduos de serviços de saúde, vem se agravando, pois como a maior parte das disposições atuais são inadequadas, estudos de formas de segregação, tratamento a disposição final mais adequadas, têm sido temas recorrentes. Uma relevante importância está sendo dada a este assunto tanto no meio científico, quanto nas administrações dos estabelecimentos de saúde.

Segundo IBGE (2002), os resíduos sépticos de 2569 municípios brasileiros têm como destino final aterros e vazadouros, ou seja, 74,1% dos municípios destinam os resíduos sépticos aos mesmos locais para os quais são destinados os demais resíduos. A destinação para aterros de resíduos especiais é realizada em 539 municípios (15,5%), sendo que 377 destes aterros são próprios do município e 162 são terceirizados. Outras formas de destinação são empregadas por 399 municípios. Portanto, pode-se verificar que o número de municípios que destinam seus resíduos sépticos inadequadamente é muito elevado.

Com relação aos efluentes gerados nesta atividade, não há um levantamento adequado sobre sua destinação, nem tampouco sobre tratamentos implementados nas instituições de saúde. Sabe-se, no entanto, que via de regra esses efluentes são lançados diretamente na rede pública de esgoto, sem qualquer tipo de tratamento.

Segundo KÜMMERER (2001) as quantidades de substâncias poluentes emitidas por hospitais, são freqüentemente negligenciadas, em relação aos padrões estabelecidos pela legislação. Além disso, os padrões de fármacos utilizados nos hospitais, em geral, são completamente diferentes dos usados em residências, portanto, a contribuição destes compostos para a composição dos efluentes gerados em hospitais é bem diferente daquela nos efluentes domésticos. Aliado a isto, sabe-se ainda que, alguns antibióticos são usados apenas em hospitais, outros apenas prescritos para uso doméstico.

Visto que a natureza dos rejeitos é diversificada, e varia de acordo com o tipo de serviço que é prestado no estabelecimento, destaca-se a necessidade de um tratamento adequado dos efluentes gerados nas instituições prestadoras de serviços de saúde, após um estudo da geração e caracterização destes efluentes.

Além da necessidade de tratamento, devido ao impacto ambiental que estes efluentes podem causar, há também a necessidade de atender à legislação vigente no Brasil. A publicação das resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que dispõem sobre os resíduos de Serviços de Saúde, demonstra a necessidade premente do desenvolvimento de projetos, que de alguma forma, levem ao estabelecimento de um sistema de gestão eficaz.

A preocupação com o meio é evidente, quando se observa os movimentos que foram realizados em prol da preservação ambiental. Mas, destaca-se que a criação de tecnologias que geram produtos poluentes, antecede em muitos anos as iniciativas de preservação do ambiente. Atualmente, a velocidade de degradação ambiental ainda é superior ao desenvolvimento e implantação de métodos de minimização e tratamento dos resíduos. Em relação a esta questão, observa-se ainda que além da criação de leis que garantam a preservação do meio, também é necessária a conscientização de toda a sociedade em relação à preservação ambiental.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A percepção pela comunidade científica internacional de que as atividades humanas, em especial a industrial, estavam produzindo efeitos na natureza e interferindo no comportamento, na reprodução e na forma de vida de espécies, além de produzir alterações climáticas, cujo significado poderia ser muito sério a curto e médio prazo, levou essa comunidade a pressionar os governos para estabelecerem um conjunto de princípios e regras, que fossem capazes de condicionar e disciplinar a exploração de recursos naturais, com respeito aos ecossistemas e ao desenvolvimento de espécies. Essa requisição dos cientistas levou a Organização das Nações Unidas a reunir-se em Estocolmo, na Suécia, em junho de 1972 (FINK 2005).

2.1.1 LEGISLAÇÃO EUROPÉIA REFERENTE A EFLUENTES HOSPITALARES

Na Europa, existem pouquíssimos textos que regulamentam a destinação dos rejeitos químicos e outros produtos biologicamente contaminantes presentes em efluentes hospitalares. Não há uma legislação específicas para efluentes hospitalares, o que existem são leis relacionadas com este tema, tais como: leis sobre água, código de saúde pública; código da comunidade européia, código de urbanismo e diferentes textos regulamentares relativos a determinados produtos, podem ser aplicáveis aos estabelecimentos de saúde privados ou públicos (DREMONT e HADJALI, 1997).

Na Europa, os eixos principais são identificados de acordo com a política da água; principalmente, no que diz respeito a tratamento de água residuárias e substâncias perigosas.

Diretrizes de 21 de maio de 1991 (91/271/CEE) relativas ao tratamento de águas residuárias urbanas, estabelece que "os estados membros da comunidade européia

deverão assegurar que todas cidades sejam equipadas com sistema de coleta de esgoto e que os mesmos sejam submetidos a um tratamento secundário ou um tratamento equivalente, antes de serem rejeitados".

Diretrizes de 12 de dezembro de 1991 (91/689/CEE) relativas ao rejeitos perigosos, tem por objetivo a padronização das legislações dos estados membros da união européia, sobre a gestão controlada dos resíduos perigosos. Os resíduos hospitalares estão na lista dos resíduos perigosos do anexo I (peças anatômicas, produtos farmacêuticos, drogas, resíduos dos produtos empregados como solventes, produtos dos laboratórios fotográficos, detergentes, substâncias orgânicas não halogenadas, etc.) e do apêndice II (compostos perigosos: fenóis, solventes, prata, etc.).

DREMONT e HADJALI (1997) afirmam que, na Europa, os textos diretamente relacionados aos estabelecimentos de saúde são muito limitados na quantidade e na força legal.

Um resumo das regulamentações referentes aos efluentes hospitalares é apresentado a seguir:

Regulamentos que relacionam-se aos efluentes hospitalares:

Circular nº 429 de 8 abril de 1975, refere-se aos problemas de higiene nos hospitais. Indica recomendações para a disposição de águas residuárias

Regulamentação do Departamento Sanitário (R.S.D.), circular de 9 agosto de 1978 dá poder à prefeitura de interditar os hospitais.

Regulamentação de coleta das comunidades, é definida pela circular 86-140 de 19 de março de 1986 e diz respeito aos estabelecimentos hospitalares. Por exemplo, o regulamento de coleta da comunidade urbana de Bordeaux, estabelece que os hospitais devem submeter seus efluentes a tratamentos, antes de serem lançados na rede pública de esgotos.

DREMONT e HADJALI (1997) afirmam que os estabelecimentos de saúde não são objeto de convenções especiais dos gestores da rede de coletas, mas o exemplo de Bordeaux poderá ser seguido por outras comunidades.

Regulamentações gerais aplicáveis aos efluentes hospitalares:

Lei 64-1245 sobre água de 16 de dezembro de 1964, revisada pela lei de 3 de janeiro de 1992. Esta lei define os princípios e a política da luta contra a poluição das águas e estabelece a aplicação desta política.

Lei N 76-663 de 19 de julho de 1976 modificada, relativa à classificação das instalações para a proteção ambiental. Esta lei diz respeito diretamente aos hospitais, uma vez que algumas de suas atividades figuram na nomenclatura e classificação das instalações, estabelecidas por decreto no conselho estadual.

Complementando estas regulamentações existem também os códigos de urbanismo e da saúde pública.

Regulamentos que relacionam-se a determinados produtos:

Dispõem sobre produtos detergentes; águas gordurosas; óleos e hidrocarbonetos usados; produtos radioativos; produtos de tratamento e desenvolvimento de superfícies fotossensíveis à base de prata e drogas anti-câncer.

2.1.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA REFERENTE A MANEJO DE REJEITOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Atualmente não existem regulamentações específicas que se aplicam aos efluentes gerados em estabelecimentos que prestam serviços de saúde, o que há são algumas regulamentações que dispõem sobre determinados produtos que são manipulados nos hospitais. O enfoque maior é dado ao gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em tais instituições.

A legislação nacional sobre resíduos de serviços de saúde, é a base para melhorar as práticas de gerenciamento destes resíduos em qualquer país. Estabelece controles legais para a eliminação dos mesmos, e permite à agência nacional responsável, geralmente o ministério da saúde, aplicar a pressão para sua execução, o Ministério do Meio Ambiente ou a agência de proteção ambiental nacional podem também ser envolvidos; deve haver uma designação clara dos responsáveis, antes que a lei esteja decretada (PRÜSS *et al.*1999).

Os órgãos que regulamentam o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, no Brasil, são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, vinculada ao Ministério da Saúde, e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente –SISNAMA, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, alterado pelo Decreto nº 2.120/97 e pelo Decreto nº 3.942/01, é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente SISNAMA. Dentre as várias competências do CONAMA, está a de avaliar regularmente a implementação e a execução da política e normas ambientais do País, estabelecendo sistemas de indicadores.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA - foi criada pela [Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999](#). É uma autarquia sob regime especial, ou seja, uma agência reguladora caracterizada pela independência administrativa, estabilidade de seus dirigentes, durante o período de mandato, e autonomia financeira. A finalidade institucional da Agência é promover a proteção da saúde da população, por intermédio do controle sanitário da produção e da comercialização de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária, inclusive dos ambientes, dos processos, dos insumos e das tecnologias a eles relacionados.

No Brasil, as resoluções referentes aos Resíduos de Serviços de Saúde, são: a RDC nº 306/04 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e a RDC nº 358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, as quais, dispõem sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, considerando os princípios da biossegurança e a necessidade de prevenir e reduzir os riscos à saúde e ao ambiente.

Na avaliação das regulamentações referentes aos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), constatou-se que, tanto a legislação Brasileira quanto a Européia, apresentam-se ainda deficientes quanto aos procedimentos necessários para o gerenciamento de efluentes hospitalares. Observa-se similaridades entre as legislações, ou seja, existem regulamentações gerais que se aplicam a estes efluentes e algumas que dispõem sobre determinados produtos que são manipulados nos hospitais.

Desta forma, o gerenciamento destes efluentes fica comprometido, pois os hospitais necessitam recorrer, isoladamente, à alternativas de tratamentos e destinação para cada tipo de efluente gerado. Além disso, não há regulamentação quanto ao tratamento destes efluentes, os quais são lançados, em sua maior parte, no sistema de esgoto doméstico, sem qualquer tratamento prévio.

2.2 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE E SUAS FONTES GERADORAS

Segundo AKUTSU (1992) *apud* GAUZER (1996) diversas são as denominações para os resíduos provenientes dos serviços de saúde, podendo-se citar como exemplos principais: lixos hospitalares, resíduos sólidos hospitalares, resíduos hospitalares e resíduos sépticos hospitalares. Na verdade o que se tem são resíduos potencialmente contaminados por microrganismos patogênicos, gerados em estabelecimentos hospitalares e similares.

De acordo com CUSSIOL (2000) os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são gerados nas etapas de atendimento, cuidado, diagnóstico e tratamento de pacientes, em estabelecimentos tais como hospitais, farmácias, drogarias, clínicas veterinárias, consultórios médicos, clínicas médicas e odontológicas, ambulatórios, laboratórios de análises clínicas e patológicas, centros de hemoterapia, unidades de hemodiálise e em centros de pesquisa biomédica.

D'ALMEIDA e VILHENA, 2000 *apud* CARVALHO, 2003, definem como resíduos de serviços de saúde e hospitalar, aqueles que constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, oriundos de locais como: hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde, etc. Tratam-se de agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos, meios de culturas e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazos de validade vencidos, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raios X, etc.

Os resíduos assépticos destes locais são constituídos por papéis, restos da preparação de alimentos, resíduos de limpezas gerais (pós, cinzas, etc.) e outros materiais, desde que coletados segregadamente e não entrem em contato direto com pacientes, ou com os resíduos sépticos anteriormente descritos.

Até o final da década de 1980, os RSS eram denominados lixo hospitalar. Em 1987 a ABNT, por meio da NBR 10004, mudou a terminologia para resíduo de serviço de saúde, considerando que esse tipo não é exclusivamente gerado em hospitais, mas também, provém de ambulatórios, consultórios médicos e odontológicos, clínicas veterinárias, farmácias, laboratórios de análises clínicas e patológicas, bancos de sangue ou leite, além de estações rodoviárias, portos e aeroportos e locais de grande fluxo de

pessoas. A partir daí, as legislações específicas passaram a utilizar essa denominação para esse tipo de resíduo (TAKAYANAGUI, 2005).

De acordo com PRÜSS *et al.* (1999) a Organização Mundial da Saúde (OMS), define resíduos de serviços de saúde, como os resíduos gerados por estabelecimentos de saúde, de pesquisa e por laboratórios, além, dos resíduos originados de fontes “menores” ou “dispersas” - tais como aqueles produzidos no curso do cuidado de saúde empreendido no domicílio do paciente (diálises, injeções de insulina, etc.).

Há um consenso quanto à definição de RSS entre os órgãos reguladores do Brasil. As resoluções vigentes do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, definem RSS como todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços que prestem serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses¹; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), inclui na definição de Resíduos Sólidos, determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos receptores d'água, ou exijam, por isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Esta classificação feita na NBR 10004/2004, demonstra a falta de soluções apropriadas para a classificação e destinação de efluentes hospitalares, que conseqüentemente, deverão ser confinados e destinados como resíduos sólidos.

2.3 GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL

¹ Doenças ou infecções que se transmitem , naturalmente, entre os animais vertebrados e o homem, ou vice-versa

Segundo dados do IBGE (2002), no ano de 2002 havia 65.343 estabelecimentos de saúde no Brasil, este número representa um aumento de 497,5% em relação ao ano de 1976, que era de 13.133 estabelecimentos. Neste mesmo período, de 1976 à 2002, na região sul este aumento foi de 440,7%, e no estado do Paraná o percentual de acréscimo dos estabelecimentos foi de 373,6%.

Verifica-se que o aumento percentual, do número de estabelecimentos, tanto no país, quanto na região e no estado, foram altos e estão em ordem de grandezas próximas. Na Figura 1, pode-se acompanhar a tendência crescente do número de estabelecimentos, no decorrer dos anos. Destaca-se que entre os anos de 1990 e 1992 houve um salto significativamente grande, em relação aos anos anteriores, principalmente no número total de estabelecimentos em todo o Brasil.

No estado do Paraná, até o ano de 2002, foram registrados pelo IBGE, 4393 estabelecimentos de saúde, tendo um aumento de 3217 estabelecimentos, em relação ao ano de 1976. Segundo informações do DATASUS (banco de dados do Sistema Único de Saúde – SUS), em Maringá existem 8 hospitais, sendo que 6 são privados, 1 público e 1 universitário (IBGE, 2002).

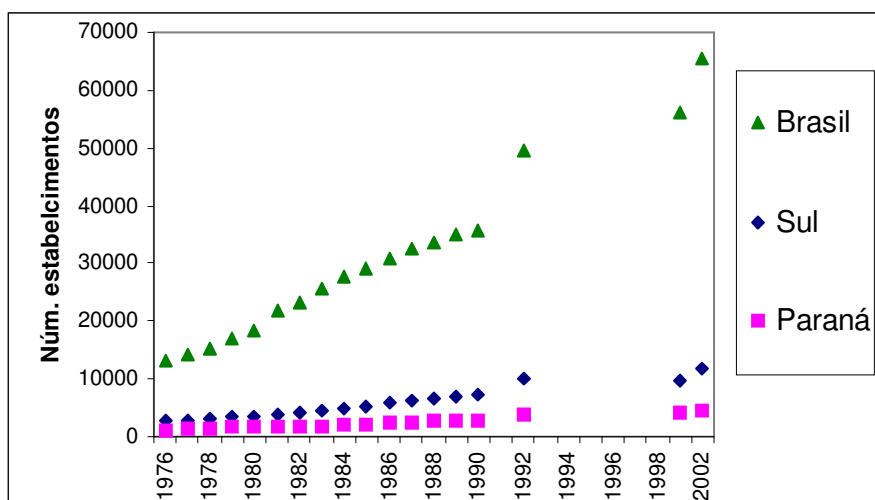


Figura 1 – Número de estabelecimentos de saúde no Brasil, na região Sul e estado do Paraná, entre os anos de 1976 e 2002. Adaptado de IBGE (2002).

Na Figura 2 estão representados os estabelecimentos de saúde do Brasil, classificados pela forma de administração, entre os anos de 1976 e 2002. Segundo dados do IBGE, 70% dos estabelecimentos de saúde do Brasil pertencem à administração pública. Do total de estabelecimentos em todo país, apenas 13,7% oferecem serviço de internação e dentre os estabelecimentos que têm internação a maior parte, ou seja, 65% são mantidas por entidades particulares.

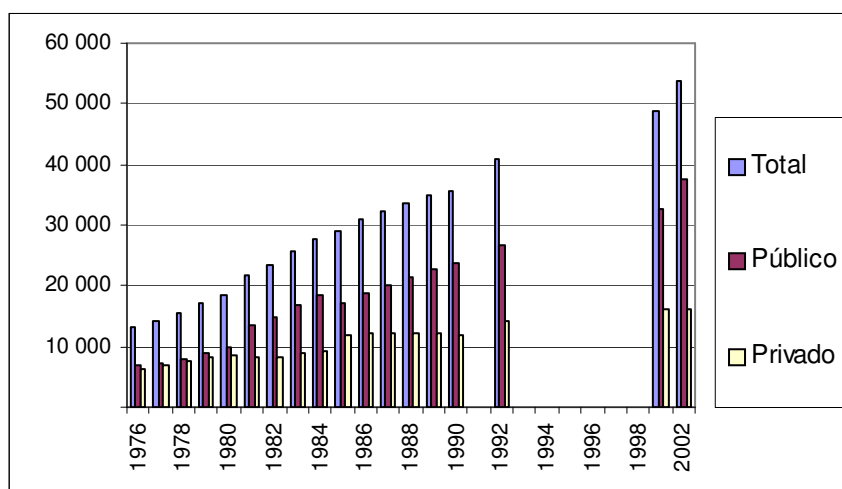


Figura 2 - Estabelecimentos de saúde por esfera administrativa no Brasil, entre os anos de 1976 e 2002. Adaptado de IBGE (2002).

O número total de leitos para internação nos estabelecimentos de saúde em todo o Brasil, no ano de 2002, era de 471.171, registrando um aumento de aproximadamente 6% desde o ano de 1976 (IBGE, 2002). Na Figura 3, pode-se verificar que até o ano de 1992, houve uma tendência crescente no número de leitos para internação nos estabelecimentos de saúde, e uma queda registrada nos anos de 1999 e 2002, este perfil é muito parecido com a variação do número de estabelecimentos privados. Estes leitos estão distribuídos em torno de 31% em estabelecimentos públicos e 69% em privados.

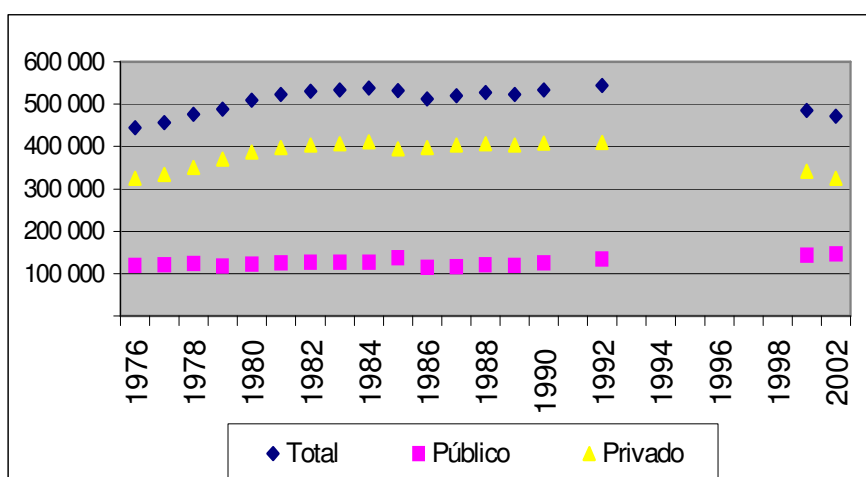


Figura 3 – Número de leitos, distribuídos em estabelecimentos de saúde, públicos e privados, no Brasil, entre os anos de 1976 e 2002. Adaptado de IBGE 2002.

Na região metropolitana de Maringá há 1.564 leitos, sendo que 137 destes leitos são públicos e 1.427 privados, correspondendo a aproximadamente 9% de leitos administrados pelo estado e 91% por entidades particulares (IBGE, 2002).

Atualmente, o HUM conta com 123 leitos, o que corresponde a aproximadamente 7% de todos os leitos existentes na região metropolitana de Maringá.

2.4 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Com o aumento do número de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, conseqüentemente, houve um aumento na geração de Resíduos de Serviços de Saúde, portanto um gerenciamento adequado destes resíduos se faz necessário.

Inúmeros problemas relacionados ao acúmulo ou disposição inadequada de RSS podem ser reduzidos ou evitados, utilizando-se de técnicas que favoreçam a um gerenciamento adequado destes resíduos.

Segundo FORMAGGIA (1998) *apud* CUSSIOL (2000), o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde se constitui em parte integrante de um programa mais amplo de higiene que, por sua vez, é parte integrante de um programa de qualidade total, o qual se constitui no paradigma da moderna administração.

Denomina-se gerenciamento de resíduos, ao conjunto de atividades técnicas e administrativas aplicáveis à minimização da geração de resíduos, à segregação, à coleta, ao manuseio, ao tratamento, ao acondicionamento, ao transporte, ao armazenamento bem como à eliminação e disposição final dos resíduos (CUSSIOL, 2000).

Define-se gerenciamento como a escolha de alternativas em situações que envolvam múltiplas opções. O gerenciamento dos RSS é uma atividade complexa, pois envolve tanto o manejo interno dos resíduos, pelo estabelecimento gerador, como externo, que é realizado pelos serviços de limpeza pública municipais (D'ALMEIDA e VILHENA, 2000 *apud* CARVALHO, 2003).

A formulação dos objetivos do planejamento é importante para sua realização, e para melhorar a gerência de RSS em nível nacional, regional, e local. O planejamento requer a definição de uma estratégia que facilite a execução cuidadosa das medidas necessárias, e disposição de recursos apropriados, de acordo com as prioridades identificadas. Isto é importante para a motivação das autoridades, dos trabalhadores da saúde, e do público, e para definir ações a mais, que possam ser necessárias. Os exames

na geração do desperdício devem ser a base para identificar oportunidades - e ajustar alvos - para a minimização, reuso e reciclagem de resíduos, e a redução de custos. Um programa nacional de gerenciamento de RSS é avaliado por meio do plano de ação (PRÜSS *et.al*, 1999).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) em 1992, conduziu a adoção da agenda 21, que recomenda uma série de medidas para a gerência de resíduos. As recomendações podem ser sumarizadas como segue:

- ❖ Prevenção e minimização de geração de resíduos;
- ❖ Reuso e reciclagem de resíduos o máximo possível;
- ❖ Tratamento dos resíduos por métodos seguros para a saúde e ambiente;
- ❖ Disposição dos resíduos finais em aterros confinados e cuidadosamente projetados.

Segundo D'ALMEIDA e VILHENA, 2000 apud CARVALHO, 2003 a caracterização e a quantificação dos efluentes dos serviços de saúde, geralmente compõem a primeira ação a ser tomada para solucionar os problemas relacionados ao seu lançamento, pois os resultados obtidos servirão de parâmetros para o dimensionamento de projetos de estações de tratamento menos onerosas e de comprovada eficiência, e para adoção de medidas mitigadoras de impacto ambiental.

A gestão dos efluentes em um estabelecimento deve ser feita, como em qualquer outra atividade, com a denominação dos responsáveis e dos atores envolvidos, e com uma estrutura bem definida.

DREMONT e HADJALI (1999), definem uma estrutura geral para o gerenciamento dos efluentes em um hospital, indicando os profissionais qualificados e suas responsabilidades. Os autores afirmam que a Diretoria deve aproximar as autoridades do estabelecimento ao pessoal dos departamentos que gerenciam os efluentes. A estrutura sugerida está apresentada na Figura 4.

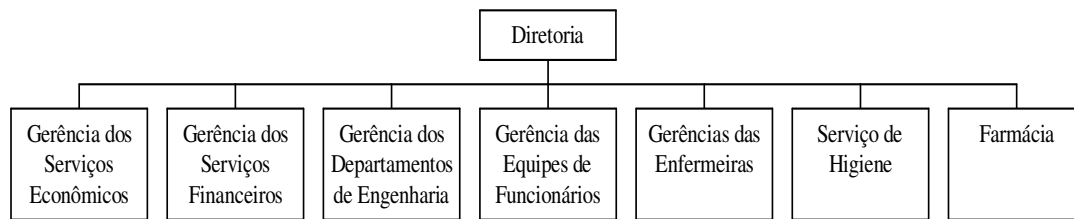


Figura 4 – Diagrama da estrutura geral para o gerenciamento dos efluentes

De acordo com DREMONT e HADJALI (1999), para que haja um gerenciamento de efluentes adequado, é necessário que todos os departamentos envolvidos executem as atribuições que lhes são pertinentes.

A diretoria: Tem a responsabilidade do bom funcionamento do hospital e em particular da manutenção interna, como por exemplo, o sistema de drenagem interno. E é também responsável pelas conseqüências externas das atividades do estabelecimento, visto que, as drenagens dos efluentes chegam na rede de esgoto e na estação de tratamento municipal.

Gerência dos Serviços financeiros:

“paga”:

- a taxa de limpeza na cidade ou na comunidade urbana,
- a taxa de poluição e a taxa de remoção, para a agência de água.

“recebe”:

- a quantidade dos rendimentos relativos à vendas de sais de prata, por exemplo.

Gerência dos departamentos de engenharia (engenharia civil e/ou biomédica):

- Faz a declaração anual para a agência de águas, que é útil como base de cálculo das taxas;
- Elabora as plantas da rede;
- Realiza ou coordena o trabalho da rede;
- Prepara pedido para autorização e declaração de classificação das instalações;
- É encarregada da segurança do estabelecimento em relação aos produtos perigosos armazenados no local.

Gerência de equipe de funcionários: Faz o treinamento da equipe de funcionários com relação à higiene.

Gerência das enfermeiras: Intervém em matéria de higiene, de acordo com os protocolos de execução dos cuidados, que incluem a eliminação dos dejetos e o treinamento de equipe de funcionários.

Serviço da higiene: Intervém em todas as questões de higiene, de acordo com os protocolos dos cuidados, do uso dos produtos de descontaminações, da limpeza e da formação dos agentes.

Farmácia: Entrega produtos perigosos, drogas, e recolhe quando está fora de validade.

CUSSIOL (2000) citando MONGE (1997), afirma que um plano de gestão de resíduos em um estabelecimento de saúde deve iniciar-se com a formulação dos objetivos e o planejamento das ações a tomar. O autor ressalta que é importante que haja também, um programa de segurança e controle da qualidade do sistema de gestão e que o mesmo esteja de acordo com o plano de gestão desenvolvido. O programa deve envolver três fases, sendo elas: o desenvolvimento de políticas e procedimentos, a implementação e a verificação. O objetivo é assegurar o gerenciamento adequado dos resíduos.

Segundo MONGE (1997) *apud* CUSSIOL (2000), a gestão de resíduos deve levar em conta os aspectos legais e normativos. Os delineamentos técnicos e de política deverão ser de aplicação prática e direta, com fundamentos e objetivos claros e etapas chave para alcançar as metas propostas. Em resumo, um plano de manejo de resíduos para um estabelecimento prestador de serviços de saúde deverá considerar os seguintes aspectos, entre outros:

- Objetivos;
- Responsabilidades;
- Definição da estrutura do manejo e hierarquia;
- Avaliação da geração e composição dos resíduos;
- Elaboração e desenvolvimento do plano de manejo que deve, no mínimo, conter os procedimentos, instituir as responsabilidades, ser aprovado pelo administrador da organização, ser implementado, ser atualizado regularmente e ser verificado quanto ao cumprimento do estabelecimento. Deve haver ainda, um plano de contingência para acidentes.

2.5 ESTRATÉGIA CONCERNENTE À ELIMINAÇÃO DE EFLUENTES QUÍMICOS HOSPITALARES – CONDUTA PRÁTICA.

O método de eliminação de efluentes líquidos de estabelecimentos hospitalares, proposto pelo *Centre de Coordination de la Lutte Contre les Infections Nosocomiales* (CCLIN, 1999), permite aos estabelecimentos de saúde uma provisão dos trabalhos que ajudem a melhorar o controle e a eliminação de seus produtos químicos. Em complemento à disposição regulamentada sobre eliminação de efluentes químicos hospitalares.

Foram sugeridas 5 fases para a execução desta etapa.

1ª Fase: Identificar e quantificar as compras: É apropriado identificar e quantificar todos os produtos comprados pelo estabelecimento, por um período que deve ser no mínimo de um ano. Nesta fase é necessário identificar todos os produtos (químicos, de limpezas, radiográficos, medicamentos, etc.) que entram no estabelecimento por intermédio de vários circuitos, como os serviços econômicos, a farmácia, os serviços de pesquisas, os serviços técnicos ou os terceirizados.

2ª Fase: Avaliar os riscos dos produtos utilizados: Para avaliar os riscos para o ambiente, pode-se usar como referencia as resoluções pertinentes ao controle de lançamento de produtos químicos.

Neste estágio, é necessário recorrer às opiniões dos peritos em produtos químicos, em relação as regras de como etiquetar as drogas.

3ª Fase: Fazer uma lista das possíveis eliminações: Inicialmente escolhe-se uma das possíveis eliminações, é aconselhável fazer um relatório dos possíveis produtos despejados na rede de esgoto, no interior e no exterior do estabelecimento. Podendo-se, assim, considerar um tratamento físico (por exemplo, eletrólise para recuperação da prata) ou químico (por exemplo, a neutralização dos antimetabólitos²) antes da rejeição na rede dissipadora.

Desta mesma maneira, é necessário descrever os dados dos produtos eliminados no estabelecimento, tais como:

- Rede de águas pluviais;
- Rede de esgoto;
- Circuito de eliminação de efluentes radioativos por decaimento;
- Circuito de eliminação de efluentes de limpeza;
- Circuito de eliminação de efluentes com riscos infectantes.

² Agentes utilizados em tratamentos anti-câncer

4ª Fase: Precisar os modos de utilização dos produtos dentro de cada serviço: Nesta fase descreve-se de forma precisa, as condições de utilização dos produtos em cada serviço da seguinte forma :

- As quantidades de produtos utilizados em um ano, em cada unidade;
- A quantidade de produto rejeitado por ano, e se possível, com as concentrações que são rejeitados;
- As possibilidades e impossibilidades técnicas de recuperar os efluentes;
- As possibilidades de mudar de técnica ou de método, a fim de limitar ou suprimir os efluentes gerados pelos produtos ou facilitar suas recuperações;

Estas informações deverão ser recolhidas em uma ficha específica para cada produto usado no estabelecimento. De acordo com a Tabela apresentada no Anexo I.

5ª Fase: Tomada de decisões: Em função da natureza das informações coletadas nas quatro fases precedentes, o estabelecimento pode deparar com uma dificuldade de definir uma política de eliminação dos efluentes químicos.

A comparação, para cada produto químico, entre o fluxo anual rejeitado e o risco possibilita ao estabelecimento definir prioridades para a eliminação dos efluentes. Com esta intenção, é necessário cruzar para cada produto, os critérios de riscos ambientais com classes de volumes rejeitados anualmente, definidos de acordo com os métodos sugeridos na Tabela 1.

Tabela 1 - Produtos com riscos para o ambiente versus volumes anuais rejeitados (adaptada de *Centre de Coordination de la Lutte Contre les Infections Nosocomiales*, 1999)

Volume anual do produto	FRACO	MÉDIO	SIGNIFICATIVO
Risco para o ambiente			
FRACO	0	0	+
MÉDIO	0	+	++
SIGNIFICATIVO	+	++	+++

Para produtos cuja a eliminação é imposto por regulamentos, o estabelecimento pode definir prioridades para a eliminação, e decidir-se inicialmente, eliminar os produtos cujos volume e o risco são significativos (+++), então em seguida a prioridade para os produtos com risco importante e volume médio ou risco médio e volume

importante (++) e produtos com risco e volume médio ou risco fraco e volume importante (+).

O trabalho previamente descrito, somente tem sentido se for iniciativa do mais alto dirigente do estabelecimento e compartilhado por todos os profissionais envolvidos com este assunto. Deve ser renovado periodicamente, fazendo-se exame da evolução dos produtos usados pelo estabelecimento e pelas projeções regulamentares, em matéria de eliminação dos efluentes ou avaliação do risco para o ambiente. Em complemento, é necessário fazer exame do estabelecimento com relação a:

- Existência de reações entre os produtos cuja toxicidade pode ser mais elevada do que antes da reação;
- Existência de produtos não sujeitos às regras de etiquetagem aplicável aos produtos químicos;
- Excreção de dejetos pelos pacientes, em particular os produtos radioativos que estão nos urinas de determinados pacientes;
- Gerência dos efluentes que pode apresentar diversos riscos infecciosos, químicos e radioativos.

2.6 MINIMIZAÇÃO DOS EFLUENTES HOSPITALARES

Após avaliação dos produtos perigosos que são manuseados no hospital, a minimização é um procedimento muito importante antes de iniciar-se o gerenciamento dos efluentes, pois previne a ocorrência de impactos ambientais por meio da redução da geração de efluentes.

Segundo NAIME *et al.*(2004), no gerenciamento de resíduos, a redução na fonte facilita a definição de modelos de gerenciamento. As tendências internacionais atuais estão referenciadas com a segregação e a minimização, bem como com a redução da distância entre os pontos de geração de resíduos e de tratamento, objetivando reduzir as distâncias de transporte.

Em um hospital, uma parte considerável dos produtos consumidos são utilizados em diagnósticos e tratamentos de doenças, no geral dentre estes produtos, pode-se destacar solventes, produtos fotográficos, quimioterápicos, formaldeídos, radionuclédeos, gases anestésicos, mercúrio e outros resíduos tóxicos e corrosivos.

Dentro de uma instituição de saúde, adotar alguns procedimentos para minimização de efluentes pode ser uma prática bastante complexa, visto que, os procedimentos hospitalares, que geram efluentes, envolvem tratamentos terapêuticos, e que na maioria das vezes, possuem dosagens específicas. Portanto, um estudo multidisciplinar deverá ocorrer para se propor a minimização dos efluentes.

Com o objetivo de propor sistemas de diminuição de geração de efluentes perigosos, os autores NAIME *et al.*(2004), citam métodos para minimização de alguns efluentes, os quais são descritos na Quadro 1.

Quadro 1 - Métodos para minimização de alguns resíduos perigosos

Tipo de resíduo	Fonte de geração	Método recomendado
Solvente	Patologia Histologia Engenharia Embalsamento Laboratórios	Substituir solventes de limpeza por solventes menos perigosos Segregar resíduos de solventes Recuperar e reutilizar solventes por meio de destilação Usar calibradores de solventes para testes rotineiros
Mercurio	Equipamento obsoleto ou quebrado	Substituir instrumentos contendo mercúrio por eletrônicos Reciclar o mercúrio contido em resíduos de equipamentos Fornecer “kits” individuais para limpeza de derramamento de mercúrio
Formaldeído	Patologia Necropsia Diálises Embalsamento Berçário	Diminuir a extensão de formaldeído Minimizar os resíduos de limpeza dos equipamentos de diálise Utilizar osmose reversa para tratamento de água Recuperar o resíduo de formaldeído Investigar a reutilização em laboratórios de necropsia
Quimioterápicos antineoplásicos	Soluções de quimioterápicos Clínica geral Farmácia Pesquisa Materiais pontiagudos Bandagem	Reduzir os volumes utilizados Otimizar o tamanho do recipiente quando da compra Retornar drogas com prazos de validade vencidos Centralizar o local dos compostos quimioterápicos Fornecer “kits” de limpeza para derramamentos Segregar resíduos
Químicos fotográficos	Radiologia Raio X	Devolver o revelador fora da especificação para o fabricante Cobrir os tanques do fixador e do revelador para reduzir a evaporação Recuperar a prata Usar equipamento para reduzir perdas do líquido revelador Utilizar banho em contracorrente
Radioativos	Medicina nuclear Laboratório Testes clínicos	Usar menos isótopos perigosos quando possível Segregar e rotular apropriadamente os resíduos radioativos
Tóxicos Corrosivos Miscelâneas químicas	Teste clínico Manutenção Esterilização Soluções para limpeza Resíduos de utilidades	Inspeção e manutenção permanentes nos equipamentos para esterilização com óxido de etileno. Substituir agentes de limpeza por produtos menos tóxicos. Reduzir volumes utilizados em experimentos. Neutralizar resíduos básicos com resíduos ácidos. Usar manuseio mecânico para tambores para evitar derramamentos. Usar métodos físicos em lugar de químicos para limpeza.

Fonte: Naime *et al.*(2004).

As ações para minimização podem ser esquematizadas por meio de um fluxograma, sugerido por NAIME *et al.*(2004), e que estão representadas na Figura 5.

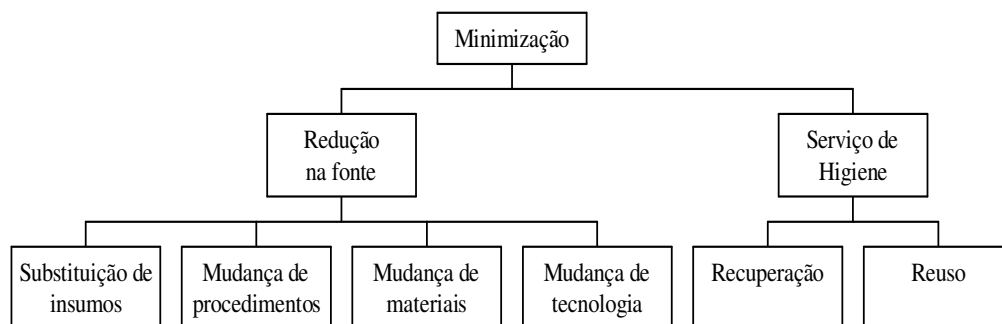


Figura 5 – Fluxograma de ações para minimização de efluentes.

2.7 - ORIGENS DOS EFLUENTES HOSPITALARES

A utilização da água, em um hospital é feita de diversas formas, dentre estas estão: uso alimentar, médico, sanitário, técnico e terapêutico. Os estabelecimentos de saúde além de gerarem uma grande quantidade de efluentes, têm a característica de gerar efluentes de categoria doméstica e efluentes de categoria hospitalar. Via de regra, estes efluentes são misturados, e isto pode provocar um efeito poluidor nas estações de tratamento de esgotos.

DREMONT e HADJALI (1997) classificam os rejeitos hospitalares, como rejeitos domésticos e específicos aos hospitais, como descreve-se a seguir.

2.7.1 - Rejeitos de natureza doméstica

Dentro de um hospital estes efluentes são gerados na cozinha e nos banheiros, constituídos por detergentes e produtos desinfetantes, e nas garagens e oficinas. E compõem-se essencialmente da água de banho, urina, fezes, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem.

2.7.2 - Efluentes de natureza específica ao hospital

São efluentes especificamente gerados a partir do desenvolvimento de atividades de saúde.

2.7.2.1- Os efluentes comuns aos diferentes serviços de procedimentos de enfermagem

São efluentes gerados em qualquer atividade de saúde, e estão relacionados aos produtos desinfetantes e anti-sépticos; os rejeitos que contêm elementos patogênicos; as drogas e os metais pesados.

a) Rejeitos de produtos de desinfecção e anti-sepsias:

O hospital consome em grande escala desinfetantes e anti-sépticos. Os principais desinfetantes utilizados para a desinfecção de pisos, superfícies ou instrumentos são:

- Produtos clorados, mais conhecidos como alvejantes;
- Produtos que contêm aldeídos, como por exemplo, o glutaraldeído, para a desinfecção de determinados materiais médico-cirúrgicos (endoscópios, fibroscópios, etc.), ou formaldeídos, empregado em fórmulas líquidas para a desinfecção de circuitos de hemodiálises;

Os desinfetantes geralmente são utilizados para a desinfecção de superfícies e inevitavelmente são lançados na rede de esgotos do hospital. E o grande problema atribuído aos reagentes que liberam cloro, tais como hipoclorito de sódio e outros utilizados como agentes desinfetantes e branqueadores, é a contribuição para a formação dos compostos orgânicos halogenados adsorvíveis (AOX). Estes são frequentemente não biodegradáveis e se difundem amplamente no ambiente aquático e/ou entram na cadeia alimentar.

b) Rejeitos que contêm elementos patogênicos

Certamente, podem existir diversas fontes de rejeições de elementos patogênicos no hospital. Os germes bacteriológicos, virais ou parasíticos, podem ser eliminados pelas descargas sanitárias e pelos produtos das análises dos laboratórios, se não houver nenhum sistema de recuperação ou de tratamento específico. Além disso, por causa do uso às vezes intensivo, de antibióticos no hospital, determinadas colônias bacterianas podem desenvolver faculdades de poli resistência aos antibióticos. O perigo da poluição pode ser acentuado pela presença destes germes na rede pública de esgoto.

Entretanto, a composição bacteriana do efluente hospitalar é notadamente diferente daquela do efluente doméstico, e seus elementos patogênicos estão em concentrações suficiente para causar doenças e contaminações.

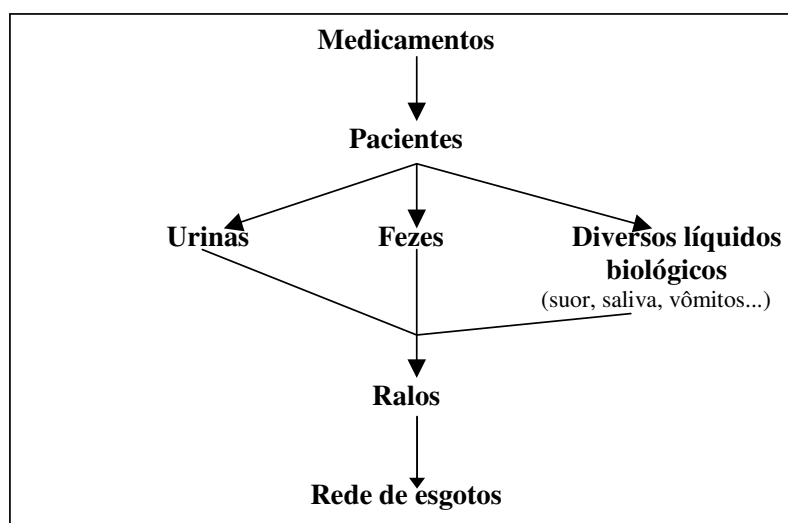
c) Rejeito de medicamentos

As drogas usadas nos estabelecimentos de saúde são variadas e representam quantidades significativas. Pode-se citar como exemplo, os analgésicos, os antipiréticos, os antibióticos, os imunodepressores e anti-cancerígenos.

O consumo varia, naturalmente, de acordo com o estabelecimento e os serviços de cuidado aos pacientes. Para se ter uma aproximação quantitativa, é necessário consultar as folhas de ordem da farmácia, dirigidas aos vários serviços do hospital.

A eliminação das drogas nos hospitais ocorre de duas maneiras, a primeira por meio das excreções e dos líquidos biológicos, a segunda por meio do circuito de eliminação das drogas não usadas e o material contaminado.

O circuito de eliminação das drogas pelos pacientes pode ser representado pelo seguinte diagrama:



Adaptado: CCLIN (1999)

Figura 6 - Diagrama do circuito de eliminação das drogas pelos pacientes

De acordo com o circuito de administração da droga (Figura 6), esta é mais ou menos metabolizada pelo sistema e por isso, pode-se encontrar uma parte das drogas e dos metabólitos³ na rede de esgoto. Determinadas drogas podem causar problemas sérios à saúde pública e ao ambiente se nenhuma medida de precaução for feita quanto a sua rejeição, como por exemplo, os anti-cancerígenos.

As eliminações das drogas que não foram usadas ou que estejam fora de validade, em determinados casos, são feitas através dos ralos dos estabelecimentos. Este é obviamente um exemplo extremo de negligência, mas infelizmente pode-se encontrar em determinados estabelecimentos de saúde.

d) Rejeitos que contêm metais pesados

Os metais pesados que podem ser encontrados com mais frequência nos hospitais, são a prata (serviço de radiologia) e o mercúrio. O mercúrio é um metal muito

³ Produzido e excretado por organismo

tóxico, talvez encontrado acidentalmente na água devido a quebra de termômetros. Se encontra também o mercúrio em determinadas pontas de sondas gástricas, determinados desinfetantes e na coluna dos medidores manuais de pressão arterial.

2.7.2.2- Rejeitos específicos à serviços de saúde

a) Serviços de hemodiálise:

Os efluentes deste serviço são gerados de duas formas, em consequência do tratamento do paciente e em consequência da desinfecção dos instrumentos. Os instrumentos de hemodiálises funcionam por processos de transferência de toxinas, através de uma membrana, do sangue do paciente para o circuito de diálise. Os efluentes gerados assim, na maioria dos casos, fluem para o esgoto, entretanto, podem estar carregados com produtos químicos (drogas), e infecciosos. A segunda forma de geração, após o exame no paciente, relaciona-se aos protocolos de desinfecção do material, usando-se produtos químicos, tais como, o formol, que normalmente são lançados diretamente na rede de esgoto.

b) Laboratórios de análises e farmácia:

Dentro da estrutura de suas atividades (trabalho e análises, limpeza dos instrumentos), os laboratórios usam vários produtos químicos (solventes, ácidos, bases, produtos radioativos, produtos de enxágüe, etc.) e manuseiam líquidos biológicos (sangue, urina, expectorações, células), mais ou mais menos infecciosos.

Estes produtos apresentam riscos ao ambiente e ao homem, sendo necessárias medidas particulares de uso e de eliminação.

Considerando que a maior parte dos produtos mais perigosos está segregada em recipientes, não remanesce sobre eles a maioria das lavagens e os enxágües, enquanto alguns líquidos biológicos são evacuados para o sistema de esgoto. A farmácia também utiliza em suas atividades, produtos químicos perigosos para o ambiente e à saúde pública. Entretanto, a função da fármaco-vigilância é a parte mais apta para avaliar os riscos e consequentemente, para fazer exame das medidas adaptadas para evitar os riscos de poluição.

c) Serviços da medicina nuclear:

Para diagnóstico *in vitro* ou em vivo, ou para finalidades terapêuticas, este serviço manipula elementos radioativos que gerarão resíduos sólidos e efluentes. Os

elementos radioativos que interessam dentro da estrutura deste estudo são os produtos radioativos nas fontes não seladas, isto é, apropriadas para a dispersão.

Uma unidade da medicina nuclear pode rejeitar efluentes radioativos provenientes de:

- laboratórios de preparação e manipulação;
- unidades de saúde;
- quartos protegidos reservados para a hospitalização dos pacientes que fazem terapia anti-cancerígena.

No Brasil, os efluentes radioativos devem ser gerenciados de acordo com a Comissão Nacional de Energia Nuclear CNEN, que estabelece normas e regulamentos em radioproteção, licencia, fiscaliza e controla a atividade nuclear no Brasil.

d) Serviços médicos de Radiologia-Imagem

Neste caso os efluentes fotográficos são gerados durante o desenvolvimento de películas radiológicas suportadas por papel ou filme. A técnica usa produtos químicos para contraste e consome uma grande quantidade de água, em particular nos banhos de enxágüe.

Portanto, encontram-se nos efluentes os reveladores, os fixadores, sais de prata (quantidade variável de acordo com o uso que é feito por ela). Estes produtos são fontes significativas de poluição.

2.8 - RISCOS PRESENTES NOS EFLUENTES HOSPITALARES

De acordo com CCLI (1999) os três principais tipos de riscos potenciais causados pelos efluentes hospitalares são:

- Risco de infecção
- Risco tóxico
- Risco radioativo

2.8.1 - Risco de infecção

O risco de infecção causado por efluentes hospitalares é devido basicamente à presença de germes patogênicos, tais como as bactérias presentes nas fezes ou nas urinas (salmonelas, Shigella, Coliformes, vibriões, estreptococos, Enterobactérias, etc.) ou das bactérias responsáveis pelas infecções nosocomiais (Estafilococos, Estreptococos, pseudomonas, etc.), vírus (Hepatitises, entero-vírus, Rotavírus, etc.) e parasitas (amebas, tênia, ascarídeas, cogumelos, etc.).

O risco de contaminação biológica por vírus, bactérias, fungos, etc., favorecidos pela ação seletiva de antibióticos e quimioterápicos, apresentando comportamento peculiar de multi-resistência ao ambiente hospitalar, podem provocar infecções de difícil tratamento (NAIME *et al.*, 2004).

Dentre os patógenos mais importantes em infecções humanas, estão as bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae e os cocos Gram-positivos. Os membros da família Enterobacteriaceae são caracterizados por serem bacilos Gram-negativos e que normalmente se localizam no intestino. Podem eventualmente causar infecções urinárias, na circulação sanguínea, hospitalar e pneumonias associadas ao cuidado médico. Dentro desta família, *Escherichia Coli* é causa freqüente de infecções urinárias, *Klebsiella spp.* e *Enterobacter spp.* são causas importantes de pneumonias e adicionalmente *Salmonella spp.* causam gastroenterites e em alguns pacientes causam infecções invasivas (PATERSON, 2006).

Resistência relacionados à produção de beta-lactamase de espectro estendido (ESBLs), é um problema particular no tratamento das infecções relativas à Enterobacteriaceae, mas outros mecanismos de resistência também são emergentes, levando à resistência de multi-drogas e ameaçando criar espécies multi-resistentes (PATERSON 2006).

O grande perigo destas bactérias refere-se às suas características de poli resistência aos antibióticos. A resistência bacteriana aos antibióticos, está associada à forma de reprodução das mesmas. O intercâmbio de características hereditárias, chamado de transferência horizontal de genes, codifica para os genes a serem transmitidos uma resistência aos antibióticos.

De acordo com DAVISON (1999) em importantes bactérias, o surgimento e disseminação de múltipla resistência de plasmídeos⁴ aos antibióticos, são conseqüências de transferência inter-genética, aliada à pressões seletivas impostas pelo crescente uso e

⁴ Moléculas circulares duplas que estão separadas do DNA cromossômico, contém geralmente um ou dois genes que conferem uma vantagem seletiva à bactéria que os abriga.

abuso de antibióticos na medicina e na alimentação animal. Do mesmo modo, a evolução da degradação de plasmídeos é uma resposta à crescente presença de poluentes xenobióticos⁵ no solo e na água.

SCHWARTZ *et al.* (2003) estudaram a resistência de bactérias à antibióticos em biofilmes de efluentes de um hospital, águas superficiais e água potável. Os pesquisadores encontraram maior carga de enterobactérias no biofilme do efluente do hospital ($6,7 \times 10^6$ CFU/cm²), seguindo pela amostra proveniente dos lodos ativados da estação municipal de tratamento de esgoto ($1,6 \times 10^3$ CFU/cm²). O número de células bacterianas reduziu 72%, após a estação de tratamento (445 CFU/cm²), outra redução de carga bacteriológica foi detectada na amostra de águas superficiais (80 CFU/cm²) e não foram detectadas enterobactérias em biofilmes de águas potáveis. Com esse dados, os autores afirmam que a estação de tratamento de esgotos reduziu a liberação de bactérias para o ambiente aquático.

A forma de amostragem feito por SCHWARTZ *et al.* (2003), pode comprometer a contagem de bactérias, pois na formação de biofilme pode ocorrer uma seleção de cepas devido às características de adesão no suporte.

As condições tais como fluxo do efluente, pH, temperatura, disponibilidade de nutrientes e de substrato, podem influenciar na formação e nas propriedades do biofilme (CHEN, 2005). Além disso, a competição por nutrientes e por substrato, é outro fator que pode interferir na diversidade das bactérias presentes no biofilme e na capacidade de adesão das mesmas (TAVARES, 1992).

Em estudo realizado por ARMSTRONG *et al.* (1981), foram analisadas águas potáveis de sete comunidades para rastrear bactérias com multi-resistência a antibióticos, foram feitos antibiogramas, nas bactérias isoladas, com cinco antibióticos. No total, 33,9% de 2.653 bactérias, presentes nas águas potáveis, foram multi-resistentes.

2.8.2 - Risco tóxico

O risco tóxico é teoricamente real, tanto para o ambiente quanto para a saúde pública, por causa de uma possível poluição por metais pesados (mercúrio, prata,

⁵ Compostos químicos estranhos a um organismo ou sistema biológico

cromo, níquel, cobalto, etc.) e por moléculas orgânicas (solventes, antibióticos, desinfetantes, detergentes, drogas etc.). Estes produtos solúveis representam um perigo de poluição para a água, uma vez que podem modificar as suas características físico-químicas e prejudicar a operação correta da estação de tratamento de esgoto, destruindo seu flora bacteriana.

Apesar de existir poucos estudos em relação ao que as drogas se tornam após sua eliminação no ambiente, pode-se dizer que o problema principal se relaciona às drogas anti-câncer, que apresentam riscos mutagênicos⁶ e teratogênicos⁷ significativos.

2.8.3 - Risco radioativo

Os riscos são potencialmente elevados quando se utilizam elementos radioativos, entretanto, com a legislação muito rigorosa em relação à eliminação e condições do uso, os riscos são minimizados. Mas há a necessidade de se permanecer vigilante porque podem ocorrer acidentes ou escapes. Além disso, remanesce um risco potencial com os pacientes injetados, que não são sujeitos a um controle particular após sua injeção.

2.9 – EFEITOS DOS EFLUENTES HOSPITALARES NO AMBIENTE

A dificuldade de biodegradabilidade de medicamentos, metais pesados, produtos químicos e as misturas destes, torna o efluente de um hospital bastante agressivo para o ambiente. O grande volume gerado destes elementos tóxicos é um outro agravante, para o meio em que são lançados. Um levantamento das possíveis agressões que estes efluentes podem causar ao ambiente confirma a necessidade de gerenciá-los.

De acordo com EMMANUEL *et al.* (2002) um dos principais problemas ambientais, causados pela disposição de efluentes hospitalares, é o seu lançamento nas redes coletoras de esgotos, do mesmo modo que o efluentes domésticos, sem um tratamento prévio.

⁶ Alterações genéticas nos organismos vivos

⁷ Má-formação durante o desenvolvimento embrionário

EMMANUEL *et al.* (2002) citam que vários pesquisadores identificaram e quantificaram drogas excretadas por seres humanos e animais domésticos, no ambiente aquático. No Reino Unido as drogas estavam presentes no ambiente aquático em concentrações máximas de 1 µg/L. Nos Estados Unidos, foram detectadas cargas de ácido salicílico de até 28,7 kg/d, nos efluentes da estação de tratamento de esgotos. No Canadá dois anti-inflamatórios, ibuprofeno e naproxeno, foram identificados em águas residuais. E em um rio na Inglaterra, encontraram ácido clofíbrico, um antilipêmico⁸. Em níveis inferiores a 0,01 µg/L, este mesmo ácido foi detectado em águas subterrâneas na Espanha. Na Alemanha, o ácido clofíbrico, foi identificado em rio, águas subterrâneas e até mesmo em águas potáveis, em concentrações de até 165 ng/L.

Têm-se indicações de que alguns compostos anestésicos são biodegradáveis, mas há questionamentos em relação a algumas formas destas drogas. Por exemplo, com relação ao composto anestésico mais importante, o propofol, verifica-se que apenas 10% é metabolizado no organismo humano, portanto, a taxa de excreção desta droga, não modificada, está em torno de 90% (KÜMMERER, 2001).

Os efluentes que contêm antibióticos são motivos de grande preocupação em relação ao tratamento, pois cada vez mais estão sendo utilizadas drogas mais potentes, e conseqüentemente mais resistentes estão se tornando as bactérias, dificultando assim a degradação destas por meio de métodos convencionais.

Após a manipulação e ingestão, as substâncias antibióticas são liberadas no efluente através das excretas dos pacientes, e às vezes, as drogas não utilizadas são dispostas ralo abaixo. Estas drogas, que são liberadas no efluente, se não forem eliminadas durante o tratamento do esgoto, se incorporam ao ambiente aquático e alcançam, eventualmente, a água potável. Se as concentrações forem bastante altas, os efluentes dos hospitais, esgoto municipal e estações de tratamento de esgoto, podem transformar-se em reservatórios para a seleção de bactérias resistentes (KÜMMERER, 2003).

Segundo GAUSTISER *et al.*(1994) e LEPPOLD(1997), *apud* KÜMMERER (2001) em geral as concentrações de metais pesados encontradas em efluentes de hospitais, são comparáveis às encontradas em esgoto municipal. Nos efluentes hospitalares as concentrações de prata e mercúrio são mais altas, e as principais fontes destes metais nos hospitais são provenientes dos agentes citostáticos e dos tratamentos

⁸ Produto medicamentoso que tem por finalidade a redução da concentração das gorduras do sangue.

odontológicos. Esta primeira é lançada na rede de esgoto e a segunda, devido ao interesse econômico, na maioria das vezes, é coletada para fins comerciais.

A prata, na forma de tiosulfato de prata, é encontrada em altas concentrações em soluções fixadoras e água de enxágüe de radiografias. Facilmente, os cristais de prata não sensibilizados, presentes no filme de raio-x, são liberados como tiosulfato de prata durante o processo de fixação. O fixador exausto é classificado como um resíduo perigoso porque contém alta concentração de prata. No ambiente, prata iônica livre atua como um inibidor enzimático, interferindo no processo metabólico dos organismos (www.p2pays.org, 2004 *apud* BORTOLETTO, 2005).

O mercúrio continua a ser um dos metais pesados cujo volume de descarte ainda é alto. O descarte de mercúrio a partir de instituições de saúde é atribuído aos preservativos contendo mercúrio geralmente encontrados em agentes de diagnóstico (p. ex., Thiomersal®) e ingredientes ativos de desinfetantes (Merbromin { = Mercu(ro)chrom®}, Nitromersol) bem como em agentes diuréticos tais como mercurofilina (CRAIG, 1986).

Outras fontes podem ser termômetros quebrados. O uso de termômetros eletrônicos ajudará a melhorar a segurança das pessoas, bem como a reduzir as emissões de mercúrio.

As concentrações de mercúrio medidas no canal central de água residuária de hospitais europeus de diferentes tamanhos foram entre 0,04 e 2,6 µg/L (GARTISER *et al.*, 1994 *apud* LEPPOLD, 1997), correspondendo a uma carga anual de aproximadamente 220-250 g para grandes hospitais.

Componentes oxidantes de agentes de limpeza ou desinfetantes ajudam a remobilizar o mercúrio em separadores de amálgama de unidade de tratamento dentário (KÜMMERER *et al.*, 1998). Estima-se que na Alemanha, a re-mobilização do mercúrio em separadores de amálgama com componentes desinfetantes oxidantes cause uma carga de mercúrio adicional de cerca de 32,5 kg/ano.

A carga de mercúrio re-mobilizada a partir de amálgama dentária por meio de componentes desinfetantes oxidantes em separadores de amálgama, contribuem para uma média de 7,3% das águas residuárias públicas, a qual pode ser reduzida para 0,3% se forem usados desinfetantes sem propriedades oxidantes (KÜMMERER *et al.*, 1998)

A substituição de desinfetantes contendo agentes oxidantes por desinfetantes ou agentes de limpeza sem componentes oxidantes poderia ajudar a reduzir substancialmente a emissão de mercúrio no ambiente aquático.

Os compostos Orgânicos Halogenados (AOX) são persistentes no ambiente e acumulam-se na cadeia alimentar. Alguns são tóxicos ao homem e a outros organismos, conseqüentemente, é necessário minimizar sua emissão no ambiente aquático.

Um das fontes que contribuem para a formação dos AOX, são os meios de contraste para raio-X, que contêm iodo. Os meios de contraste para raios-X são designados para a estabilização do metabolismo humano. Eles têm alta toxicidade para o homem e difícil metabolização (SCHÖBEL e GÜNZEL, 1993 apud KÜMMERER, 2005).

KÜMMERER (2005) citando outros autores, afirma que o iodo geralmente contribui muito para a concentração de AOX total, medida em efluentes municipais e hospitalares, e a alta proporção deste halogênio encontrado nos AOX é freqüentemente devida à emissões a partir de hospitais ou clínicas radiológicas.

Uma outra fonte que contribui para a formação de AOX são os compostos Cloramina T e outros agentes, tais como, hipoclorito de sódio ou ácido 1,3-diclorisocianúrico, que formam cloro elementar, o qual é responsável pelo efeito desinfetante desta substância. Compostos orgânicos halogenados são formados pela reação do cloro com os compostos orgânicos do efluente. Isto resultará em um aumento de AOX no efluente. De acordo com a literatura, a formação de AOX por meio de cloramina T é, entretanto, substancialmente menor do que por meio de outros formadores de cloro elementar, tal como hipoclorito de sódio (HAHN *et al.*, 1994 apud KÜMMERER, 2001).

Uma sugestão dada pelo autor, para a redução de AOX no efluente destes estabelecimentos é a mudança do princípio ativo do desinfetante. Segundo KÜMMERER (2001), a desinfecção com substâncias ativas e procedimentos eletroquímicos que não liberam cloro elementar também podem ajudar a reduzir os AOX (SCHULZ e HAHN, 1997). Desinfetantes baseados em iodo-PVP não contribuem para AOX.

Um estudo realizado por EMMANUEL *et al.* (2005) na França, avaliou o risco ambiental decorrente do descarte de efluentes hospitalares, sem um tratamento adequado, na rede de coleta pública de esgotos. Foram realizadas duas campanhas de amostragens, em 2001 e 2002, nos efluentes originários do Departamento de Doenças Tropicais e Infecciosas (DDTI), com capacidade de 144 leitos. Este departamento representa 19,2% da capacidade de todo o hospital. O efluente foi coletado, antes de

misturar com os efluentes dos demais departamentos do hospital, que eram despejados na rede coletora de esgotos, sem nenhum tratamento.

Os autores observaram que, os efluentes coletados no DDTI, não receberam efluentes do departamento de radiografia, enfatizando que estes efluentes contêm as principais substâncias que contribuem para a formação de AOX nos efluentes hospitalares. Os autores compararam os valores de DBO₅ (200 a 1559 mg/L), DQO (362 a 2664 mg/L) e SST (155 a 298 mg/L), obtidos nas amostras coletadas no DDTI, àqueles reportados por METCALF E EDDY (1991), e observaram que os resultados obtidos para estes parâmetros, excetuando para SST, foram maiores do que os valores normalmente encontrados em esgotos domésticos. As concentrações de cloro determinadas nas amostras do DDTI, foram de 47 a 359 mg/L, maiores do que os propostos para esgoto domésticos. Ainda segundo os autores, estas diferenças podem estar relacionadas à importantes quantidades de desinfetantes contendo cloro, usados nos hospitais.

EMMANUEL *et al.* (2005) atribuem a toxicidade em organismos aquáticos, às altas concentrações de NH₄⁺ (28-68 mg/L), detectadas nas amostras dos efluentes hospitalares. Porém, os pesquisadores enfatizam a necessidade de realização de estudos complementares, sobre os riscos toxicológicos associados aos destinos dos desinfetantes, produtos farmacêuticos e de tenso-ativos presentes nos efluentes do hospital.

2.10 – TRATAMENTOS DE EFLUENTES HOSPITALARES

Os vários riscos associados aos efluentes hospitalares, apontam para a necessidade de tratamento destes efluentes, antes de serem lançados no ambiente ou até mesmo na rede pública coletora de esgotos.

GUEDES e VON SPERLING (2005), analisaram a necessidade ou não do tratamento de efluentes oriundos da rede hospitalar, antes do lançamento na rede pública coletora de esgoto, apontando duas possíveis condições a serem verificadas: a primeira, quando há similaridade entre os parâmetros do efluente e o esgoto doméstico, não havendo a necessidade de tratamento específico. E se constatada a não similaridade entre essas águas servidas, de forma que a diferença aponte para o maior impacto do

esgoto hospitalar em relação ao esgoto público, fica incontestável a necessidade do tratamento do efluente do Serviço de Saúde, antes do lançamento na rede pública.

GAUTAM *et al.* (2007) realizaram estudo preliminar de opções de tratamentos físico- químicos para efluentes hospitalares. Os autores estudaram opções de tratamento de efluentes, realizado em um hospital, na Índia, com aproximadamente 2000 leitos que gera cerca de 2400 m³ de efluentes por dia. O efluente foi submetido a tratamentos físico-químicos convencionais, na seguinte seqüência: coagulação química, com cloreto férrico (FeCl₃), após coagulação o efluente passou por processo de sedimentação, por duas horas, filtração em um filtro de papel (Whatman nº 1), para simular filtro de areia com filtração rápida, e desinfecção com agente desinfetante, hipoclorito de cálcio. Com esta seqüência de tratamento, os pesquisadores obtiveram uma redução de DQO de 1.067 mg/L para 250 mg/L.

Os tratamentos físico-químicos sugeridos, são basicamente processos de separação e retêm uma quantidade de bactérias, em cada etapa do processo, segundo os autores, o efluente tinha uma contagem bacteriana inicial de 2,5 x 10⁷ Unidades Formadoras de Colônias (UFC) /mL e após o tratamento físico-químico a contagem bacteriana foi para 35 X 10⁴ UFC/mL. Por conseguinte, a redução de UFC após a cloração foi de quase 98,5%. A desinfecção por lâmpada ultravioleta, foi sugerida como outra opção de desinfecção pelos autores.

A retenção das bactérias durante o processo, implica em um tratamento posterior, no lodo, os autores sugerem uma incineração do material seco, junto com os resíduos sólidos infectados do hospital. Pois, os autores afirmam que há uma alta concentração de helmintos e de outros agentes patogênicos nos lodos produzidos durante o processo de tratamento.

KAJITVICHYANUKUL e SUNTRONVIPART (2006), realizaram estudo de tratamento de efluentes, de um hospital na Tailândia, utilizando um processo foto-Fenton como tratamento prévio, com o objetivo de melhorar a biodegradabilidade do efluente, seguido de um tratamento biológico de lodos ativados. DQO, DBO₅ e COT, foram selecionados como parâmetros físico-químicos, para acompanhar a eficiência do processo de tratamento. O volume total de efluentes do presente hospital foi estimado em 350 m³ por dia. O estudo foi realizado por um período de 28 dias, e a composição diária das amostras dos efluentes foi feita por 24 h.

O aparato experimental do processo de tratamento foto-Fenton, consistiu de um reator cilíndrico de quartzo encamisado, e uma lâmpada de 10 W germicida com

comprimento de onda 254 nm. A temperatura do reator foi mantida em um intervalo de 25-31°C. O volume de solução aquosa, em todos os experimentos foi de 1000 mL. A adição de quantidades adequadas de compostos fotocatalíticos (H_2O_2 ou Fe^{2+}/H_2O_2), foi feita nos efluentes do hospital no início do processo de irradiação, trabalhando com uma razão de dosagem de DQO: H_2O_2 :Fe(II) de 1:4:0,1, e um pH de reação de 3. O período de irradiação foi de 2 horas para todos os experimentos.

De acordo com DE LAAT *et al.* (1994) *apud* KAJITVICHYANUKUL e SUNTRONVIPART (2006) o pH ácido é o mais apropriado para a decomposição com H_2O_2 e interação H_2O_2 e Fe(II), para gerar o radical hidroxil ($\bullet OH$).

Neste estudo, os pesquisadores levantaram as fontes de geração de produtos químicos que contaminam os efluentes do hospital. Os locais de geração, indicados foram laboratórios, salas de análises e salas de embalsamento. Os produtos levantados foram os seguintes: Butanol, xileno, formaldeído, acetona, ácido pícrico, ácido acético, eosina, brometo de etídio, clorofórmio, fenol, clorofenol, glicerol, álcool e ácido fórmico. Os quais, segundo os autores, conferiam aos efluentes toxicidades entre 75 e 100%.

Apesar dos autores detectarem fenóis nos compostos que geraram os efluentes, não foram apresentados resultados de análises deste parâmetro em nenhuma fase da caracterização destes efluentes.

As características dos efluentes sem tratamento, efluentes pré-tratados com processo foto-Fenton, bem como o efluente tratado após o tratamento biológico estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Principais características dos efluentes sem tratamento do hospital, efluentes após pré-tratamento por processo foto-Fenton e efluente final após o tratamento biológico.

Parâmetros	Efluente bruto	Efluente pré tratado	Efluente final
DQO (mg/L)	1350	310	67,5
DBO (mg/L)	410	159	8
SST (mg/L)	115	45	35
SSV (mg/L)	65	25	10
Cloretos (mg/L)	300	47	30
$NH_4^+ -N$ (mg/L de N)	80	20	13

NO ₂ + -N (mg/L de N)	<0,0005	<0,0005	<0,0005
NO ₃ + -N (mg/L de N)	0,50	0,35	0,20

Fonte: KAJITVICHYANUKUL e SUNTRONVIPART (2006)

Os autores concluíram que os resultados obtidos demonstraram que o processo foto-Fenton foi eficaz, como processo prévio de tratamento, para aumentar a biodegradabilidade dos efluentes do hospital.

Em um hospital na Índia Central, com 350 leitos, CHITNIS *et al.*(2004) estudaram bactérias Gram negativas com multi-resistência à antibióticos, em cada estágio da estação de tratamento de efluentes (ETE) do hospital. O sistema de tratamento consistia das seguintes etapas: grades de separação, tanque de coleta, tanque de flotação (remoção de óleos e graxas), pré-filtro, filtro de alta pressão, tanque de cloração e tanque com efluente tratado. A ETE, deste hospital tem capacidade para tratar 350.000 m³ de efluente por dia, com uma geração de mais de 300 m³ de efluente tratado por dia, e mais de 5.000 kg / mês de resíduos sólidos (lodos). Foram feitas amostragens no tanque de coleta, tanque de aeração, tanque de clarificação, filtro de alta pressão e tanque de efluente tratado.

CHITNIS *et al.*(2004), observaram uma redução na contagem bacteriana em cada fase da ETE. A persistência de população bacteriana multi-resistente à antibióticos, foi vista em todas as fases do processo de tratamento, exceto no tanque de efluente tratado.

As contagens bacterianas, mostraram uma redução drástica após o tanque de clarificação. Os autores concluíram que, possivelmente, as bactérias residuais permaneceram na fase líquida do lodo. Porém, ao secarem o lodo ao sol, não houve inativação dos efeitos adversos da população bacteriana, pois as contagens aumentaram para 5,7 10⁸/g, sugerindo um efeito acumulativo na massa sólida. O efluente tratado com cloro, na última fase, praticamente destruiu a massa bacteriana, as bactérias residuais (5,1x10²/mL), eram predominantemente bacilos aeróbios.

O desempenho de um bioreator com membrana (BRM), de fibra oca submersa, para tratamento de efluentes de um hospital na China, foi investigado por WEN *et al.* (2004). O sistema foi criado e instalado em hospital da comunidade de Haidian, com uma capacidade de tratamento de 20 m³ por dia. O biorreator com volume de 6 m³, separado em duas partes iguais, continha em cada parte um módulo de membrana de polietileno (Mitsubishi Raygon Co. Ltd. Japão), com tamanhos de poro de 0,4 µm. Cada

conjunto continha 24 módulos, com uma área total de 96 m². Os resultados da composição do esgoto hospitalar antes e após o tratamento e o padrão para o descarte de efluente hospitalar preconizado pelas autoridades sanitárias da China, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição do esgoto hospitalar antes e após o tratamento e o padrão para o descarte (China).

Parâmetros	Efluente bruto	Efluente tratado	Padrão para lançamento *
DQO (mg/L)	48 – 277,5	< 30	150
DBO ₅ (mg/L)	20 – 55	< 0,4	100
NH ₄ ⁺ - N (mg/L)	10,1 – 23,7	< 1	25
Turbidez (NTU)	6,1 – 27,9	< 4	-
Temperatura	14 – 20	16 – 18	< 55
pH	6,2 – 7,1	6,2 – 7,1	6 - 9
Bactérias (número/L)	9,9 x 10 ³	-	-
<i>E.coli</i> (número/100mL)	> 1600	< 23	< 50

Fonte: WEN et al (2004).

* GBJ48-83: Padrão para o descarte de esgoto hospitalar. NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez

As eficiências de remoção de DQO, nitrogênio amoniacal (NH₄⁺ - N (mg/L) e turbidez foram de 80%, 93 e 83%, respectivamente. A remoção *Escherichia coli* foi superior a 98%. O efluente não tinha qualquer cor e cheiro. A pressão transmembrana aumentou lentamente durante 6 meses operação. E não foram necessárias limpezas nas membranas durante os 6 meses de operação. WEN *et al.* (2004) concluíram que o processo de separação por membrana desempenhou um papel importante na qualidade e estabilidade do efluente tratado.

A eficiência de remoção dos parâmetros, citados por WEN *et al.*(2004), pode estar associada às baixas cargas de poluentes que o hospital apresentou, os valores determinados são muito baixos se comparados aos valores apresentados por GUEDES e VON SPERLING (2005). Os valores de concentrações de DQO, levantados na literatura e publicados por GUEDES e VON SPERLING (2005), para esgotos domésticos e

efluentes hospitalares, variaram entre 244 e 1473 mg/L, as concentrações de *E. Coli* / 100 mL variaram entre $2,62 \times 10^4$ e $2,3 \times 10^9$.

PRADO (2007), no Rio de Janeiro, avaliou a eficiência de um sistema de tratamento de efluente hospitalar, por processo anaeróbio, na remoção de coliformes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, resistentes à antibióticos e Vírus da Hepatite A. O sistema experimental estudado constituía de uma unidade de reator UASB, seguido de pós-tratamento por três filtros anaeróbios, dispostos em série. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: DQO, DBO5, pH, turbidez, amônia e SST. Foram realizadas 10 coletas de esgoto e lodo de esgoto, para as análises bacteriológicas e 5 coletas de esgoto e lodo de esgoto, para as análises do vírus da hepatite A. As coletas foram realizadas entre outubro de 2005 a novembro de 2006 e ocorreram no período da manhã (entre às 9:00 e 11:00 horas), a maioria delas às segundas-feiras.

As coletas realizadas em um mesmo dia da semana, podem induzir a um erro de amostragem, visto que, as atividades terapêuticas do hospital podem variar durante a semana e conseqüentemente conferir características físico-químicas e bacteriológicas diversificadas aos efluentes.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e da vazão, obtidos por PRADO (2007), estão apresentados na Tabela 4.

O autor concluiu que o sistema de tratamento estudado, se mostrou eficiente na remoção dos parâmetros físico-químicos analisados e os valores encontrados no efluente final de pH = 6,54, DBOs = 4,25 mg/ L e turbidez = 5,34 UNT, atingiram um limite adequado, atendendo às especificações da Resolução CONAMA 357/2005, para padrões de corpos receptores de classe II. Entretanto, o tratamento não se mostrou muito adequado para reduzir a carga de microrganismos como desejado, uma vez que o Número Mais Provável (NMP) de coliformes do efluente final foi elevado, da ordem de 10^6 NMP/ 100 mL, concentrações estas, acima dos padrões de coliformes permitidos para um corpo receptor de classe II, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos e da vazão, obtidos da estação de tratamento de esgoto hospitalar

Parâmetros	Unidade	Média	Desvio padrão
Vazão	L/s	2,37	0,27
SST (lodo)	Mg/L	1726,5	1441,7

pH afluente	-	6,95	0,11
pH UASB	-	6,96	0,15
pH efluente	-	6,54	0,40
Turbidez afluente	NTU	44,9	28,3
Turbidez UASB	NTU	13,41	11,02
Turbidez efluente	NTU	5,34	3,69
Amônia afluente	mg. L	13,57	6,33
Amônia UASB	mg. L	17,79	20
Amônia efluente	mg. L	4,46	7,18
DBO ₅ afluente	mg. L	30,15	13,11
DBO ₅ UASB	mg. L	11	4,3
DBO ₅ efluente	mg. L	4,25	4,85
DQO afluente	mg. L	158,43	81,3
DQO UASB	mg. L	71,82	11
DQO efluente	mg. L	34,3	15,98

Fonte: PRADO (2007).

Os parâmetros físico-químicos estabelecidos para avaliação, neste estudo, não são conclusivos no que diz respeito à toxicidade do efluente. Apesar da alta degradabilidade do efluente, o autor não levantou as concentrações de metais e nem de fenóis, que são parâmetros que conferem aos efluentes um alto grau de contaminação ao ambiente.

2.11– PROCESSO FOTO-FENTON PARA TRATAMENTO DE FENÓIS TOTAIS

De um modo geral, não há trabalhos na literatura, que levasse em conta a degradação de fenóis totais presentes nos efluentes de hospital. No entanto há indicações que o processo foto-Fenton pode ser utilizado para a degradação destes compostos.

De acordo com GERNJAK *et al.* (2003) os compostos fenólicos, são os principais responsáveis pela toxicidade de diversos efluentes. Com o objetivo de avaliaram a degradação de seis compostos fenólicos, os autores utilizaram a reação foto-Fenton, sob luz artificial e sob luz solar. Neste experimento, os pesquisadores concluíram que todos os compostos foram completamente mineralizados (índice de

fenol inicial de 130 mg/L) e não foram produzidos compostos intermediários não-degradáveis, nem em experiências com um único composto e nem para mistura de compostos fenólicos.

Segundo GERNJAK *et al.* (2003) a eficiência da degradação pelos raios emitidos pela luz solar, justifica a utilização do processo foto-Fenton em efluentes industriais.

Atualmente, o reagente Fenton é utilizado para tratar uma variedade de efluentes industriais contendo diversos compostos orgânicos tóxicos (fenóis, formaldeídos, benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos e resíduos complexos derivados de corantes, pesticidas, preservativos de madeiras, aditivos plásticos) (US PEROXIDE, 2006b *apud* BORTOLETTO, 2007):

BORTOLETTO (2007) realizou uma comparação entre o processo Fenton e o processo foto-Fenton, a fim de avaliar a influência da irradiação UV na degradação do efluente (revelador radiográfico) gerado no laboratório de revelação de radiografias da clínica odontológica do HUM. De acordo com o autor, o processo Fenton, degradou em torno de 49% dos fenóis totais, e no processo foto-Fenton a degradação foi de aproximadamente 60%. Desta forma, BORTOLETTO (2007) concluiu que, para as mesmas condições experimentais, o processo foto-Fenton mostrou-se mais eficiente na degradação de compostos fenólicos contidos no revelador radiográfico.

CAPÍTULO 3

OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

O objetivo geral deste trabalho é a formulação de um plano de gerenciamento de efluentes de serviços de saúde, gerados no Hospital Universitário Regional de Maringá (HUM).

Como objetivos específicos pode-se relacionar:

- Caracterização quantitativa e qualitativa setorial da geração dos efluentes;
- Caracterização quantitativa e qualitativa dos efluentes gerados em setores específicos;
- Tratamento, em escala laboratorial, de efluentes gerados no HUM.

JUSTIFICATIVA:

A implantação de um programa de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, tornou-se obrigatória a partir da publicação das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, que obrigam os estabelecimentos a se responsabilizarem pelos resíduos gerados.

Portanto, não somente pela necessidade, mas também pela obrigatoriedade, o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde é essencial para o funcionamento dos estabelecimentos de saúde.

Com relação à geração e tratamento de efluentes, deve-se ressaltar, que pouco ou quase nada foi estudado e/ou implementado, desta forma a importância deste estudo torna-se evidente.

Neste sentido, propõe-se um trabalho que atenda à necessidade de implantação de um plano de gerenciamento de efluentes de serviços de saúde gerados no Hospital Universitário Regional de Maringá, como forma de atenuar o impacto da geração e lançamento de tais efluentes no ambiente.

CAPÍTULO 4

MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA HIERÁRQUICA

A identificação da hierarquia no hospital é importante para a elaboração, implementação e controle do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, pois indica quais profissionais deverão ser contatados para que se autorize e execute as atividades do PGRSS.

Esta identificação foi feita utilizando-se o organograma do hospital, que dispõe da identificação das divisões de atividades, bem como as diretorias que as administram.

4.2 QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS POTENCIALMENTE POLUIDORES

A quantificação do consumo de medicamentos e produtos químicos no hospital e a identificação dos potencialmente poluidores, é feita para indicar o potencial de geração de efluentes.

A quantificação dos medicamentos e produtos químicos foi feita por meio de relatórios de consumo anual, cedidos pelo almoxarifado da farmácia e o almoxarifado central do hospital.

Na identificação dos produtos químicos, quanto aos riscos de manuseio e toxicidade, utilizou-se fichas individuais de riscos tóxicos, adaptadas do *Centre de Coordination de La Lutte Contre Infections Nosocomiales (CLIN, 1999)*, apresentadas no Anexo II.

4.3 - DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES

Nesta etapa, juntamente com o Grupo Gestor de Resíduos do HUM, foi definido um responsável que acompanhou as visitas aos diversos setores do hospital. Nestas visitas foram feitas entrevistas com os profissionais que trabalhavam nos setores, auxiliadas por um roteiro para coleta de dados (Anexo III), com o intuito de identificação dos pontos de geração de efluentes.

Estas entrevistas foram realizadas após o entrevistado ter assinado o termo de consentimento, apresentado no Anexo IV.

4.4 - CARACTERÍSTICAS DO ESTABELECIMENTO EM FUNÇÃO DA GERAÇÃO DE EFLUENTES

Para a caracterização do estabelecimento desenvolveu-se as seguintes atividades:

- Identificação da estrutura física: por meio de uso de plantas baixas ou croquis, plantas hidráulicas e de esgoto e contas de água do HUM;
- Diagnóstico da situação atual: levantamentos de dados operacionais junto à administração do hospital.
- Organização de estrutura por setores e seu mapeamento: por meio de uso de plantas baixas ou croquis e visitas de reconhecimento dos locais de estudo;
- Definição de sub-setores, distribuídos por afinidade de atividades ou responsáveis em comum: levantamentos de dados junto à administração do hospital e visitas e entrevistas com os profissionais nas áreas de estudo.

4.6 AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DOS EFLUENTES

Para a avaliação da geração dos efluentes foram coletadas informações nos setores de interesse, determinados a partir da caracterização do estabelecimento em função do efluente. Os setores visitados foram: Hemocentro, Laboratório de Análises Clínicas, Lavanderia, Central de Diluição da Farmácia, Expurgo da Central de Material e Esterilização, Raio-X e Tomografia e Raio-X (Pronto socorro), Laboratório de Anatomia Patológica. Além destes setores, também foram consultados a Central de

Almoxarifado da Farmácia e o setor de Compras do HUM, para obter-se informações complementares.

Foram coletados dados sobre os efluentes, por meio de entrevistas com os profissionais que trabalham nos setores de estudo, levantamento de dados nos processos de compras do HUM, medições diretas e registro das quantidades dos líquidos descartados na rede coletora de esgotos, e por segregação e quantificação dos líquidos gerados nos setores.

4.5.1- Identificação dos pontos específicos de geração de efluentes

Nesta etapa identificaram-se todos os pontos de geração de efluentes (unidade ou serviço), com o intuito de verificar a possibilidade de segregação dos mesmos. As fichas com as informações sobre a geração dos efluentes estão apresentadas no Apêndice I.

O primeiro local visitado foi o Hemocentro, onde foram coletados dados de efluentes gerados em atividades de análises nos laboratórios de Distribuição, Imunohemato, Controle de Qualidade, Sorologia.

O laboratório de Análises Clínicas foi visitado na seqüência e os dados foram levantados em relação às análises patológicas, desinfecção, esterilização e coloração de Gram.

Na lavanderia foram coletadas informações relacionadas às atividades de lavagem de roupas com sujidade leve e sujidade pesada.

No setor de compras fez-se o levantamento dos produtos químicos que são utilizados para limpeza de pisos de todo o hospital.

Na Central de Diluições, a quantificação dos líquidos foi realizada com a segregação e medição dos volumes, por intermédio de uma proveta de capacidade de 100 mL, no período de um mês.

Na sala de expurgos da Central de Material e esterilização, registrou-se o consumo de produtos que são utilizados nas lavagens de materiais contaminados, desinfecção e esterilização.

E finalizando esta etapa, quantificou-se os volumes dos líquidos que são descartados pelo Laboratório de Anatomia Patológica, por meio de segregação destes líquidos em recipientes plásticos, por um período de dois meses.

4.5.2- Caracterização dos efluentes identificados

Foram realizadas amostragens das águas residuárias da processadora de raio-x (Processadora Lotus LX-M), do Pronto atendimento do hospital, durante o processamento de radiografias. Nestas amostragens foram medidas as vazões de geração de efluentes e determinados os parâmetros DQO e os Fenóis Totais nestas águas residuárias.

4.5.3 Amostragens

Em uma primeira etapa, foram coletadas 20 amostras compostas para a caracterização dos efluentes do HUM e Hemocentro. Num período de 15 semanas, entre os meses de agosto a dezembro de 2006, iniciando-se nas segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras, e com duas semanas de intervalo, foram feitas coletas nas terças-feiras e quintas-feiras, sucessivamente. Os dias de coletas foram definidos de forma que se pudessem realizar análises referentes a todos os dias úteis da semana. Ficando portanto programadas 4 coletas de cada dia da semana, totalizando em 20 dias de amostragens.

Neste período foram realizadas, paralelamente, cinco coletas compostas, utilizadas na caracterização microbiológica.

As amostras foram coletadas em dois pontos, um ponto para o qual converge todo o esgoto proveniente do HUM e outro proveniente do Hemocentro, ambos imediatamente anteriores ao lançamento na rede pública de esgotos.

As coletas para caracterização físico-química, foram feitas nos períodos de maior circulação de pessoas no hospital, das 8:00 às 17:30h, com intervalos de 30 minutos. Foram retirados, a cada 30 minutos, 200 mL de efluente com o auxílio de um frasco coletor, os quais foram armazenados em recipientes de 5000 mL e mantidos sob refrigeração. Ao fim da coleta, obteve-se um volume de 4000 mL. As amostras foram encaminhadas para caracterização no Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental (LGCPA) do Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá.

As coletas para identificação bacteriológica, foram feitas no período da manhã, das 8:00 às 12:00 h, com intervalos de 60 minutos. Foram retirados a cada hora, 150 mL

de efluente com o auxílio de um frasco coletor, o efluente foi colocado em um recipiente estéril de 1000 mL e mantido sob refrigeração. Ao fim de cada coleta obteve-se 750 mL da amostra composta dos efluentes. As amostras foram encaminhadas para identificação no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Análises Clínicas da Universidade Estadual de Maringá.

Numa segunda etapa, foram realizadas oito coletas nos anos de 2007 e 2008, para avaliação de alguns tratamentos dos efluentes. Estas coletas foram feitas no período da manhã, das 8:00 às 12:00 h, com intervalos de 30 minutos. Foram retirados, a cada 30 minutos, 200 mL de efluente com o auxílio de um frasco coletor, armazenados em recipientes de 5000 mL e mantidos sob refrigeração, ao fim da coleta obteve-se um volume de 2000 mL. As amostras foram encaminhadas para caracterização e tratamento no Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental do Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá.

Cinco destas amostras, foram coletadas, para identificação bacteriológica, seguindo os mesmos procedimentos descrito anteriormente, e encaminhadas para identificação no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Análises Clínicas da Universidade Estadual de Maringá, antes e após o tratamento no LGCPA.

Durante todas as coletas foram feitas medidas de pH em pHmetro (DIGIMED DM 2) e temperatura com termômetro com bulbo de mercúrio.

4.5.4 Caracterização dos efluentes

A caracterização da amostra composta foi feita por meio da determinação de parâmetros físico-químicos tais como: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total, Sólidos Suspensos Voláteis (SSV), Sólidos Totais (ST), Sólidos Sedimentáveis, Fosfato; Fenóis, pH, Turbidez, Temperatura e Metais: mercúrio (Hg) e prata (Ag) além de Testes de identificação de bactérias e provas de susceptibilidade a antibióticos.

4.5.4.1 Caracterização físico-química

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental do Departamento de Engenharia Química - UEM.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) foi determinada de acordo com o procedimento recomendado pelo “Standard Methods” (APHA, 1998), descrito no anexo V. Os testes de DQO baseiam-se na oxidação da matéria orgânica em meio ácido na presença de dicromato de potássio, sob aquecimento, por 2 horas.

As determinações da concentração da DQO nas amostras foram realizadas em triplicata.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

A determinação deste parâmetro baseia-se na oxidação bioquímica da matéria orgânica, por cinco dias, em condições adequadas de acordo com procedimento padrão do “Standard Methods” (APHA, 1998). Os resultados são determinados em função da diferença de oxigênio dissolvido presentes nas amostras no início e no quinto dia de incubação.

Potencial de Hidrogênio - pH

As medidas de pH foram feitas pelo método potenciométrico, realizadas por meio de pHmetro Digimed modelo DM20, segundo a metodologia descrita no manual do aparelho.

Turbidez

A turbidez foi medida em um espectrofotômetro marca HACH - modelo DR/2010, a um comprimento de onda de 860 nm, a medida é realizada em função de comparação da incidência de luz entre um padrão e as amostras. Os resultados são expressos em Unidades de Atenuação da Formazina (FAU).

Sólidos Sedimentáveis

A quantidade de sólidos sedimentáveis, foi determinada segundo a metodologia descrita no “Standard Methods” (APHA,1998). Este método consiste na sedimentação, em Cone Imhoff, de um volume de 1000 mL de efluente homogeneizado. Após 1h mede-se, em mL/L, a quantidade de sólidos sedimentáveis presentes na amostra.

Sólidos Suspensos Voláteis

Determinações realizadas de acordo com a metodologia descrita no “Standard Methods” (APHA, 1998). Esta metodologia quantifica a porção dos sólidos suspensos totais, fixos e voláteis que fica retida em um filtro que propicia a retenção de partículas de diâmetro maior ou igual a 1,2 μm . O método para a determinação dos sólidos suspensos totais consiste na evaporação do material retido no papel de fibra de vidro, em estufa a 103-105°C, até peso constante. Para a determinação dos sólidos suspensos fixos, calcinou-se o papel à 550°C em forno mufla (Quimis). Os sólidos suspensos voláteis são determinados pela diferença de peso dos sólidos suspensos totais e fixos. Para a determinação dos pesos utilizou-se balança analítica (Accurlab).

Sólidos Totais (ST)

O método gravimétrico é empregado para a determinação de sólidos totais, fixos e voláteis, de acordo com a metodologia proposta pelo “Standard Methods” (APHA, 1998). O método para a determinação dos sólidos totais consiste na evaporação, em cápsulas de porcelana, de uma porção de amostra em estufa a 103-105°C, até peso constante.

Para a determinação dos sólidos fixos, calcinou-se as amostras à 550⁰C em forno mufla (Quimis). Os sólidos voláteis são determinados pela diferença de peso dos sólidos totais e fixos. Para a determinação dos pesos utilizou-se balança analítica (Accurlab). Procedimento descrito no Anexo VI.

Cor

A leitura de cor foi feita em espectrofotômetro marca HACH - modelo DR/2010, a um comprimento de onda de 455 nm, calibrado com padrões de platina/cobalto. O parâmetro cor pode ser expresso como aparente ou real. A cor aparente inclui a cor dos materiais dissolvidos mais a matéria em suspensão. Por meio da filtração ou centrifugação, elimina-se o material em suspensão, obtendo-se a cor real.

Metais

Para a determinação dos metais, as amostras líquidas foram filtradas em papel de filtro de fibra de vidro com diâmetro médio de poros de 1,2 µm. A determinação analítica dos elementos foi realizada por meio do espectrômetro de absorção atômica Varian SpectrAA – 10 Plus, segundo a metodologia descrita no manual do aparelho.

Temperatura

Determinada por meio de termômetro de vidro com bulbo de mercúrio;

Fenóis Totais

A concentração de Fenóis Totais foi determinada pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, proposto por SCALBERT *et al.* (1989). A leitura do complexo colorido foi monitorada utilizando-se espectrofotômetro marca HACH modelo

DR/2010, a um comprimento de onda de 760nm, no qual era inserida uma curva padrão para os reagentes previamente preparados. O procedimento está descrito no Anexo VII.

Sulfetos

A determinação do teor de sulfetos foi realizada por meio de um espectrofotômetro marca HACH - modelo DR/2010, a um comprimento de onda de 665 nm (método 8131 – manual HACH). Neste método a reação do oxalato de N,N-dimetil-p-fenilenediamina com sulfeto de hidrogênio e sulfetos metálicos ácidos, solúveis na amostras, formam azul de metileno. A intensidade da cor azul é proporcional à concentração de sulfeto.

Nitrogênio

A concentração de Nitrogênio Total das amostras foi determinada pelo método de digestão do Persulfato, seguindo método 10072 do espectrofotômetro marca HACH - modelo DR/2010, a um comprimento de onda de 410nm. A concentração de Nitrogênio Total foi determinada em mg/L de Nitrogênio.

Determinação da Concentração de Fe^{2+}

A determinação da concentração de Fe^{2+} na solução de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, foi realizada por meio do método titrimétrico com uma solução de dicromato de potássio (PAVAN *et al.*, 1992). Neste procedimento, a 10 mL de uma solução de $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N são adicionados 50 mL de água destilada, 3 mL de ácido ortofosfórico e 3 gotas de solução de difenilamina 1 %. Então, titula-se com solução de sulfato ferroso 1 mol/L até a viragem de azul escuro para verde. A concentração de Fe^{2+} era obtida por meio da equação:

$$C_{Fe^{2+}} = \frac{N \times V \times 55,847 \times 1.000}{V} \quad (3.3)$$

em que:

N = normalidade da solução padrão de dicromato de potássio;

V = volume de dicromato de potássio empregado (mL);

v = volume de solução gasto na titulação (mL);

$C_{Fe^{2+}}$ = concentração do íon ferroso (mg/L).

Determinação da Concentração de Peróxido de Hidrogênio

A determinação da concentração de peróxido de hidrogênio na solução estoque e residual foi efetuada pelo método de titulação iodométrica (US PEROXIDE, 2006c) com uma solução de permanganato de potássio padronizada com oxalato de sódio (MORITA & ASSUMPÇÃO, 1981). O procedimento está descrito no Anexo VIII.

4.5.4.2 Caracterização microbiológica

Os testes de identificação e de resistência aos antimicrobianos de bactérias Gram negativas não fermentadoras, foram realizados no laboratório de Microbiologia Básica do Departamento de Análises Clínicas – UEM.

Isolamento e identificação de bactérias: enterobactérias e pseudomonas

Foram feitas diluições seriadas das amostras, em duplicata, até alcançar a quarta diluição. Em seguida, foram semeados em duplicatas 100 µL das diluições 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} nos meios de culturas, Ágar Mac Conkey, Ágar Salmonella-Shigella, Ágar Manitol Salgado e Ágar Sabouraud Dextrose. As amostras foram incubadas à 37°C por 24 e 48 horas. Após incubação foram feitas leituras para quantificação das colônias. Foram realizadas análises pelos métodos de referência (contagem padrão em placas), sendo os resultados expressos em unidades formadoras de colônia (UFC).

A identificação das bactérias isoladas dos meios de cultura, Ágar Mac Conkey, Ágar Salmonella-Shigella, baseou-se nas características morfo-tintoriais por coloração de Gram e por provas bioquímicas com o auxílio do kit de identificação Enterokit B da Probac, contendo os seguintes testes: Hidrólise da uréia, produção de gás e H₂S, desaminação do triptofano, motilidade, descarboxilação da lisina, indol e citrato.

As características de identificação de cada meio de cultura utilizado nesta pesquisa, estão dispostas a seguir, segundo manual da DIFCO de 2003.

O meio de cultura Ágar Sabouraud, é recomendado para o cultivo, isolamento e identificação de fungos patogênicos e leveduras.

As enterobactérias são investigadas utilizando-se o meio seletivo MacConkey, que inibem as bactérias Gram-positivas possibilitando o isolamento seletivo e primário de bacilos Gram-negativos. As Peptonas, presentes no meio, são fontes de nitrogênio e outros nutrientes. Lactoses são carboidratos fermentáveis. Quando a lactose é fermentada causa uma queda do pH, e há uma mudança na cor do indicador de pH (vermelho) e precipitação de bÍlis. Sais de bÍlis são agentes seletivos que inibem o crescimento de organismos Gram-positivos

Agar SS é um meio seletivo que contém sais biliares e corante verde brilhante e citratos, que inibem muitas bactérias Gram (+), e isola *Salmonella* e *Shigella*. A diferenciação dos organismos entéricos está associada a incorporação da lactose ao meio. Os organismos fermentam a lactose e produzem ácido, na presença de um indicador vermelho, resulta na formação de colônias vermelhas. A lactose não fermentada formam colônias brancas. Este último grupo contém a maioria dos patógenos intestinais, incluindo *Salmonella* e *Shigella*. O Tiosulfato de sódio e Citrato férrico viabilizam a detecção da produção de sulfeto de hidrogênio como evidenciado pelas colônias de centros pretos.

O meio Agar Manitol Sal inibe a maior parte dos microrganismos, permitindo o crescimento da famílias *Micrococcaceae* (cocos Gram+). É um meio nutriente devido ao seu teor de peptonas e de extrato de carne bovina, que fornecem elementos essenciais para o crescimento, tais como nitrogênio, carbono e enxofre. A concentração de 7,5% de Cloreto de sódio resulta na inibição completa ou parcial de bactérias que não sejam estafilococos.

Provas de susceptibilidade (antibiograma)

As provas de susceptibilidade a antibióticos tem por princípio a medida da resistência da bactérias aos antibióticos, previamente selecionados, de acordo com a utilização destes medicamentos no estabelecimento. Os bacilos gram-negativos isolados, pertencentes à família Enterobacteriaceae, foram submetidos ao teste de

difusão em Ágar proposto por Kirby e Bauer (1966). Após cultivo microbiano de 24 horas a 35° C, as amostras são diluídas em água destilada, até se obter uma turvação visualmente comparável a suspensão padrão de bário ajustada a 0,5 na escala Mc Farland. Este padrão equivale a um inóculo com 1×10^6 unidades formadoras de colônias (UFC) por mL.

Com o auxílio de um cotonete (swab), previamente esterilizado em autoclave, semeou-se o inóculo em uma placa de Petri 15x150 mm em três planos, deixando o inóculo secar durante um período de 3 a 5 minutos, à temperatura ambiente. Foram aplicados os discos contendo os antibióticos, com auxílio de uma pinça esterilizada. Incubou-se a placa na estufa a 35°C durante 18-24 horas e realizou-se a leitura, medindo os halos de inibição, e interpretando, segundo as recomendações do Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2006).

Os doze antibióticos utilizados nas provas de susceptibilidade foram: amicacina, aztreonam, cefepime, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, ciprofloxacina, gentamicina, meropenem, piperacilina, sulfazotrim e trimetoprim. Os discos de antimicrobianos utilizados, foram distribuídos na placa de petri, de acordo com a Figura 7 .

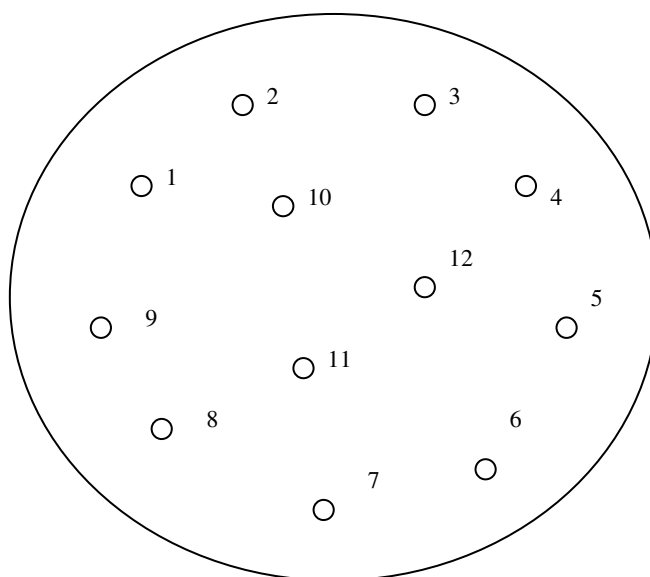


Figura 7– Distribuição dos discos de antibióticos nas placas de petri

A sequência numérica apresentada na Figura 7, corresponde aos seguintes antibióticos: 1- meropenem (MER), 2- trimetoprim (TRI), 3- sulfazotrim(SUT), 4- ceftriaxona(CRO), 5- ceftazidima(CAZ), 6- ciprofloxacina(CIP), 7- gentamicina(GEN), 8- cefepime(CPM), 9- cefotaxima(CTX), 10- aztreonam(ATM), 11- amicacina(AMI) e 12- piperacilina(PPT).

4.7 - TRATAMENTOS DO EFLUENTE DO HUM

4.6.1 – Testes para avaliação do grau de desinfecção e de remoção de fenóis dos efluentes do HUM

Das amostras coletadas do HUM nos anos de 2007 e 2008, algumas foram submetidas a tratamentos para avaliar o grau de desinfecção e outras para avaliar o grau de desinfecção e a remoção de fenóis totais, como descritos na Tabela 5.

Para avaliação do grau de desinfecção dos efluentes do HUM, foram realizadas contagens de bactérias, antes e após a submissão a algum tipo de tratamento. O número de unidades formadoras de colônias, foram quantificados em cada meio de crescimento, antes e após o tratamento proposto.

Tabela 5 – Tipos de tratamentos realizados nas amostras provenientes do HUM, em 2007 e 2008.

Data da coleta e tratamento	Tipo de tratamento	Tipo de avaliação
18/05/07	UV 15 minutos UV 60 minutos	Desinfecção
04/06/07	UV 120 minutos	Desinfecção
19/06/07	Filtro de areia	Desinfecção
25/07/07	Filtro de areia Filtro de areia + UV	Desinfecção
24/10/07	Fenton 120 minutos	Desinfecção e remoção de fenóis totais
31/08/07	Foto-fenton 60 minutos Foto-fenton 120 minutos	Desinfecção e remoção de fenóis totais
21/02/08	Foto-fenton 60 minutos Foto-fenton 90 minutos Foto-fenton 120 minutos	Remoção de fenóis totais
18/04/08	Foto-fenton 60 minutos Foto-fenton 90 minutos Foto-fenton 120 minutos	Remoção de fenóis totais
09/05/08	Foto-fenton 60 minutos	Remoção de fenóis totais

Tratamento com lâmpada de raios Ultravioleta

Para avaliação da desinfecção dos efluentes do HUM foram realizados testes de exposição do efluente do HUM à lâmpada ultravioleta (UV).

Neste sistema de tratamento, o efluente circulava através de um tubo de vidro em espiral de 9,0 mm de diâmetro, em torno de uma lâmpada UV (15 W; $\lambda = 380$ nm) de 43,5 cm de comprimento e 2,6 cm de diâmetro. Em cada experimento, 300 mL de efluente circularam com uma vazão 250 mL por minuto, em torno da lâmpada UV. Os experimentos foram conduzidos à temperatura ambiente. Foram realizados testes preliminares com 15 e 60 minutos de exposição aos raios UV, neste experimento, foram retirados 100 mL após 15 minutos de exposição à luz UV, diminuiu-se a vazão para aproximadamente 150 mL por minuto. Em um outro experimento, expôs-se 300 mL do efluente do HUM, à luz ultravioleta por 120 minutos.

Tratamento com filtro de areia

Foram filtradas amostras de efluentes do HUM em filtro de areia, com o propósito de avaliar a redução do número de bactérias existentes nos efluentes do HUM. Foram utilizadas proporções de 1:10 de camadas filtrantes, em relação às medidas das camadas filtrantes necessárias em um filtro de areia convencional, segundo manual de SANEPAR. As camadas filtrantes tinham as seguintes medidas: 4,5 cm de antracito de 1 mm de diâmetro efetivo, 2,5 cm de areia de 0,45 mm de diâmetro efetivo e 5 cm de seixos rolados com diâmetro médio de 1 cm e uma tela com abertura de 0,1 mm, na parte inferior para suporte. Filtrou-se 300 mL de efluente do HUM, o qual foi recolhido em frasco previamente esterilizado, e encaminhado para o laboratório de análises clínicas para isolamento, contagem e identificação e provas de susceptibilidade.

Tratamento com filtro de areia e Tratamento combinado filtro de areia e exposição à lâmpada de raios ultravioleta

Para uma determinada amostra composta de efluentes do HUM, foram feitos testes com filtração em filtro de areia, nas mesmas condições descrita anteriormente. Foi também realizado um teste com uma combinação de filtração com filtro de areia e exposição à raios ultravioletas, utilizada para avaliar a eficiência de remoção de bactérias. Filtrou-se 300 mL de efluente do HUM e em seguida submeteu-se esta amostra à raios ultravioleta por 120 minutos. As condições de filtração e exposição aos raios UV, foram as mesmas descritas nos teste anteriores.

4.6.2 – Teste preliminares para avaliação das condições dos tratamentos Fenton e Foto-fenton

Foram realizados testes para avaliar a influência do tempo reacional bem como da concentração de ferro, na eficiência de remoção de fenóis totais pela oxidação pelo reagente Fenton. Os experimentos foram realizados em Jar-Test (Jar-Test Milan-101), à temperatura ambiente, sob agitação constante de aproximadamente 150 rpm. Foram usados volumes de 150mL de efluente bruto, em becker de vidro com volume útil de 250 mL. Foram testadas as razões $[DQO]:[H_2O_2] = 1:4$ (m/m), variando as concentrações de ferro $[Fe]$ de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 e 0,6, pH = 3,0 e tempos de 60, 120 e 180 minutos.

Inicialmente, adicionou-se a quantidade necessária de ferro ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) à mistura a ser oxidada. A reação Fenton foi iniciada pela adição seqüencial da quantidade de H_2O_2 requerida, em três partes iguais, com intervalos de 10 minutos. Este procedimento foi adotado a fim de moderar o aumento de temperatura e minimizar o consumo de $HO\bullet$. O tempo reacional foi iniciado pela primeira adição de H_2O_2 ao reator de mistura.

Para determinar o tempo reacional, foram retiradas amostras nos tempos de 60, 90 e 120 minutos e determinada a concentração de fenóis totais para cada amostra, obtendo-se valores de fenóis totais em função do tempo de reação. Ao término do experimento, na mistura para a qual se obteve maior redução de fenóis totais, o pH foi ajustado para 8, com o intuito de precipitar o ferro oxidado, na forma de hidróxido

férrico. A mistura foi deixada em repouso por cerca de 15 horas, para que houvesse a sedimentação dos sólidos em suspensão. Foram analisados a concentração de fenóis totais, DQO e H_2O_2 residual, no sobrenadante da mistura.

4.6.3 - Sistema de tratamento Foto-fenton

O sistema de tratamento Foto-fenton consistiu de um reator de mistura perfeita, reator de vidro em espiral, lâmpada ultra-violeta, bomba peristáltica e tubos, dispostos de acordo com o apresentado na Figura 8. No reator fotoquímico, o efluente circulava através de um tubo de vidro em espiral de 9,0 mm de diâmetro em torno de uma lâmpada UV (15 W; $\lambda = 380 \text{ nm}$) de 43,5 cm de comprimento e 2,6 cm de diâmetro. Os experimentos foram conduzidos à temperatura ambiente. A quantidade de reagentes requerida foi determinada de acordo com a Demanda Química de Oxigênio inicial do efluente.

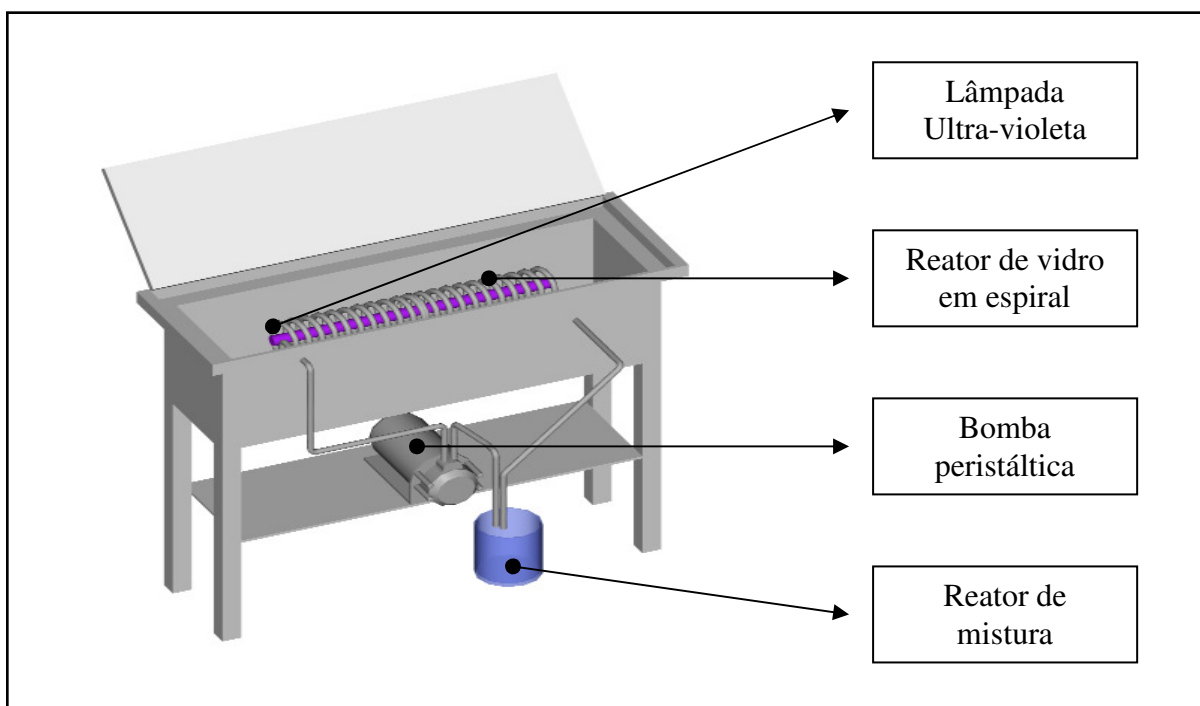


Figura 8 - Reator foto-Fenton

Inicialmente, o pH do efluente foi corrigido para 3, por meio da adição de H_2SO_4 . Então, a quantidade necessária de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ foi adicionada no reator de mistura, contendo 300 mL do efluente. A reação Foto-fenton foi iniciada pela adição seqüencial da quantidade de H_2O_2 requerida, em três partes iguais com intervalos de 10

minutos. Da mesma forma que no tratamento anterior, este procedimento foi adotado a fim de moderar o aumento de temperatura e minimizar o consumo de HO•. O tempo reacional foi iniciado pela primeira adição de H₂O₂ ao reator de mistura. A solução foi re-circulada do reator de mistura para o reator de vidro, por meio de bomba peristáltica a uma vazão de 250 mL/min. Foram retiradas amostras aos 60, 120 e 180 minutos, após o início das reações. Nestas amostras foram determinados as concentrações de fenóis totais e de peróxido de hidrogênio residual.

4.7- PROPOSTA DO PLANO DE GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DO EFLUENTE DO HUM

A elaboração do plano de gerenciamento está diretamente associada aos resultados obtidos nas etapas de caracterização do estabelecimento e dos efluentes gerados no hospital, por meio de análises físico-químicas e bacteriológicas. Os volumes de efluentes gerados, a possibilidade de segregação e o grau de contaminação que o efluente pode oferecer ao ambiente, foram itens utilizados para se indicar a forma de disposição ou tratamento mais adequados para estes efluentes.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA HIERÁRQUICA DO HUM

A partir da estrutura hierárquica representada na Figura 9, identifica-se que existe no HUM cinco diretorias, que são: Diretoria Médica, Diretoria de Enfermagem, Diretoria de Análises Clínicas e Farmácia Hospitalar, Diretoria Administrativa e Diretoria do Hemocentro, as quais são gerenciadas pela Superintendência.

Destaca-se que, a maior parte das atividades administrativas desenvolvidas no hospital, se relacionam com o gerenciamento dos efluentes, dentre estas estão os gerenciamentos dos Serviços Econômicos, dos Serviços Financeiros, do Departamento de Engenharia, das Equipes de Funcionários e Serviço de Higiene. Cabendo à Diretoria de Enfermagem a gerência de enfermagem e à Diretoria de Análises Clínicas e Farmácia Hospitalar, o gerenciamento da Farmácia.

Um passo importante para o plano de gerenciamento dos resíduos do hospital foi a solicitação de inclusão do Grupo Gestor de Resíduos no organograma do HUM. Esta inclusão foi sugerida pelos membros do Grupo Gestor de Resíduos, e aprovada pela Superintendência do hospital em 2007.

A subordinação direta do Grupo Gestor de Resíduos à Superintendência, apresentada na Figura 10, justifica-se pela responsabilidade do órgão frente a legislação e também por facilitar a execução das atividades relacionadas à gestão dos resíduos. Como a Superintendência é o órgão de direção executiva que coordena, supervisiona e controla todas as atividades do hospital, ela gerencia os serviços econômicos e financeiros do hospital, bem como as equipes de funcionários de todos os setores, incluindo farmácia, enfermagem e higiene, que estão diretamente relacionados com o gerenciamento dos resíduos no hospital.

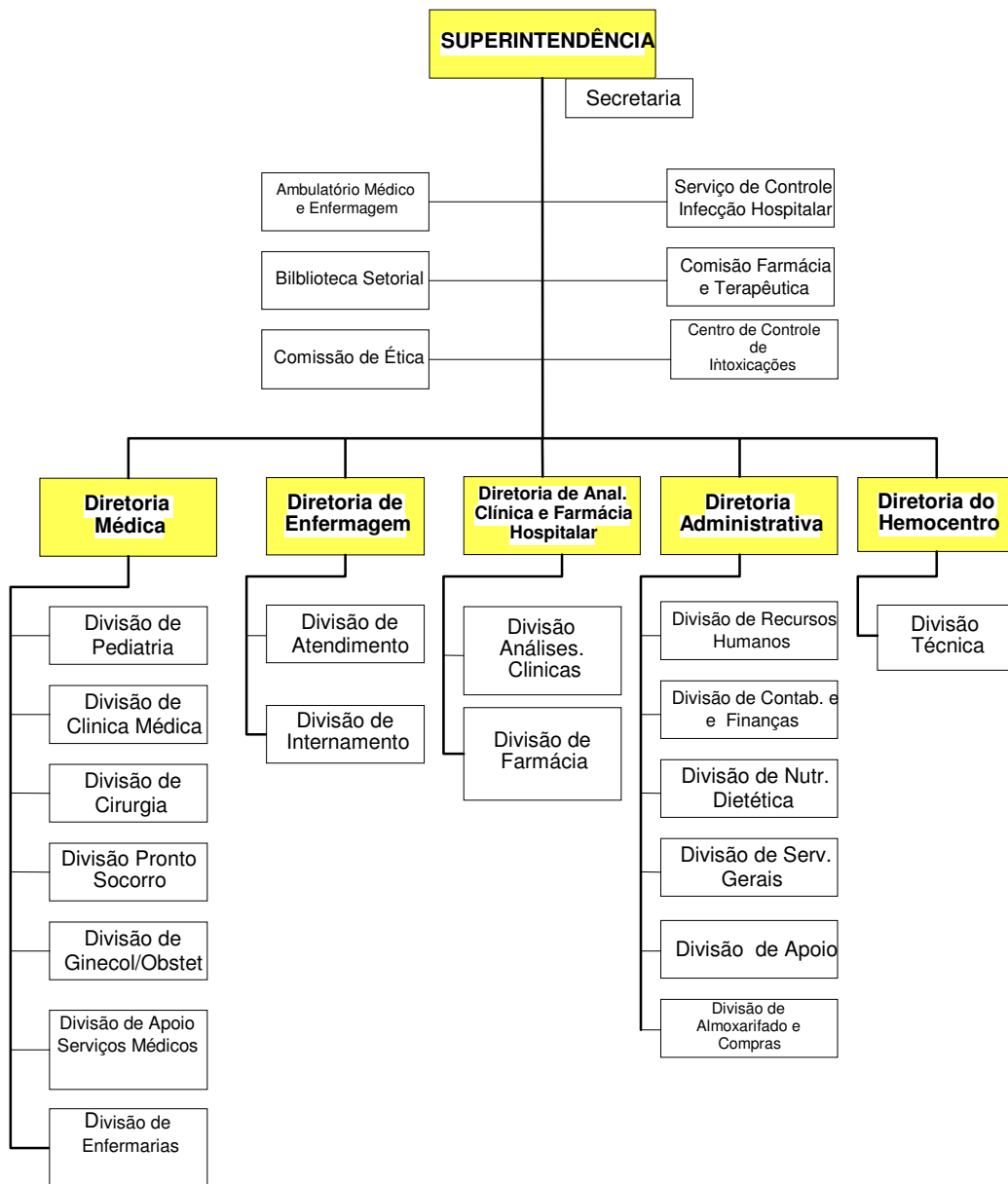


Figura 9 - Organograma do Hospital Universitário Regional de Maringá.

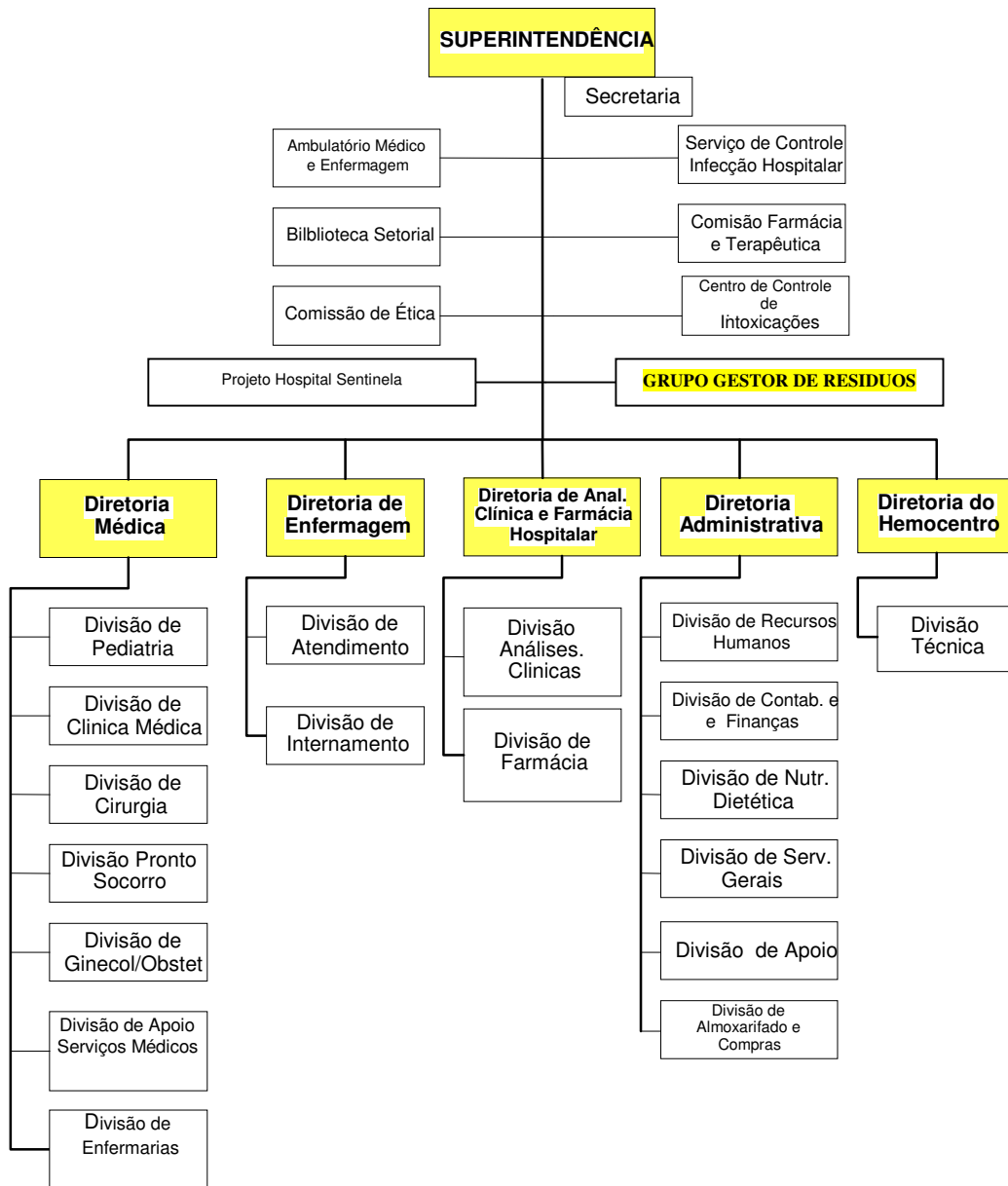


Figura 10 – “Sugestão” de inclusão do grupo gestor de resíduos no organograma do HUM

5.2 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS POTENCIALMENTE POLUIDORES

Foi feita a quantificação dos medicamentos utilizados do HUM, nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007, a partir dos relatórios apresentados pelo setor de Farmácia do hospital. A apresentação dos recipientes que contêm as drogas, são de volumes e formas diversas, tais como ampolas, flaconetes e frascos. Somando todos os volumes destes fármacos registrou-se os consumos médios anuais de 2004, 2005, 2006 e 2007, como demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Consumos anuais de medicamentos no HUM, em litros.

Medicamento \ Ano	psicofármacos	Cortico - esteróides	antimicrobianos	hormônios	digitálicos
2004	418	7,6	1353	5,7	2,4
2005	588	7,9	1757	5,4	2,9
2006	706	7,6	1888	5,9	1,5
2007	623	6,9	1847	6,3	0,9

Somando todos os volumes destes fármacos registrou-se um consumo médio de 584 L de psicofármacos⁹, 7,5 L de corticoesteróides¹⁰, 1711 L de antimicrobianos¹¹, 5,8 L de hormônios e 1,9 L de digitálicos¹².

A maior quantidade de droga consumida no HUM refere-se aos agentes antimicrobianos, com 74,4%, 75,7%, 72,4% e 74,3%, para os anos de 2004, 2005, 2006 e 2007, respectivamente. Uma outra classe de medicamento que se destaca, em função do consumo, são os psicofármacos, com 24,9% (2004), 23,4% (2005), 27,1% (2006) e 25,1% (2007). Os demais medicamentos apresentam porcentagens proporcionais de consumo menores que 1%.

As proporções de medicamentos manipulados no hospital, entre 2004 e 2007, permaneceram muito próximos, porém, destaca-se que os volumes de antimicrobianos tiveram um aumento nos três primeiros anos, e uma pequena queda no último ano

⁹ Medicamentos utilizados no tratamento dos sintomas mentais

¹⁰ Diz-se de ou cada um dos esteróides (p.ex., a cortisona) produzido por síntese ou extraído ao natural da camada cortical das glândulas supra-renais; corticóide.- Anestésicos

¹¹ Agente que extermina as bactérias ou micróbios.

¹² Medicação usada para aumentar o poder de contração do músculo cardíaco

analisado, como apresentado na Figura 11. Esta queda pode estar associada ao trabalho do programa de uso racional de antibióticos, implantado no HUM em novembro de 2005, tendência esta que deverá ser confirmada a partir dos resultados dos próximos anos.

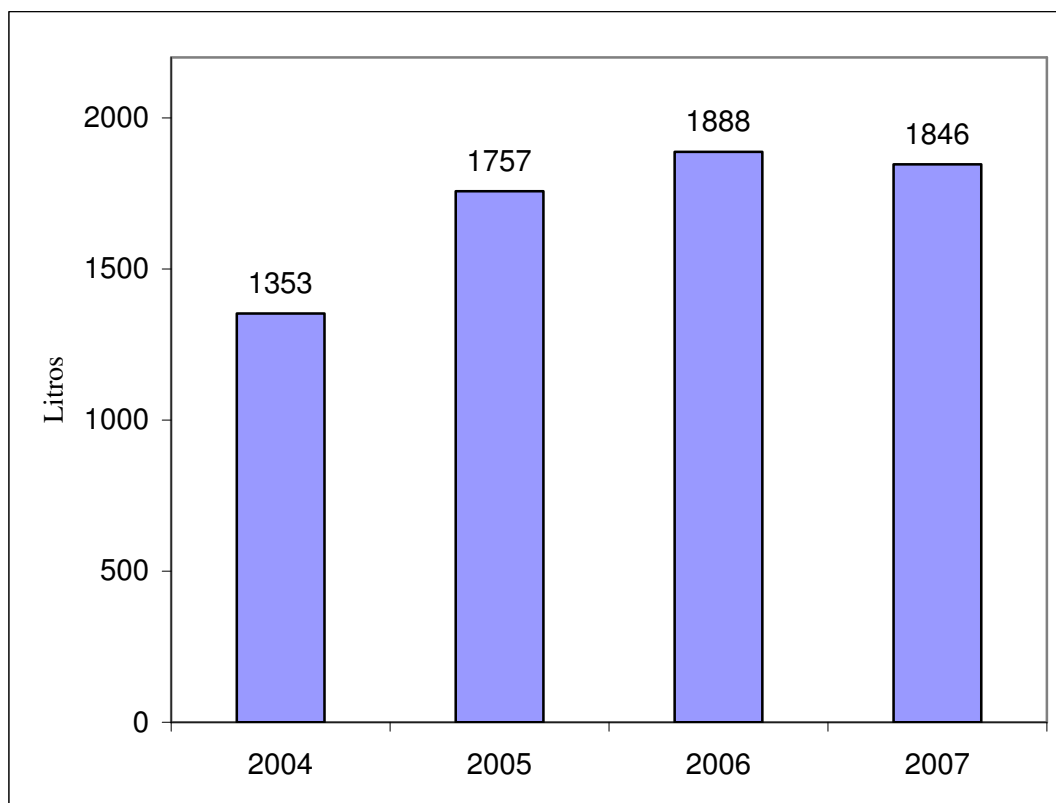


Figura 11 – Consumo de antimicrobianos no HUM entre 2004 e 2007.

Os produtos químicos solúveis representam um perigo de poluição para a água, uma vez que podem modificar as suas características físico-químicas e prejudicar a operação correta das estações de tratamento, destruindo sua massa microbiana. O risco tóxico a respeito das rejeições medicamentosas ainda não tem especificação, pois há poucos estudos sobre o que as drogas se tornam, após sua eliminação no ambiente (CLIN, 1999).

O consumo anual de produtos químicos no HUM foi quantificado consultando-se o almoxarifado da Farmácia Hospitalar e o almoxarifado central do HUM. No almoxarifado da Farmácia Hospitalar, identificou-se as soluções distribuídas aos setores de atendimento do HUM, demonstrada nos Anexos IX e X. No almoxarifado do HUM fez-se a identificação dos materiais suscetíveis à descarte na rede de esgoto, apresentados nos Anexos XI e XII.

Este levantamento permitiu quantificar, preliminarmente, os volumes de produtos químicos utilizados anualmente no HUM, que são passíveis de lançamento na rede de esgotos. Os volumes dos principais produtos químicos consumidos no HUM nos anos de 2004 e 2005, estão apresentados nas Figuras 12 e 13, respectivamente.

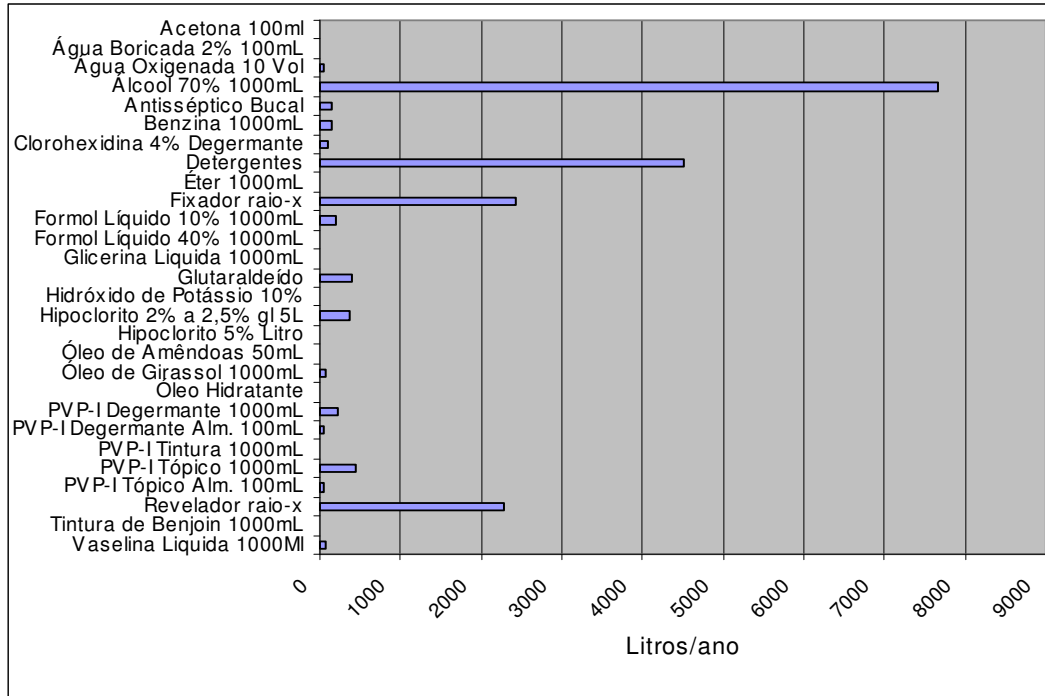


Figura 12 – Consumo dos principais produtos químicos utilizados HUM no ano de 2004, excluindo solução de hipoclorito de sódio 1%.

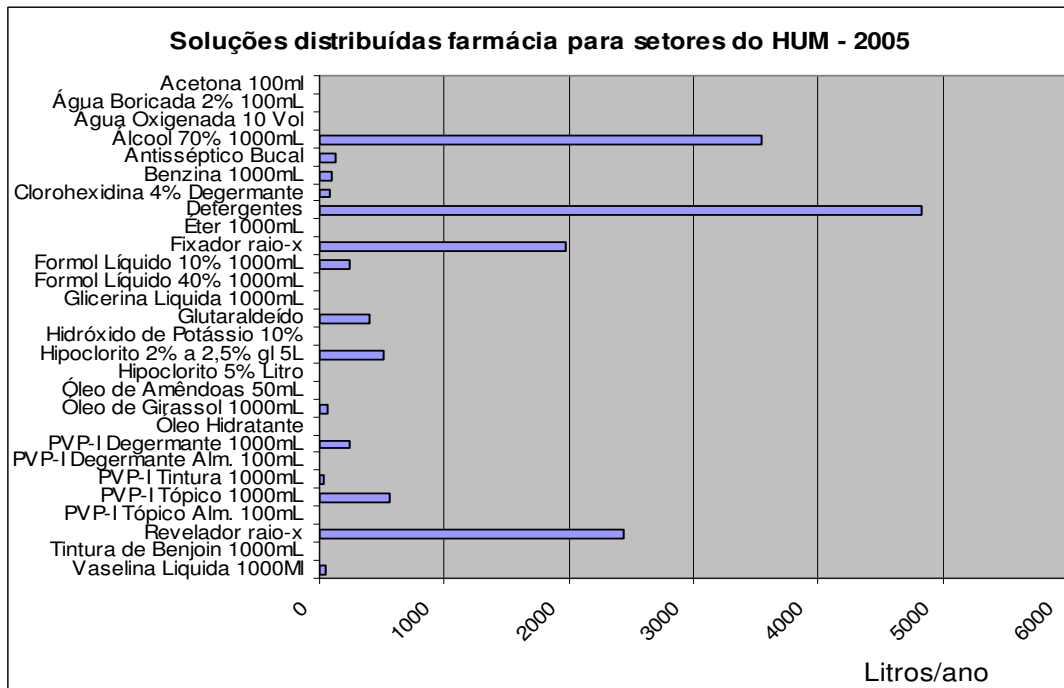


Figura 13 – Consumo dos principais produtos químicos utilizados HUM no ano de 2005

Para melhor apresentação visual, os volumes de Hipoclorito de Sódio a 1% não estão apresentados nas Figuras 12 e 13, uma vez que foram consumidos no ano de 2004 um volume de 29.930 L, e de 17.135 L no ano de 2005. Representando um lançamento de cerca de 60%, em relação aos demais produtos consumidos no HUM, e que foram dispostos na rede coletora de esgotos.

Os volumes de álcool etílico, detergentes, fixadores e reveladores para raio-x também merecem um destaque, pois a proporção de consumo, em relação aos demais produtos químicos, é elevada. Os volumes destes produtos químicos, consumidos entre 2004 e 2007 estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Consumo de álcool 70°, detergentes, reveladores e fixadores, no HUM, entre 2004 e 2007.

Ano	Volume consumido (L/ano)			
	Revelador	Fixador	Detergentes	Álcool 70°
2004	2280	2432	6799	7650
2005	2432	1976	4855	3544
2006	2318	1406	-	-
2007	2356	1558	5401	2666

Os valores apresentados na Tabela 7 apontam para um consumo desproporcional de reveladores em relação aos fixadores, entre 2004 e 2007, esta oscilação pode estar associada às diferentes marcas utilizadas neste período. Para este período, destaca-se uma queda no consumo de álcool 70°, que pode-se atribuir à substituição de parte deste produto, por ácido peracético, nos procedimentos de desinfecção.

A comparação entre o fluxo anual rejeitado, e o risco referente a cada produto químico, possibilita ao estabelecimento definir prioridades para a eliminação dos efluentes.

Diante destas informações, avaliou-se quais produtos causariam maior impacto, em relação ao volume consumido, tanto para o homem quanto para o ambiente. Verificou-se que havia uma variação de volumes entre 1 L e 29.930 L, mas como este valor máximo se refere ao consumo de hipoclorito a 1%, e este é um valor muito fora da média, optou-se por classificar os volumes como fraco, médio e significativo, em faixas mais compatíveis com o consumo geral. Portanto, os volumes serão classificados de acordo com o demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Classificação dos produtos do HUM em relação ao volume consumido por ano

Volumes (L/ano)	Classificação
Entre 0 e 1000L	Fraco
Entre 1001 e 5000L	Médio
Acima de 5000L	Significativo

Para avaliar o impacto ambiental que poderá ser causado pelos produtos químicos utilizados no HUM, consultou-se o Manual de produtos químicos perigosos da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). As fichas de informações dos produtos químicos quantificam os riscos por intermédio de códigos da NAS (National Academy of Sciences), nestas fichas estão descritos os riscos para a saúde, poluição das águas e reatividade.

Neste trabalho utilizou-se como critérios para avaliação de riscos à poluição da água, com itens de toxicidade humana e toxicidade aquática, reatividade com outros produtos químicos e também com a água, dispostos nas Fichas individuais de riscos tóxicos (Anexo II).

Os códigos da NAS relacionam valores de toxicidade que variam de 0 a 4, que neste trabalho foram classificados como fraco, médio e significativo, de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9 - Classificação dos produtos do HUM em relação ao impacto ambiental

Risco (Impacto)	Classificação
0 e 1	Fraco
2	Médio
3 e 4	Significativo

Na Tabela 10 está representada a avaliação dos principais produtos químicos utilizados no HUM, em função do volume e do risco. De acordo com a avaliação de produtos com riscos para o ambiente versus volumes anuais rejeitados (Tabela1) adaptada de *Centre de Coordination de la Lutte Contre les Infections Nosocomiales*, 1999).

Tabela 10 - Avaliação dos principais produtos químicos utilizados no HUM em 2004.

Produto Químico	Volume	Risco	Avaliação
Acetona	Fraco	Médio	0
Ácido Bórico	Fraco	Fraco	0
Ácido Peracético	Significativo		
Álcool Etílico	Significativo	Médio	++
Fixador raio-x	Médio	Significativo	+++
Formaldeído	Fraco	Significativo	+
Glicerina	Fraco	Fraco	0
Glutaraldeído	Fraco	Fraco	0
Hidróxido de Potássio	Fraco	Significativo	+
Hipoclorito de Sódio	Significativo	Significativo	+++
Peróxido de Hidrogênio	Fraco	Significativo	+
Revelador raio-x	Médio	Significativo	+++
Xileno	Fraco	Significativo	+

Na avaliação dos produtos químicos, que foram consumidos no ano de 2004 no HUM, destaca-se o Álcool Etílico, devido ao grande volume consumido, cerca de 7.650 L/ano, e também ao risco tóxico que lhe é atribuído.

Existem produtos químicos, tais como hipoclorito de sódio, que não estão listados pela *National Academy of Science* (NAS) quanto ao risco, no entanto sabe-se do risco de formação de compostos tóxicos que afetam o meio em que são dispostos. Os reveladores e fixadores utilizados na radiologia, são compostos que se incluem nesta observação.

O alto consumo de hipoclorito de sódio, nas concentrações de 1; 2 e 5%, em média de 2.500 L por mês, indica que este produto químico pode causar um impacto ambiental bastante significativo. A formação de AOX é um indicativo de que a utilização deste desinfetante pode contribuir para degradação ambiental, se lançados nas redes de esgotos.

Os Fixadores e Reveladores utilizados nas análises radiológicas são outros produtos que merecem destaque, devido ao potencial poluidor que estas substâncias apresentam, e também pelo volume consumido.

5.2.1 – Substituição de soluções desinfetantes

Para diminuir o grau de poluição dos efluentes do HUM, a Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) optou por substituir o hipoclorito de sódio por solução de Ácido Peracético e Peróxido de Hidrogênio, na desinfecção de equipamentos, pisos, paredes e restos de análises.

A substituição destas soluções, iniciaram-se em agosto de 2005, primeiramente para aplicações em pisos e paredes, em seguida foram nas desinfecções dos equipamentos e por último nos laboratórios do hemocentro de análises clínicas.

Apesar dos volumes das soluções de Ácido Peracético e Peróxido de Hidrogênio, serem próximos aos das Solução de Hipoclorito de Sódio utilizados anteriormente, as concentrações do Hipoclorito de sódio eram de 1%, 2-2,5% e 5% e as concentrações de Ácido Peracético e Peróxido de Hidrogênio de 0,5%, 1% e 5%. Como as soluções em menores concentrações são as mais utilizadas, o volume dos princípios ativos despejados na rede de esgotos são menores.

Apesar de não serem realizadas análises de compostos orgânicos halogenados (AOX), sabe-se que a mudança de desinfetante no hospital, pode reduzir a formação destes compostos.

A instrução para ser utilizada solução de Ácido Peracético e Peróxido de Hidrogênio apenas na desinfecção, e não mais na limpeza, como era feito anteriormente, contribui para a diminuição da concentração dos compostos ativos utilizados na desinfecção.

5.2.2 - Uso racional de Medicamentos

O uso indiscriminado de medicamentos pode contribuir, tanto para a contaminação química dos efluentes hospitalares, quanto para a proliferação de bactérias com alta resistência, tornando estes efluentes muito agressivos ao meio a que são expostos. A grande variedade de produtos químicos compostos nos medicamentos e o desenvolvimento de bactérias cada vez mais resistentes aos tratamentos, aponta para um primeiro passo a ser dado em relação ao uso de medicamentos.

Em Julho de 2005 a ANVISA juntamente com a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) e com a Coordenação-Geral de Laboratórios em Saúde Pública da Secretaria de Vigilância em Saúde (CGLAB/SVS/MS), implantou a Rede de

Monitoramento e Controle da Resistência Microbiana em Serviços de Saúde – Rede RM.

A formação da Rede RM, a princípio, irá englobar os hospitais-sentinelas (hospitais de alta complexidade) e os Laboratórios Centrais de Saúde Pública (Lacen) – a rede piloto, com ações integradas e sistematizadas, método padronizado, controle de qualidade, análise e divulgação de dados.

O HUM participa da Rede de Hospitais Sentinelas, rede esta que identifica, em produtos sob vigilância, problemas que comprometam a qualidade e a segurança do seu uso. Envia às autoridades sanitárias os relatos desses problemas, sob a forma de notificação e assim contribui com as ações regulatórias da ANVISA.

Para a execução do Projeto para prevenir resistência aos antibióticos, formou-se uma equipe multidisciplinar, para se analisar em todos os aspectos as possibilidades de uso racional dos medicamentos.

Em novembro de 2005, estabeleceu-se no HUM, um Plano de melhorias que visa o uso racional de medicamentos com ênfase em antimicrobianos. O grupo responsável pela elaboração do plano de melhoria é composto por profissionais administradores, enfermeiros, farmacêuticos e médicos. Os objetivos específicos deste plano consistem em:

- Melhoraria do conhecimento do arsenal terapêutico de antimicrobianos disponíveis no HUM;
- Atualização das diretrizes para o uso de antimicrobianos em ginecologia e obstetrícia;
- Melhorar o conhecimento sobre uso de antimicrobianos para o controle de infecção hospitalar;
- Fornecer orientações para prevenção de erros de preparo e administração de antimicrobianos injetáveis;
- Otimizar a utilização de antimicrobianos que não podem ser monitorados clinicamente.

O monitoramento, controle e avaliação dos resultados será realizado pela Gerência de Risco que fará acompanhamento mensal do cumprimento do cronograma, por meio de reuniões com os coordenadores responsáveis por cada uma das ações propostas.

5.3 DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS ESPECÍFICOS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES

As visitas aos setores do hospital foram acompanhadas por uma administradora e pelo gerente de riscos, por indicação da Diretora Administrativa do HUM. Em janeiro de 2006, foi feita a primeira reunião, para definir-se as estratégias de visitas, que incluíram confirmação das atividades executadas no hospital, quais atividades poderiam gerar efluentes potencialmente poluidores e agendamento das visitas nestes locais. Nesta mesma data iniciou-se as entrevistas para identificação dos pontos de geração dos efluentes.

Na Tabela 11 estão listados os setores investigados, as atividades desenvolvidas nos mesmos, uma descrição do aspecto do efluente, os volumes médios gerados por dia, bem como a possibilidade de segregação dos efluentes.

A identificação dos setores numerados, segue a seguinte ordem: 1- Hemocentro, 2- Laboratório de Análises Clínicas, 3- Lavanderia, 4- Departamento de Compras/HUM, 5-Central de Diluições, 6- Central de Material e Esterilização, 7- Imagenologia e 8- Laboratório de Anatomia Patológica.

As listas com informações complementares sobre a geração dos efluentes estão apresentadas no Apêndice I.

Tabela 11 – Pontos de geração de efluentes e possibilidades de segregação

Setor	Atividade	Descrição do efluente (Aspecto geral)	Volume médio consumido por dia	Possibilidade de segregação	
				S	N
1	Lab.	Sem odor e incolor	3L	X*	
	Distribuição	Detergente, soro e sangue			
	Lab.	Sem odor e incolor	1L	X*	
	Imunohemato	Detergente, soro e sangue			
	Lab. Controle	Sem odor e incolor	1L	X*	
	de Qualidade	Detergente, soro e sangue			
	Sorologia	Sem odor e incolor	1,4L	X*	
	Análises	Soro, tampão de lavagem e substratos			

	Sorologia	Sem odor e incolor	0,4L	X*
	Equipamentos	Detergente, soro e sangue		
2	Lâminas de hematologia	Eosina : Cor violeta	0,4L	X
	Aparelho hematológico	Soluções salinas: Sem odor e incolor	2L	X
	Aparelho hematológico	Água e Peresal: Sem odor e incolor	6L	X*
	Desinfecção	Sangue, urina, água e Peresal: sem odor e incolor	20L (Peresal)	X
	Esterilização Autoclave (Sangue)	Efluente da autoclave Sem odor e incolor	1L	X
	Coloração de Gram	Cristal violeta, álcool, acetona, Lugol: cor Violeta e vermelha	0,6L	X
3	Lavagem de roupas com sujividade pesada	Alvejante: incolor	3,5L	X
		Detergente: incolor	1,3 L	X
		Detergente: incolor	4,2L	X
		Neutralizador de alcalinidade e alvejante: incolor	0,8L	X
		Amaciante: Viscoso e azul	2,6L	X
	Lavagem de roupas com sujividade leve	Detergente: incolor, pH: 5,5 – 6,5	1,2L	X
		Detergente: incolor, pH: 12,5 – 13,5	3,25L	X
		Neutralizador de alcalinidade e alvejante: incolor	0,6L	X
		Neutralizador de alcalinidade e alvejante: incolor	2,4L	X
		Desinfetante e alvejante: amarelo	3,25L	X

4	Limpeza de pisos	Removedor: incolor, solúvel em água, pH: 10,5-11,5	1,8L	X
		Impermeabilizante: incolor, solúvel em água, pH: 7,8-8,8;	2,6L	X
		Limpador neutro: viscoso, verde, pH: 8,9-9,9;	0,4L	X
		Selador: incolor, pH: 7,8-8,8	0,5L	X
		Desengraxante: viscoso, vermelho, pH: 7-8	-	X
5	Descarte de soluções	Álcool 70° (3650mL)	0,2L	X
		Benzina (1350mL)	0,1L	X
		Clorex 4% degermante (150mL)	0,01L	X
		Éter (150mL)	0	X
		Óleo de girassol (1240mL)	0,07L	X
		PVP-I degermante (2130mL)	0,15L	X
		PVP-I tópico (2880mL)	0,15L	X
		Sabão neutro (2820mL)	0,14L	X
		Tintura de benjoin (290mL)	0,04L	X
		Solução de Shiller (240mL)	0,02L	X
		Ácido Acético 5% (280mL)	0,02L	X

		Vaselina líquida (510mL)	0,04L	X	
	Esterilização e desinfecção de superfícies	Esporicida, bactericida, viruscida e fungicida			X
6	Lavagem de materiais contaminados	Solução enzimática: pH neutro	0,08L		X
	Banho para desinfecção	Àcido peracético 1%	5L	X	
	Banho para desinfecção	Àcido peracético 5%	5L	X	
	Pré-secagem de materiais	Álcool 96 ⁰	10L		X
7	Processamento de radiografia	Água de enxágüe	2692L	X	
8	Conservação de peças anatômicas	Formol 10%		X	
	Desidratação e preparação de lâminas para análises patológicas	Xilol	0,07L	X	
	Desidratação inicial de peças anatômicas	Álcool etílico absoluto (99%)	0,4L	X	
	Desidratação final de peças anatômicas	Álcool etílico absoluto (99%) + corante (eusina)	0,27L	X	
	Preparo das lâminas (clarificação)	Ácido clorídrico + álcool etílico 80%	0,02L	X	

Preparação das lâminas (brilho no tecido)	Solução de Carbonato de Lítio	0,01L	X
---	-------------------------------	-------	---

* materiais segregados e destinados à esterilização em autoclaves.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 11, as possibilidades de segregação dos efluentes gerados no hospital se restringem a alguns setores. Neste trabalho foram identificados alguns pontos, tais como o laboratório de análises patológicas e central de diluições, que possibilitam a segregação dos efluentes.

5.4- CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA E ORGANIZACIONAL DO HUM

5.4.1- Identificação da estrutura física

Utilizando-se um projeto hidrossanitário de implantação geral da rede de esgotos sanitários do HUM, identificou-se o fluxo do esgoto do hospital, como mostrado na Figura 14.

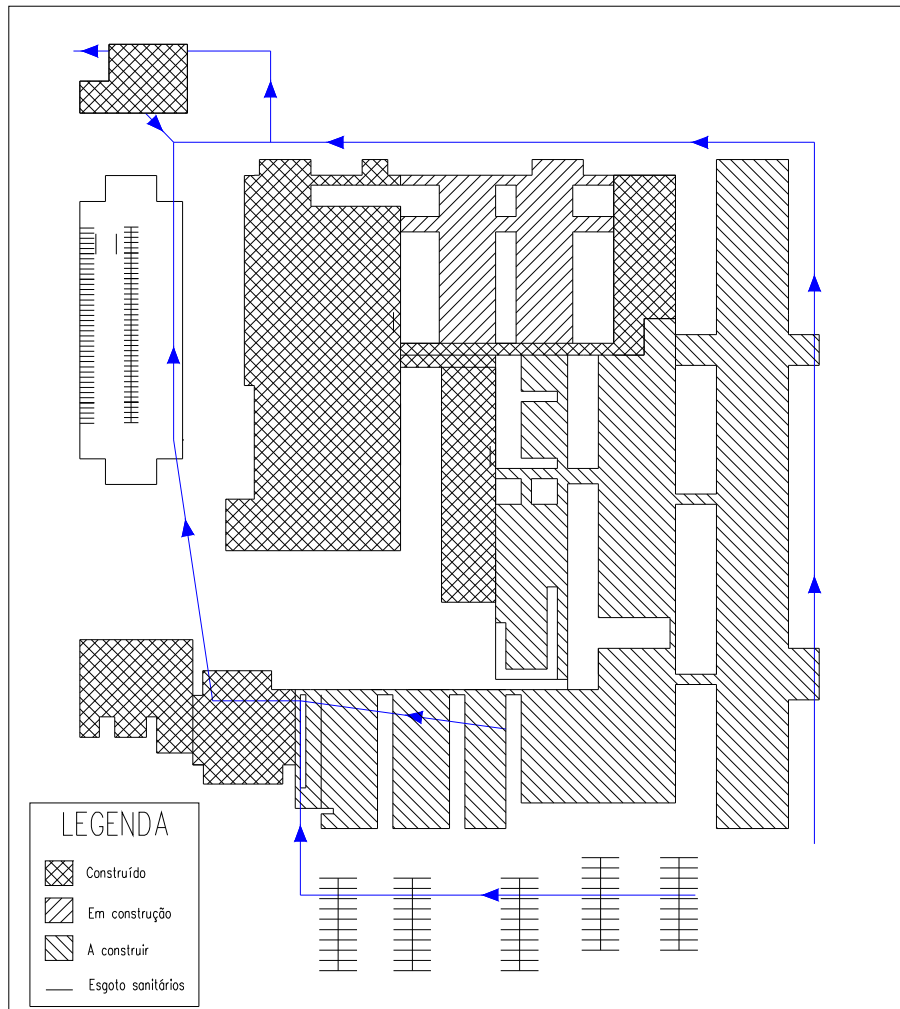


Figura 14 – Planta baixa do HUM, com esquematização do fluxo da rede de esgotos sanitários Plano Diretor do HUM

Após entrevista com o mestre de obras do hospital, atualizou-se a planta baixa com as reais instalações hidrossanitárias da rede de esgotos, e identificou-se *in loco* os setores do HUM. Estão compreendidos nesta identificação os seguintes setores: Hemocentro, Clínica Odontológica, Ambulatórios, Administração / Recepção, Clínica Médica/ Pediatria, Clínica Cirúrgica / Ginecologia e Obstetrícia / UTI Neonatal, Cozinha /Lavanderia, Departamento de Medicina, Pronto Atendimento e UTI, como demonstrado na Figuras 15.

As demais áreas que não estão identificadas na Figura 15, constam no Plano Diretor como futuros setores do HUM.

Segundo consta no projeto hidrossanitário do Plano Diretor de implantação geral da rede de esgotos sanitários do HUM, toda a rede de esgoto sanitário converge para um ponto, o qual localiza-se próximo ao Hemocentro. Esta informação garantia que, as

medições de vazões e coletas de amostras do efluente total, no ponto de convergência, fossem representativas para todo HUM.

Com a atualização das informações referentes à rede de esgotos, verificou-se que há um ponto de convergência dos esgotos do HUM, próximo ao estacionamento e que os lançamentos de esgoto do Hemocentro, para a rede pública, são isolados, como pode-se observar na Figura 15.

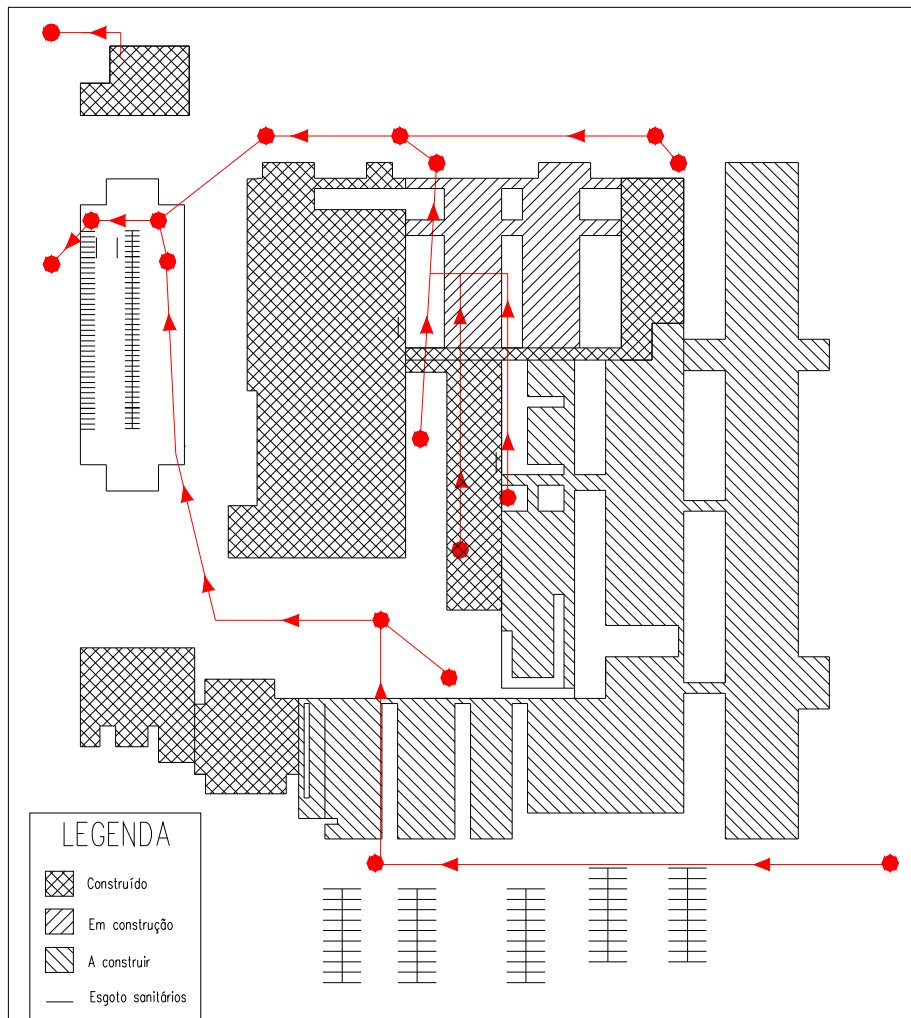


Figura 15 – Planta baixa do HUM, com esquematização atualizada do fluxo da rede de esgotos sanitários

De acordo com esta informações as amostragens foram modificadas para dois pontos distintos, e não mais em um único ponto, como se previa anteriormente. Foram feitas então, análises de caracterização e acompanhamento nestes dois pontos de lançamento de esgoto.

5.4.2- Organização da estrutura por setores e seu mapeamento

O HUM é uma entidade pública vinculada à Universidade Estadual de Maringá, organizada e administrada por Superintendências e diretorias: Médica, Administrativa, Enfermagem, Análises Clínicas, Farmácia Hospitalar e Hemocentro, que presta assistência à saúde nas áreas hospitalar, ambulatorial e de emergência e urgência.

O quadro funcional é de 953 servidores, distribuídos nas unidades de internação (Clínica Cirúrgica, Ginecologia e obstetrícia, Clínica médica e Pediatria), UTI adulto, Neonatal e Pediátrica, Pronto Socorro, Ambulatório de Especialidades, Ambulatório e Enfermaria da UEM (atendimento aos servidores), Hemocentro Regional e setores administrativos.

O mapeamento pode ser uma ferramenta para a localização e identificação dos setores dentro do estabelecimento. O mapeamento do hospital contribuiu para a localização dos pontos de geração de efluentes e também para esquematizar os fluxos de armazenamentos ou tratamentos destes efluentes.

Na Figura 16 pode-se localizar e identificar a disposição dos setores dentro do hospital. Os setores que estão destacados na Figura 16, foram os que apresentaram maior potencial de geração de efluentes.

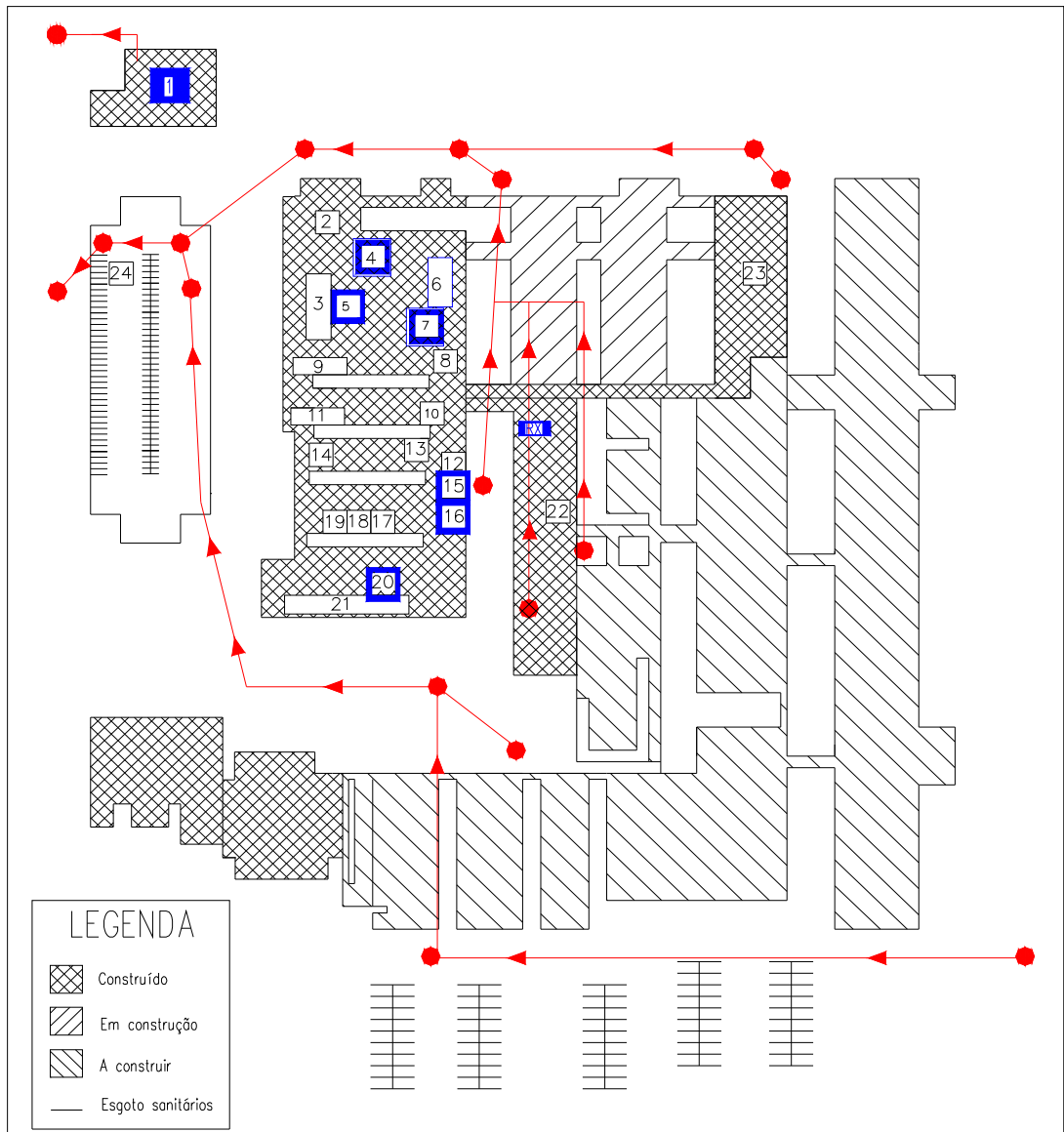


Figura 16 – Mapeamento do HUM com identificação dos setores

1-Hemocentro; 2-Sala de espera/Recepção; 3-Ambulatórios; 4-Laboratórios de Análises Clínicas; 5-Raio X e Tomografia; 6-Centro Cirúrgico; 7-Central de Materiais e Esterilização; 8-Farmácia Satélite; 9-Área Administrativa (Superintendência e Diretorias: Médica, administrativa, Enfermagem, Análises Clínicas e Farmácia Hospitalar); 10-Pediatria; 11-Clínica Médica; 12-UTI Neonatal; 13-Ginecologia e Obstetrícia; 14-Clínica Cirúrgica; 15-Lavanderia; 16-Central de Diluições; 17-Cozinha / Refeitório; 18-Almoxarifado Central; 19-Almoxarifado Farmácia; 20-Laboratório de Análises Patológicas; 21-Bloco Didático do Departamento de Medicina / Biblioteca; 22-Pronto Socorro e Raio X; 23-UTI Pediátrica / UTI Adulto; 24-Estacionamento.

5.4.3- Capacidade Operacional

O HUM foi projetado para a capacidade de 300 leitos. Entretanto, por conta dos próprios recursos financeiros, humanos e estrutura física, possui 123 leitos operacionalizados, com a seguinte distribuição.

A unidade de internamento, atualmente possui 92 leitos operacionalizados, e a unidade de pronto atendimento possui 31 leitos, a distribuição dos leitos está apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 - Distribuição dos leitos no HUM

Unidades de Internamento			
Clínica	Enfermarias	Unidades/leito	Nº Total de Leitos
Clínica Médica	5	3 leitos/quarto	15
Clínica Pediátrica*	4	3 leitos/quarto	12
Clínica Cirúrgica Pediátrica	1	3 leitos/quarto	03
Clínica Cirúrgica	5	3 leitos/quarto	15
Ginecologia e Obstetrícia	4	3 leitos/quarto	15
	1 pré-parto	3 leitos/quarto	
Ortopedia			06
Unidade de Cuidados Intermediários			06
UTI Adulto	2	2 leitos/quarto	08
UTI Neonatal	2	3 leitos/quarto	06
UTI Pediátrica*			06
Total			92
Unidade de Pronto Atendimento			
Clínica			Nº Total de Leitos
Clínica Médica			13
Clínica Pediátrica			12
Ortopedia			03
Ginecologia e Obstetrícia			03
Total			31

Segundo informações da administração do HUM, os leitos referentes às unidades de pronto atendimento são usados para internação de longa permanência, uma vez que há falta de leitos para a internação no município de Maringá e região.

Há a previsão, no plano diretor, de construção de vários setores como: unidades de internações, com incremento de 177 leitos, setor de imagenologia, laboratório, setores de apoio (lavanderia, cozinha e refeitório, almoxarifado, manutenção, farmácia), creche, e em alas definitivas: centro cirúrgico, centro obstétrico e central de material esterilizado.

Há também um pré - projeto para implantação de centros de alta complexidade em oncologia (CACON's) aprovado em maio de 2004, e sem previsão de implantação.

5.4.3 1- Média Mensal de Atendimentos no HUM

Os valores apresentados na Tabela 13, mostram oscilações de até 30% nos números de atendimentos no HUM, entre os anos de 1999 e 2006. Nos anos de 2004, 2005 e 2006 os números de atendimentos mostraram-se muito próximos, e com uma tendência de redução, em relação aos outros anos. Mesmo com uma redução no número de atendimentos estes números demonstram o potencial de geração de Resíduos de Serviços de Saúde.

Tabela 13 - Atendimentos realizados no HUM, 1999 a 2006, Maringá, PR.

Ano	Internações nas clínicas		Cirurgias		Pronto Socorro		Ambulatório		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1999	4.367	3,75	2.150	1,85	96.490	82,83	13.490	11,58	116.497	100,0
2000	4.515	4,38	1.998	1,94	84.848	82,22	11.839	11,47	103.200	100,0
2001	4.099	4,80	1.954	2,29	67.647	79,26	11.652	13,65	85.352	100,0
2002	5.060	5,13	2.141	2,17	74.491	75,59	16.851	17,10	98.543	100,0
2003	6.187	5,13	2.402	1,99	88.510	73,38	23.525	19,50	120.624	100,0
2004	7.147	8,10	2.649	3,00	55.571	62,95	22.909	25,95	88.276	100,0
2005	7.702	8,75	3.075	3,49	51.945	58,99	25.340	28,78	88.062	100,0
2006	7.870	9,27	2.912	3,43	48.712	57,35	25.448	29,96	84.942	100,0

5.5- DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE EFLUENTES NO HUM – QUANTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA

5.5.1- Avaliação da geração dos efluentes

5.5.1.1 - Avaliação prévia da geração total de efluentes em função do consumo de água.

Quantificou-se, previamente, o volume de efluente gerado no HUM, por intermédio do consumo de água no hospital, por meio de informações obtidas de contas de água e esgoto da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), calculou-se o valor médio de consumo mensal de água, correspondente ao período de setembro de 2003 e novembro de 2006.

Na Figura 17 estão demonstrados os volumes de água consumidos no HUM, no período de setembro de 2003 e novembro de 2006, lidos nos hidrômetros do PS (Pronto Socorro) e da UTI (Unidade de Terapia Intensiva). O volume total de água consumido no hospital foi obtido pela somatória destes dois volumes.

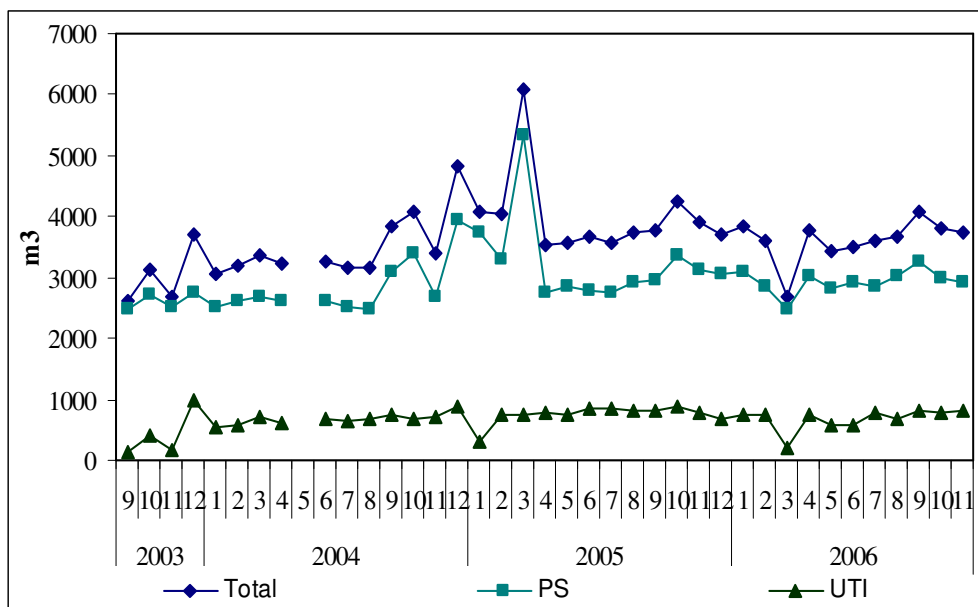


Figura 17- Consumo de água no HUM entre 2003 e 2006

O maior valor registrado foi de 6.087 m³ referente ao mês de março de 2005 e o menor valor foi de 2.621 m³, em setembro de 2003, o desvio padrão entre estes valores

foi de 602 m³, ou seja, cerca de 16,5% do valor médio, conferindo uma baixa oscilação no consumo durante estes 38 meses, como pode-se verificar na Figura 16.

A média de consumo mensal foi de 3.642m³, sendo que 18% foram consumidos na Unidade de Tratamento Intensivo (UTI), e os 82% distribuídos pelo restante do hospital.

Estes valores de consumo de água mostraram-se condizentes com a distribuição de leito no hospital, pois cerca de 17,5% dos leitos do HUM estão localizados nas UTI.

O consumo de água e conseqüentemente a geração de efluentes, neste período, não apresentou oscilação significativa, pode-se afirmar que não houve influência no consumo por fatores, tais como, mudança de estação ou férias escolares.

A produção de esgoto está diretamente associada ao consumo de água por uma relação, que VON SPERLING (1996) denomina de coeficiente de retorno (R: vazão de esgoto / vazão água). A utilização desta relação se faz necessária pelo fato de uma parte da água consumida poder ser disposta de outra forma que não seja a rede de esgoto. Segundo o autor os valores típicos de R variam de 60% a 100%, sendo que o valor usualmente adotado é o de 80% (R=0,8).

Portanto para os cálculos de vazão de esgoto do HUM, adotou-se a razão indicada pelo autor. Considerou-se então, que a média de geração de esgoto mensal foi de 2.985 m³.

Segundo DREMONT E HADJALI (1997) a comparação entre o consumo médio de água nas residências e os registrados nos hospitais, demonstra que os valores são bastante elevados, o consumo médio doméstico *per capita* varia de 150 a 200 litros por dia, e nos hospitais os valores médios ficam entre 400 e 1200 litros por dia por leito.

No HUM o consumo médio de água, no período de setembro de 2003 e novembro de 2006, foi de 808 L/dia/leito, enquadrando-se na faixa de valores citados na literatura.

5.5.1.2- Vazões de efluentes provenientes do Hemocentro /HUM

Foram medidas as vazões do efluente do Hemocentro ao longo de cinco coletas, as vazões apresentaram oscilações elevadas, como demonstrado na Figura 18. Os valores medidos variaram entre 0 e 930 mL/minuto.

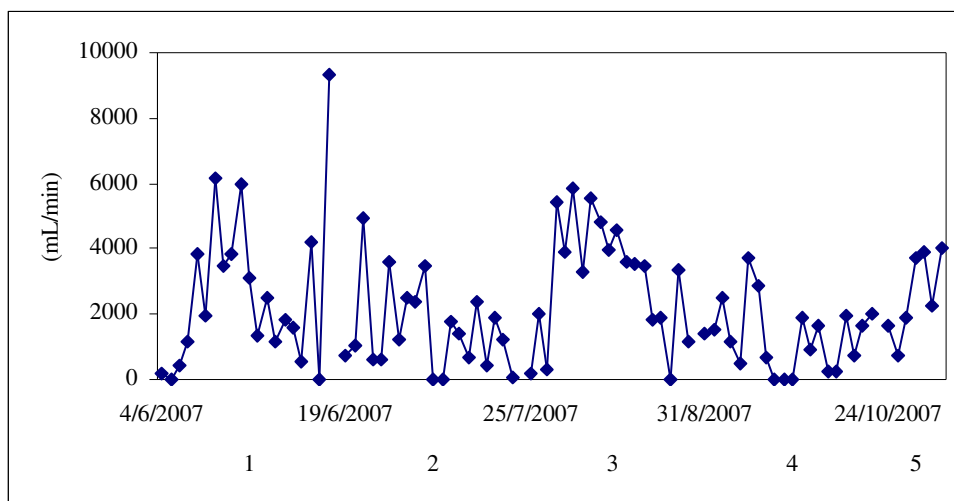


Figura 18- Evolução das vazões dos efluentes provenientes do Hemocentro / HUM

A proporção do volume de efluentes gerados no Hemocentro é muito pequena em relação ao volume gerado no HUM, que em média foi de 58 L/min.

5.5.2- Avaliação da composição dos efluentes

5.5.2.1 Caracterização dos efluentes

- Parâmetros Físico-químicos

Para se avaliar os parâmetros físico-químicos, analisados em amostras do Hemocentro e HUM, foram utilizados os limites estabelecidos pela Companhia de Saneamento Básico do Estado do Paraná (SANEPAR) e também aqueles estabelecidos na Resolução n° 357/05 do CONAMA.

De acordo com o volume de efluente gerado no HUM, comparou-se os resultados obtidos aos parâmetros de efluentes industriais para vazões maiores que 50,1 m³/dia, estabelecidos pela SANEPAR, para lançamentos nas redes públicas coletoras de esgotos e na Resolução n° 357/05 do CONAMA para lançamento de efluentes em rio de classe 2.

Durante a etapa de coleta, foram monitoradas a temperatura e o pH de todas as amostras do Hemocentro e do HUM, a evolução dos valores de pH destas amostras estão apresentadas nas Figura 19 e 20. Na Figura 19, pode-se observar que há valores de pH entre 4,2 e 8,6, nas amostras de efluentes do Hemocentro. Alguns valores estão fora

da faixa de pH estabelecida pela Resolução CONAMA 357/05 (entre 5 e 9).

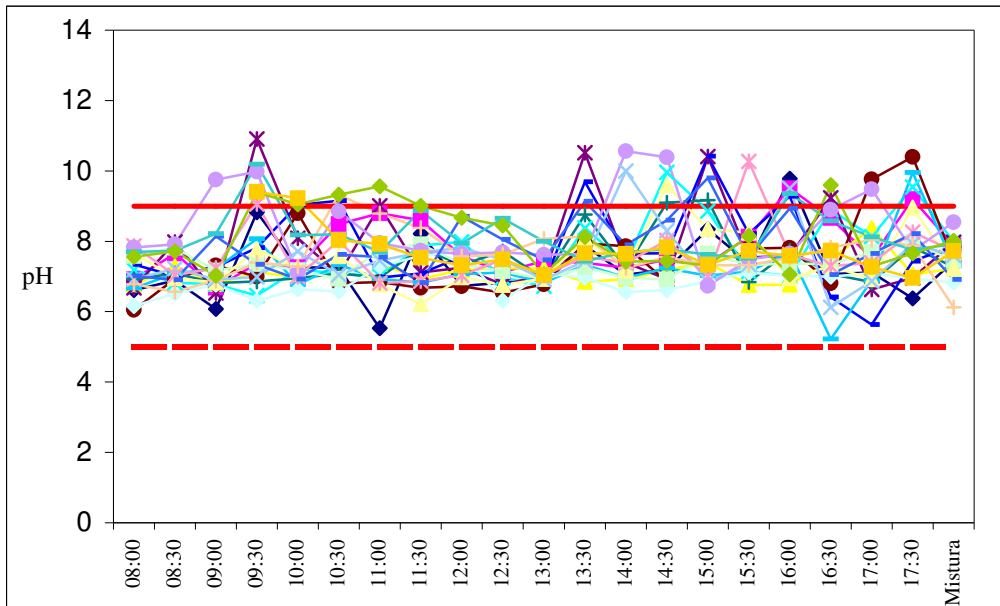


Figura 19 - Evolução das medidas de pH dos efluentes do Hemocentro

Na Figura 20 pode-se observar que a maior parte das amostras apresentaram valores de pH na faixa de 6 a 9, e menos que 10% dos valores estavam acima desta faixa, estes valores de pH podem estar relacionados aos processos de lavagem de roupas que utilizam produtos químicos com valores de pH elevados.

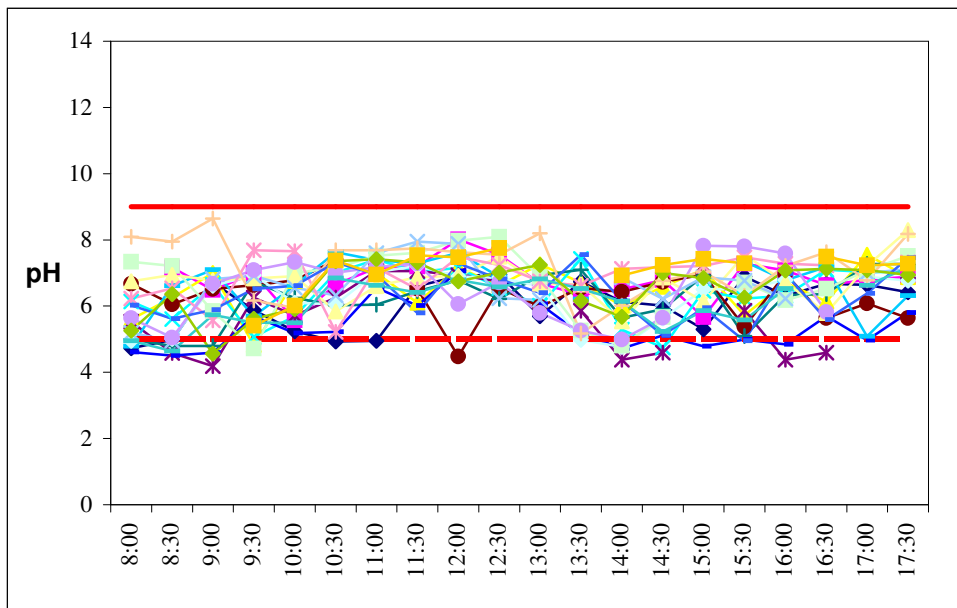


Figura 20 - Evolução das medidas de pH dos efluentes do HUM

Os valores de temperatura monitorados durante as coletas estão apresentados na Figura 21, para amostras do Hemocentro, e na Figura 22 para as amostras do HUM. Todas as amostras, dos dois pontos de lançamento, apresentaram conformidade em relação ao valor estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, ou seja, valores de temperatura abaixo de 40°C.

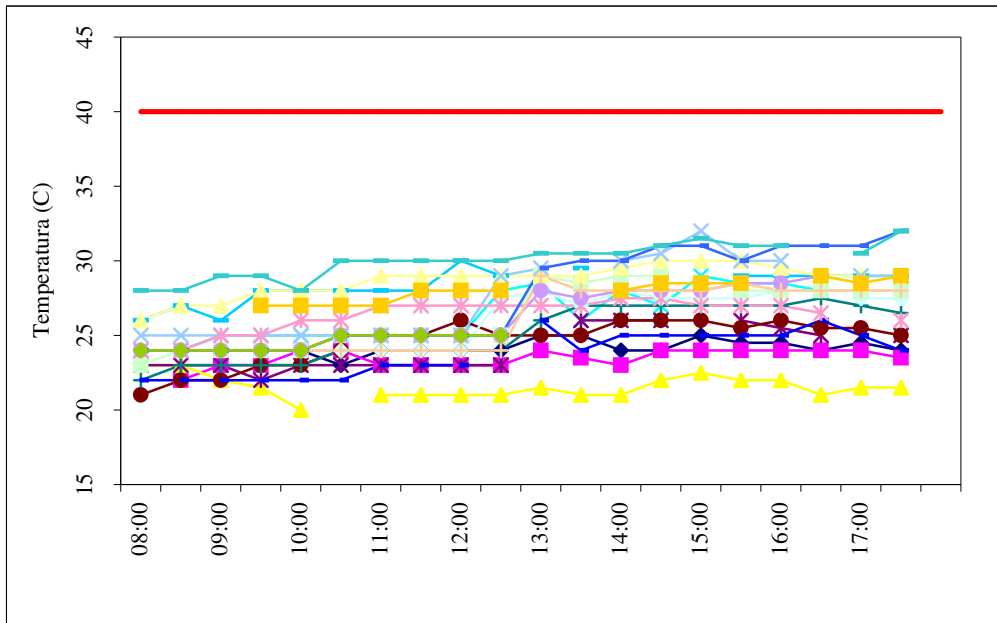


Figura 21 - Evolução das medidas de temperatura dos efluentes do Hemocentro

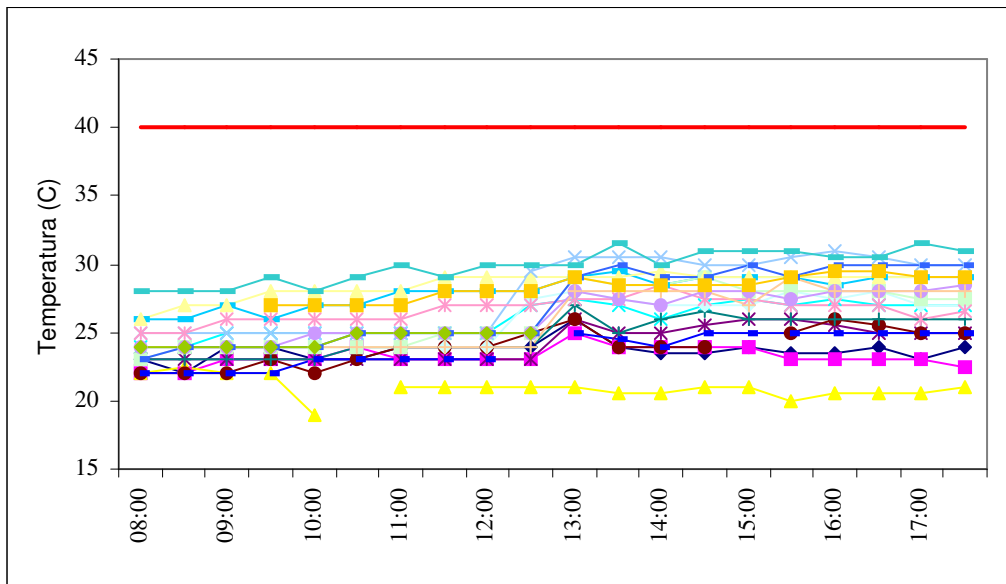


Figura 22 - Evolução das medidas de temperatura dos efluentes do HUM

A carga orgânica facilmente biodegradável e também a não-biodegradável, presentes nas amostras dos efluentes foram medidas por meio das análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO). A Figura 23 apresenta a evolução dos valores de DQO, medidos nas amostras coletadas no Hemocentro. Estes valores oscilaram entre 1.047 e 4.339 mg/L O₂.

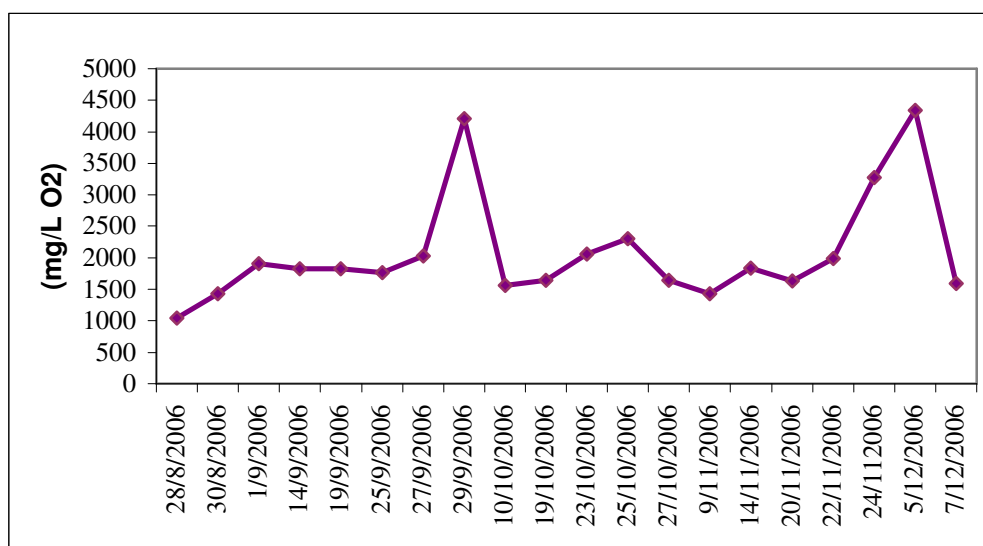


Figura 23 - Evolução dos valores de DQO (mg/L O₂) dos efluentes do Hemocentro

A Figura 24 apresenta a evolução dos valores de DQO medidos nas amostras coletadas no HUM, no período de 28/08/2006 a 09/05/2008. O valor médio de DQO foi de 974 mg O₂/L, com valor mínimo de 617 mg O₂/L e valor máximo de 3.276 mg O₂/L, sendo que o valor mais elevado se apresenta de forma isolada, em relação aos demais.

De acordo com EMMANUEL *et al.* (2001), significativas concentrações de DQO (1.900 mg/L O₂) tem sido determinadas em efluentes hospitalares. Um hospital na Tailândia, com um volume de geração de efluentes de 350 m³/dia, muito superior ao gerado no HUM (99,5 m³/dia), foi estudado por KAJITVICHYANUKUL e SUNTRONVIPART (2006), e apresentaram valores médios de DQO de 1.350 mg/L O₂.

GUEDES e VON SPERLING (2005), apresentaram valores de DQO de vários hospitais (Mandaqui/SP, 411mg/L; Santa Casa Montes Claros/MG, 554 mg/L; Hospital das Clínicas de Montes Claros /MG, 843 mg/L; Hospital das Clínicas de Porto Alegre/RS, 578 mg/L; Hospital São Luiz /SP, 460 mg/L; Hospital das Clínicas/SP, 502 mg/L).

A grande variação de valores de DQO, expostos pelos autores, indicam que os efluentes hospitalares não possuem características predominantes em relação a este parâmetro. Estes valores podem estar associados aos tipos de serviços prestados, pelo estabelecimento de saúde e também à forma de amostragem, uma vez que esta informação não foi citada nos trabalhos supramencionados.

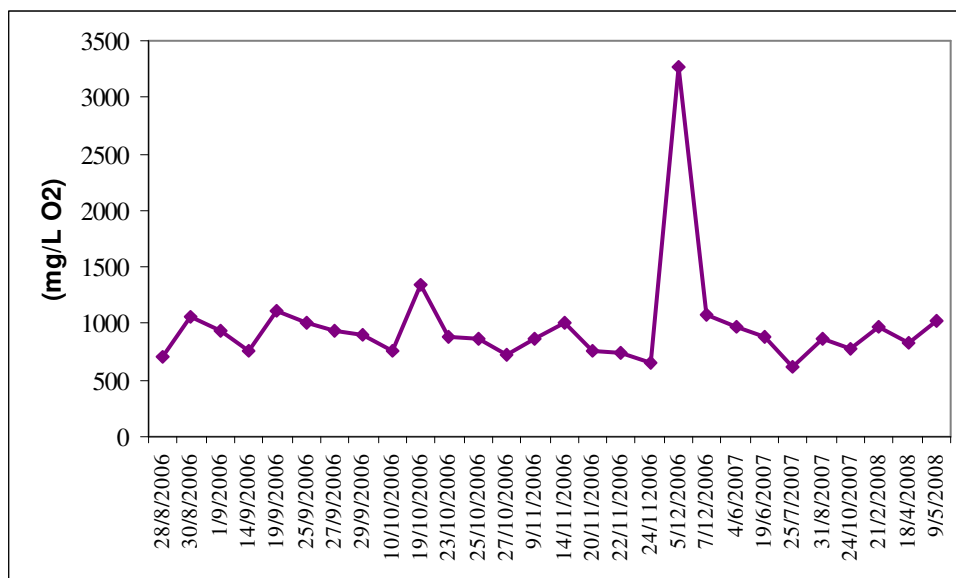


Figura 24 - Evolução dos valores de DQO (mg/L O₂) dos efluentes do HUM

O limite máximo de DQO para lançamento nas redes de esgotos, estabelecido pela empresa de saneamento básico do estado do Paraná, para vazões acima de 50 m³/dia, é de 1000 mg/L O₂. Portanto, de 19 amostras compostas medidas, apenas 4 apresentaram valores acima do limite permitido, demonstrando que o efluente, na maior parte do tempo amostrado, apresentou cargas orgânicas em quantidades aparentemente assimiláveis pela estação de tratamento de esgotos do município de Maringá. No entanto, estes valores limites podem ser questionáveis, uma vez que estes parâmetros foram estabelecidos para efluentes industriais em geral, e além disso, a companhia de saneamento estadual não leva em consideração a presença de compostos recalcitrantes, que podem comprometer de forma significativa o desempenho das estações de tratamento de esgotos da cidade.

As Figuras 25 e 26 apresentam a evolução das concentrações de Sólidos Suspensos Totais, Fixos e Voláteis, dos efluentes do HUM e do Hemocentro, respectivamente.

Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Ao submeter os sólidos a uma temperatura elevada

(550°C), a fração orgânica é oxidada (volatilizada), permanecendo após a combustão apenas a fração inerte (não oxidada). Os sólidos voláteis apresentam uma estimativa da matéria orgânica nos sólidos, ao passo que os sólidos não voláteis (fixos ou inertes) representam a matéria inorgânica ou mineral.

As concentrações médias de sólidos suspensos presentes nas amostras compostas do HUM e Hemocentro, foram de 156mg/L e 172mg/L, respectivamente. Segundo VON SPERLING (1996) as concentrações de sólidos suspensos presentes nos esgotos domésticos variam na faixa de 200 à 450 mg/L, e os valores típicos são de 400mg/L. Desta forma, os valores de concentrações de sólidos suspensos presentes nas amostras do HUM e Hemocentro, são menores do que os determinados em esgotos domésticos.

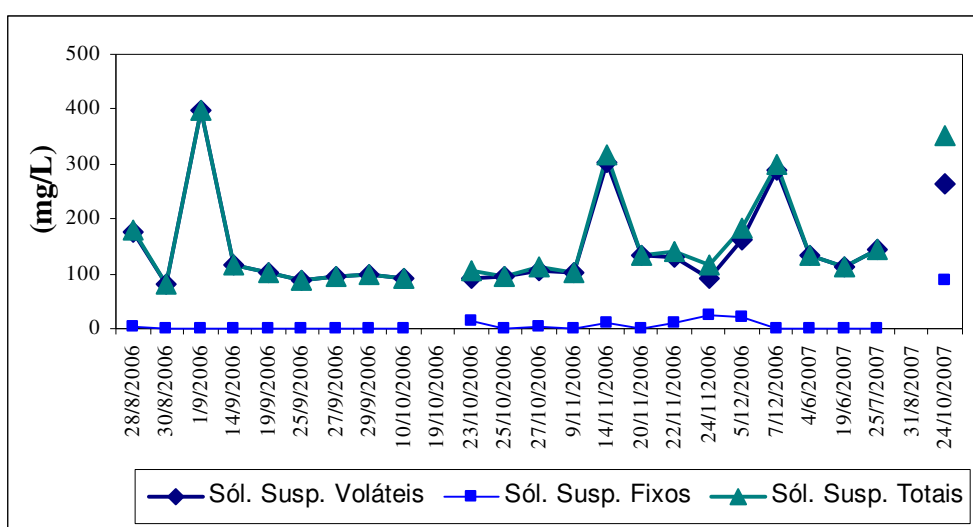


Figura 25 - Evolução das concentrações de Sólidos Suspensos Totais, fixos e voláteis das amostras do HUM

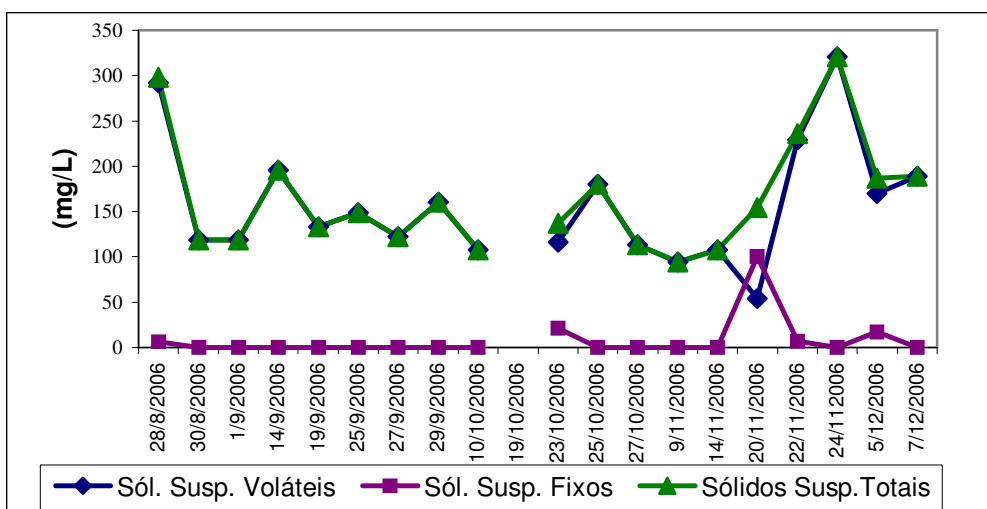


Figura 26 - Evolução das concentrações de Sólidos Suspensos Totais, fixos e voláteis das amostras do Hemocentro

Observa-se nas Figuras 25 e 26, que os valores das concentrações de sólidos suspensos voláteis, na grande maioria dos resultados, foram iguais aos valores determinados para as concentrações de sólidos suspensos totais. Portanto, pode-se concluir que a maior parte dos sólidos suspensos presentes nos efluentes do HUM e hemocentro é composto por matéria orgânica.

As Figuras 27 e 28 apresentam a evolução das concentrações de sólidos totais, fixos e voláteis, dos efluentes do HUM e do Hemocentro, respectivamente.

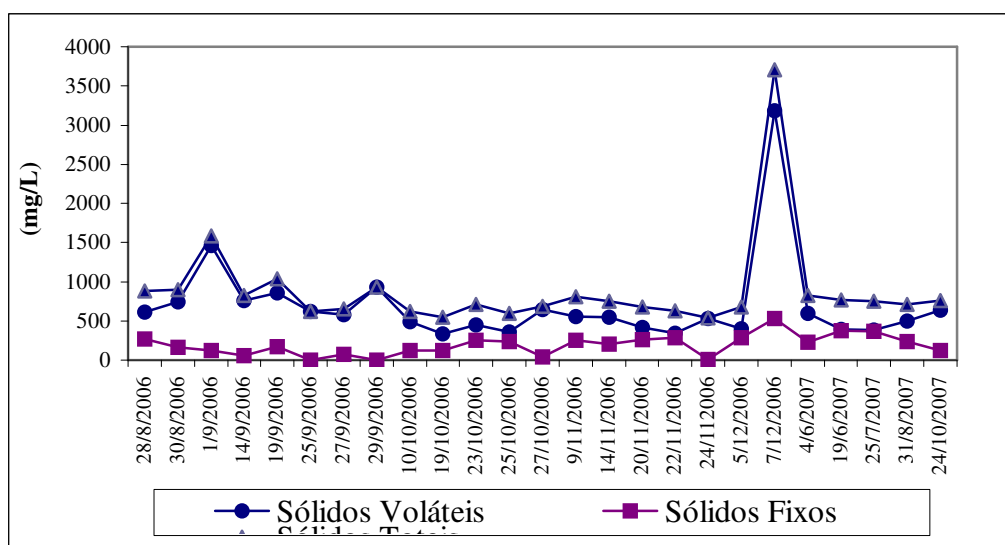


Figura 27 – Evolução da concentração de Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV) em (mg/L) dos efluentes do HUM

O limite estabelecido pela estação de tratamento para lançamento efluentes industriais na rede coletora de esgotos, em relação aos sólidos totais é de 1000 mg/L. Na Figura 27, pode-se verificar que dentre as 25 amostras, apenas 3 tiveram valores acima do estabelecido. Estes resultados demonstram que o efluente apresentou cargas de sólidos totais admissíveis pela estação de tratamento de esgotos. A mesma observação feita anteriormente para a DQO, pode-se fazer para o caso dos sólidos voláteis (SV).

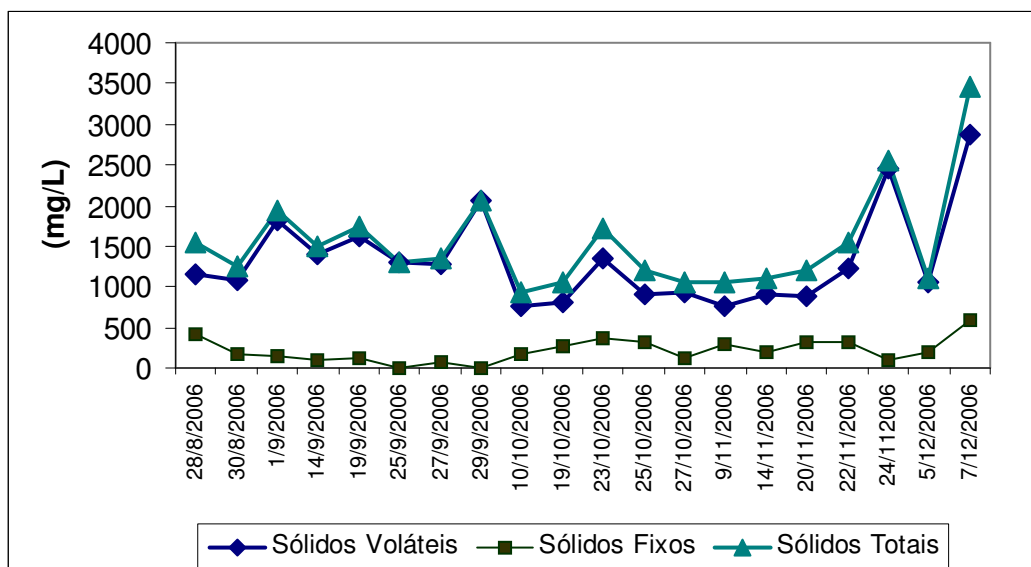


Figura 28 - Evolução da concentração de Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV) em (mg/L) dos efluentes do Hemocentro

O valor da concentração de Sólidos Totais estabelecido pela companhia de saneamento básico, para vazões abaixo de 10 m³/dia é de 1.400 mg/L. Verifica-se na Figura 28 que, na maior parte das amostras coletadas do Hemocentro, os valores das concentrações de sólidos totais ultrapassam o limite estabelecido para efluentes industriais. Estes resultados demonstram que o efluente apresentou concentrações de Sólidos Totais elevadas, mas como o volume de lançamento destes efluentes é muito baixo, este poderá ser agregado ao efluente do HUM para um posterior tratamento.

Os valores das concentrações de prata medidas no efluente do HUM e do Hemocentro estão apresentadas nas Figuras 29 e 30.

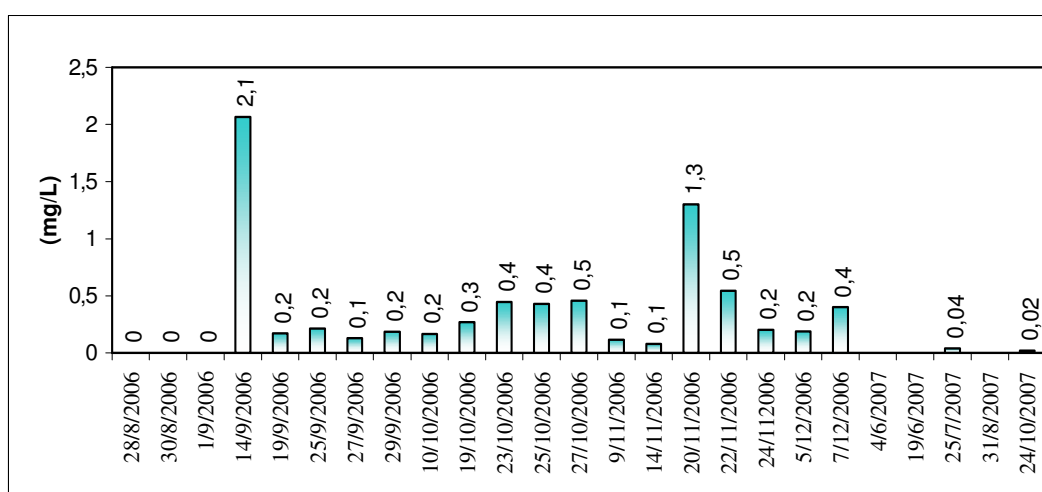


Figura 29 – Concentrações de prata – HUM

A média das concentrações de prata medidas no efluente do HUM foi de 0,4 mg/L, valor este acima do estabelecido pela Resolução n° 357/05 do CONAMA (0,1 mg/L) para lançamento em rio de classe 2.

Verifica-se na Figura 29 que na amostra do dia 14/09/2006, a concentração de prata foi de 2,1 mg Ag/L, este valor pode estar relacionado aos lançamentos de água de enxágüe de radiografias.

De acordo com SONGKOROA *et al.* (2003) a revelação de filmes radiográficos gera efluentes de fixadores exaustos, com concentrações entre 1.000-10.000 mg Ag /L, e a água de enxágüe apresenta concentrações de 50-200 mg Ag/L, na forma de complexos de Tiosulfato de prata. Todas as outras amostras apresentaram valores que oscilaram entre 0 e 0,5 mg Ag/L, estes valores estão na faixa de erro de leitura, pois a concentração traço não foi detectada pela amplitude de detecção do aparelho.

Verifica-se na Figura 30 que, o efluente do hemocentro apresentou concentrações de prata que oscilaram entre 0 e 0,8 mg Ag /L. Os valores das concentrações determinadas para o Hemocentro apresentam o mesmo erro de leitura das amostras do HUM, visto que foram utilizados as mesmas curvas e o mesmo equipamento para a determinação de concentração de prata.

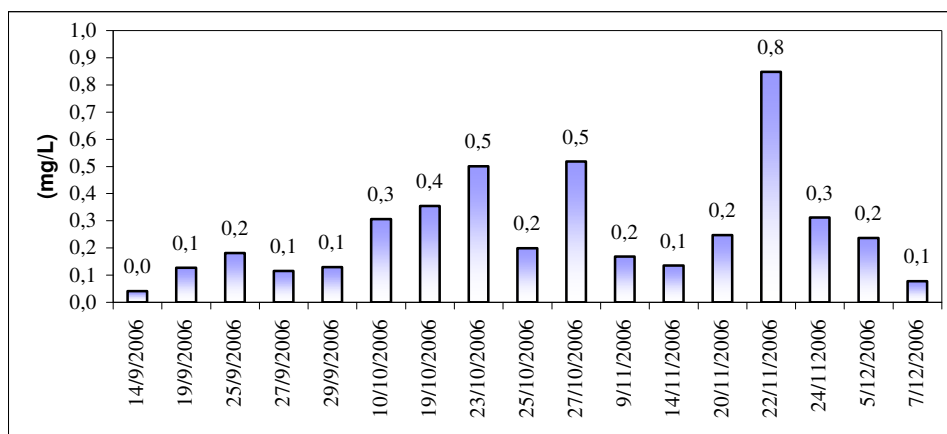


Figura 30 – Concentrações de prata Hemocentro

Neste caso, como não foi detectada nenhuma fonte deste metal dentro do Hemocentro, e provavelmente as amostras não apresentaram concentrações de prata, reforça-se, portanto, que os valores da concentração traço não foi detectada pela amplitude de detecção do aparelho.

O Nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de microrganismos responsáveis para o tratamento de esgotos. No meio aquático o nitrogênio pode ser encontrado de diversas formas (VON SPERLING, 1996). Um parâmetro para avaliação de esgoto é o Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), que quantifica amônia e o nitrogênio orgânico. Na análise de Nitrogênio Total são detectados as seguintes formas de nitrogênio: amônia, nitrogênio orgânico, nitrito e nitrato. Um limite de 100 mg N /L para NTK, é estabelecido pela companhia de saneamento básico do estado do Paraná, para lançamento de efluentes industriais na rede coletora de esgotos.

A Resolução n° 357/05 do CONAMA estabelece que, para lançamento de efluentes em corpos d'água, os padrões de nitrogênio amoniacal total são de 20 mg/L. Muito provavelmente, a quantidade de nitrogênio estabelecida pela SANEPAR, não será removida no sistema de tratamento de esgoto convencional, pois para remoção de nutrientes, são indicados sistemas de tratamento de esgotos terciário, ou a combinação de tratamentos anaeróbios e aeróbios. Portanto, da forma em que o esgoto está sendo tratado atualmente (processo anaeróbio), provavelmente o efluente tratado está sendo lançado no rio Pirapó, com índice de nitrogênio maior que o estabelecido pela resolução n° 357/05 do CONAMA.

Os resultados apresentados na Figura 31 mostram que a quantidade de nitrogênio lançada na rede de esgotos está abaixo da faixa estabelecida pela companhia de saneamento básico. A determinação do parâmetro nitrogênio amoniacal, confirmaria a necessidade ou não de um tratamento para remoção deste nutriente. No período entre 04/06/2007 e 31/08/2007, não foram realizadas análises deste parâmetro por problemas técnicos no laboratório.

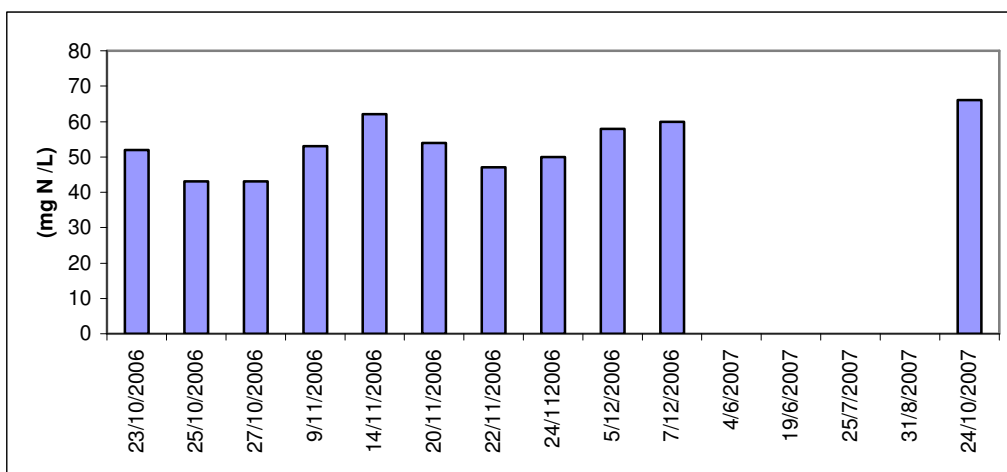


Figura 31 – Evolução da concentração de Nitrogênio Total nas amostras do HUM, 2006 - 2007.

Os resultados apresentados na Figura 32, mostram que os efluentes do Hemocentro apresentaram concentrações de Nitrogênio Total elevadas.

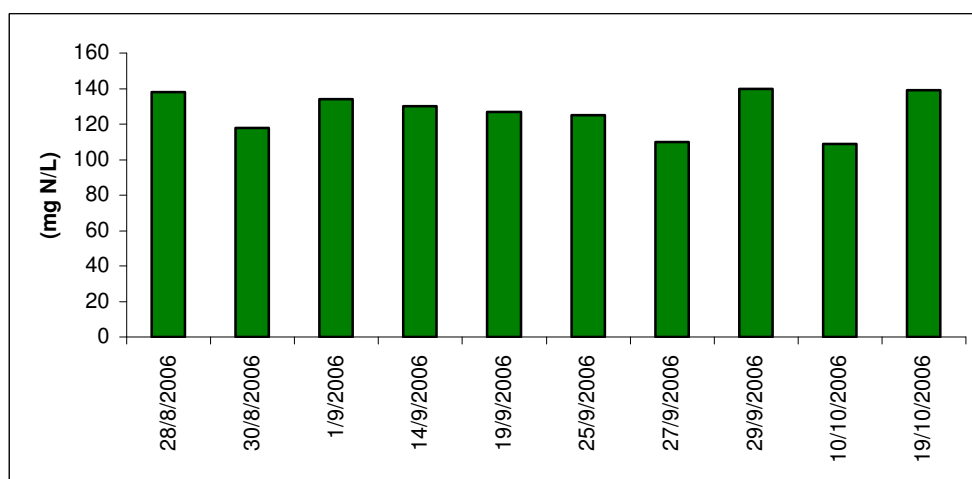


Figura 32 – Evolução da concentração de Nitrogênio Total nas amostras do Hemocentro, 2006 – 2007.

As concentrações de Nitrogênio Total determinados nas amostras do Hemocentro, apresentaram valores acima de 100 mg/L, mas como o volume de lançamento deste efluente é muito baixo, este poderá ser somado ao efluente do HUM para um posterior tratamento.

Na Tabela 14 estão apresentados os resultados das determinações de alguns metais, referentes à coleta composta do efluente do HUM do dia 21/02/2008. Para efeito de comparação, foram utilizados os limites máximos para lançamento estabelecidos pela

SANEPAR, para efluentes industriais para vazões maiores que 50,1 m³/dia. Que são os mesmos valores estabelecidos pela Resolução n° 357/05 do CONAMA.

Tabela 14 – Concentrações de alguns metais presentes na amostra composta do HUM do dia 21/02/2008.

Metal	Limites máximos para lançamento na rede coletora de esgotos e em corpos d`água CONAMA 357/05	Fator de diluição	Concentração (mg/L)
Bário (Ba)	5,0	0,2	0,05
Cádmio (Cd)	0,2	0,2	0,01
Chumbo (Pb)	0,5	0,2	0,01
Cobre (Cu)	1,0	0,2	0,02
Cromo (Cr)	0,5	0,2	0,03
Ferro (Fe)	15,0	0,2	1,40
Manganês (Mn)	1,0	0,2	0,03
Mercúrio (Hg)	0,01	0,4	0,01
Níquel (Ni)	2,0	0,2	0,01
Zinco (Zn)	5,0	0,2	0,22

Os resultados da Tabela 14, mostram que o efluente coletado no dia 21/02/2008 apresentou valores muito menores, excetuando para o mercúrio, que apresentou valor no limite de lançamento para os estabelecidos pela SANEPAR e pela Resolução n° 357/05 do CONAMA.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio é um indicador importante para se conhecer o grau de poluição de um efluente, também utilizado para dimensionar as estações de tratamento de esgotos e medir sua eficiência. Por meio da Figura 33, é possível verificar o comportamento da DBO₅ do efluente do HUM, ao longo do período de amostragem. Os valores oscilaram entre 364 mg/l e para 655mg/l. A Companhia de Saneamento Básico, estabelece que os efluentes industriais, somente poderão ser lançados, nas redes coletoras de esgotos, quando apresentarem DBO₅ total (5 dias, 20 °C) no valor máximo de 400 mg/l. Desta forma observa-se que, a maior parte das amostras compostas do HUM, apresentaram valores maiores do que o estabelecido pela SANEPAR, podendo desta forma comprometer a eficiência do tratamento da Estação de tratamento de esgotos.

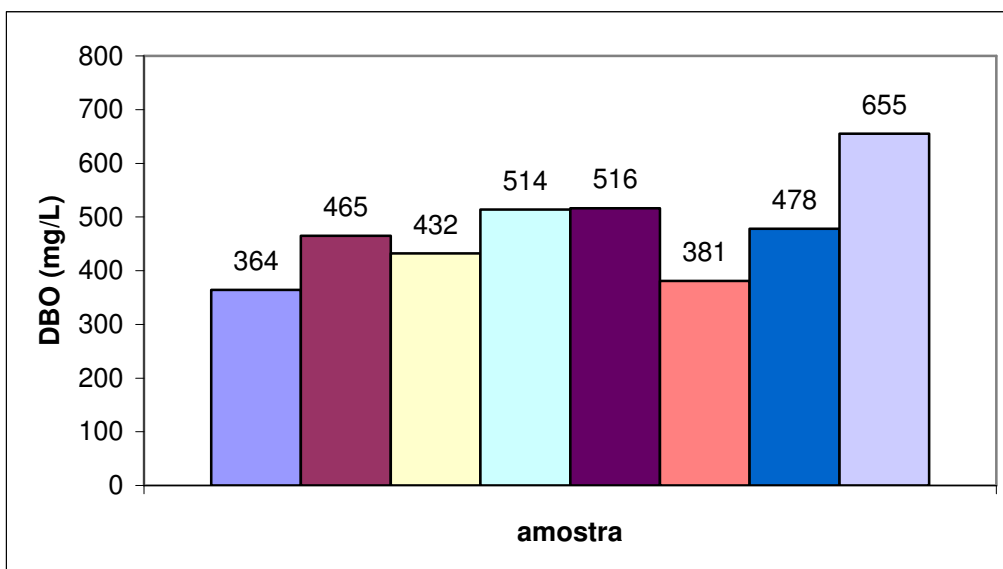


Figura 33 – Evolução dos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) das amostras do HUM

A relação entre os parâmetros DBO e DQO pode determinar a biodegradabilidade de um efluente, e desta forma, auxiliar na determinação do tipo de tratamento mais adequado para o mesmo. Para esgotos domésticos brutos, a relação DQO/DBO_5 varia em torno de 1,7 a 2,4 (VON SPERLING, 1996). Para esgotos industriais, o autor afirma que pode variar amplamente. Quando a relação DQO/DBO_5 for baixa há indicações de que a fração biodegradável é elevada e o tratamento biológico poderia ser o mais indicado. Quando a relação DQO/DBO_5 for elevada há indicações de que a fração não biodegradável é elevada, caso a fração não biodegradável não seja importante em termos de poluição do corpo receptor, há uma possível indicação para tratamento biológico, caso contrario tratamento físico químico poderia ser o mais indicado.

Os valores da relação DQO/DBO_5 , referente as amostras compostas do período de junho a novembro de 2007, foram de: 2,7; 1,9; 1,4; 1,7 e 1,5. Neste caso, os resultados apresentaram apenas um valor acima da faixa, indicando uma tendência a elevada biodegradabilidade do efluente do HUM.

A relação inversa (DBO_5/DQO) oscilou numa faixa entre 0,4 e 0,7, de acordo com estes valores, podemos constatar que no período avaliado, entre junho e novembro de 2007, os efluentes do HUM apresentaram uma degradabilidade similar a dos esgotos domésticos, que segundo METCALF e EDDY (1991), varia entre 0,4 e 0,8. No entanto, deve-se ter cuidado ao se utilizar estas relações, uma vez que análises de DQO e de

DBO, fornecem apenas um indicativo da concentração de matéria orgânica, biodegradável ou não, e não a composição real em termos de compostos orgânicos presentes nos efluentes.

Em estudo feito por KAJITVICHYANUKUL e SUNTRONVIPART (2006), a relação DBO_5/DQO do efluente de um hospital ($350 \text{ m}^3/\text{dia}$), foi igual a 0,30. Os autores concluíram que a biodegradabilidade do efluente estudado era relativamente baixa. E além disso, que o efluente apresentava uma alta toxicidade para os microrganismos, com a inibição percentual de 100%.

Os resultados das determinações de Fenóis totais das amostras do HUM, estão apresentados na Figura 34.

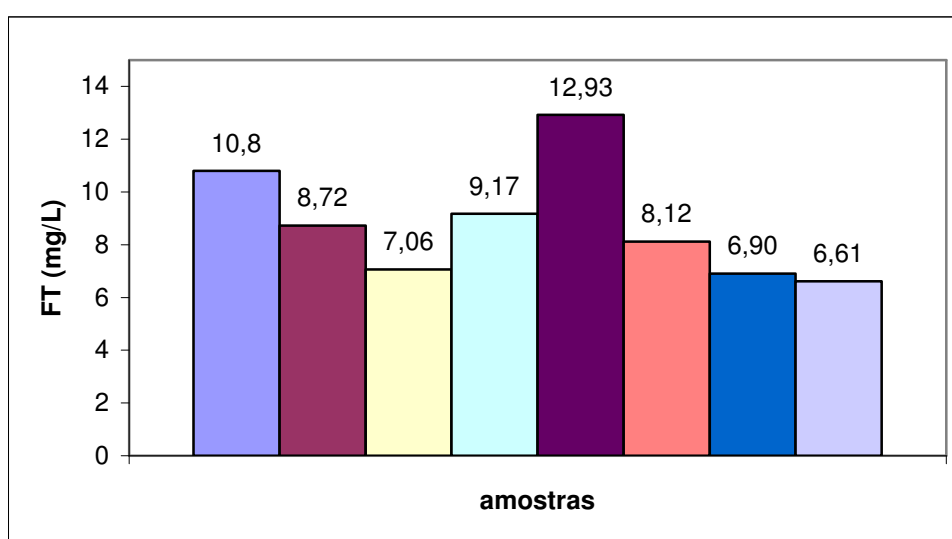


Figura 34 – Evolução das concentrações de Fenóis Totais (FT) das amostras do HUM

As concentrações de fenóis totais, determinados nas amostras do efluente do HUM, variaram entre 6,6 e 12,9 mg/L. Estes resultados mostram valores acima do permitido (0,5 mg/L) para lançamento nas redes coletoras de esgoto e pela Resolução n° 357/05 do CONAMA.

O despejo de efluentes com altas concentrações de compostos fenólicos, nas redes coletoras de esgoto doméstico, podem causar sérios danos ao ambiente, pois, considerando-se que a maioria dos sistemas convencionais de tratamento de esgotos é projetada somente para a remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos, os compostos fenólicos passarão intactos por estes processos de tratamento.

De acordo com SAPIA e MORITA (2003), o fenol, entre outros compostos químicos, têm sido detectados no lodo das estações de tratamento de esgotos

domésticos. Estes poluentes podem inibir a digestão aeróbia ou anaeróbia e ainda gerar lodo com características perigosas, que pode torná-lo inconveniente ao uso na agricultura ou se for disposto inadequadamente, pode contaminar o solo e a água subterrânea.

Desta forma, torna-se necessário a aplicação de tratamento específico para a remoção de fenóis totais presentes nos efluentes hospitalares.

As concentrações de sólidos sedimentáveis e sulfetos, apresentaram valores muitos abaixo dos estabelecidos pela SANEPAR, para efluentes industriais para vazões maiores que 50,1 m³/dia.

A quantidade de sólidos sedimentáveis é uma medida aproximada da quantidade de lodo que pode ser removida por sedimentação, se o efluente for submetido a um tratamento primário (METCALF e EDDY, 1991). Os valores de sólidos sedimentáveis determinados nas amostras do HUM, referentes às quatro amostras compostas realizadas em 2006 e 2007, foram de 0,6; 6,5; 0,6 e 2,2 mL/L, valores estes inferiores aos exigidos para lançamento na rede coletora de esgotos (10 mL/L).

O padrão de lançamento para sulfetos, estabelecido pela SANEPAR e pela Resolução n° 357/05 do CONAMA é de 1 mg/L. As análises deste parâmetro referentes às quatro amostras compostas do HUM mostraram valores entre 0,1 a 0,3, muito abaixo do estabelecido pela empresa de saneamento básico.

Na Tabela 15, estão apresentados os valores médios dos principais parâmetros físico-químicos do efluente do HUM, bem como os valores mínimo e máximo obtidos em cada análise.

Tabela 15- Características físico-químicas das amostras do HUM, 2006- 2007.

Parâmetros	unidades	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
PH	-	7,53	5,22	10,91	4
Sólidos Suspensos	mg/L	156	81	398	224
Sólidos Totais	mg/L	888	547	3709	2236
DBO ₅	mg O ₂ /L	476	381	655	194
DQO	mg O ₂ /L	974	617	3276	1880
DBO ₅ / DQO	-	0,56	0,37	0,7	0
Nitrogênio Total	mg/L	53	43	66	16

Prata	mg/L	0,3	0,02	2,1	1
Turbidez	NTU	251	125	565	311
Cor Real	PtCo	261	88	624	379
Cor Aparente	PtCo	961	540	1830	912
Fenóis Totais	mg/L	8,8	7,0	12,9	4
Sulfetos	mg/L	0,2	0,13	0,33	0
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	2,7	0,6	6,5	4

Na Tabela 16, estão apresentadas algumas características físico-químicas dos efluentes do HUM, de um hospital no sul da França, de um hospital na Tailândia e também de esgoto doméstico. O hospital da França tem capacidade para atender 144 leitos (EMMANUEL *et al*, 2002), o hospital na Tailândia, com um volume de geração de efluentes de 350m³/dia, muito superior ao gerado no HUM (99,5m³/dia), foi estudado por KAJITVICHYANUKUL e SUNTRONVIPART (2006). E as características do esgoto doméstico são aquelas apresentadas por VON SPERLING, 1996.

Tabela 16 - Concentrações médias de alguns parâmetros físico-químicos dos efluentes do HUM, hospital Francês, hospital Tailandês e esgoto doméstico.

Parâmetros	unidades	HUM	Hospital Francês	Hospital Tailândes	Esgoto doméstico
pH	-	7,5	7,9	7,3	7,0
Sólidos Suspensos	mg/L	156	225	115	400
DBO ₅	mg O ₂ /L	476	603	410	350
DQO	mg O ₂ /L	974	855	1350	700
DBO ₅ / DQO	-	0,56	0,43	0,3	0,5

Analisando a Tabela 16, pôde-se concluir que os valores de pH apresentaram-se muito próximo, tanto para os efluentes hospitalares, quanto para o esgoto doméstico. Todas as concentrações de DQO e DBO₅, referentes aos efluentes hospitalares, foram maiores do que as concentrações referentes ao esgoto doméstico, muito provavelmente, estas concentrações elevadas conferem características de recalcitrância ao efluente. As concentrações de matéria inorgânica nos sólidos suspensos dos efluentes hospitalares, estudados, são menores do que as presentes nos esgotos domésticos.

- Parâmetros Bacteriológicos

A contagem e identificação bacteriológica e a susceptibilidade à antibióticos, foram determinados em duas fases de coletas dos efluentes. Na primeira fase, em 2006, foram realizadas cinco coletas compostas de efluentes do HUM e Hemocentro, na segunda fase, em 2007, foram realizadas o mesmo número de coletas compostas, somente para os efluentes do HUM.

Contagem de colônias de bactérias

A quantificação das colônias de bactérias isoladas dos efluentes do HUM e Hemocentro, foram expressas em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por mL e estão apresentadas na Tabela 17. Os meios utilizados para o crescimento microbiano foram Ágar Mac Conkey (MCK), Ágar Salmonella-Shigella (SS), Ágar Manitol Salgado (MAN) e Ágar Sabouraud (SAB).

Tabela 17 - Contagem de bactérias presentes nos efluentes do HUM e Hemocentro coletados em 2006

Data das coletas	Dia da semana	Local da coleta	Contagem (UFC/mL)				
			Meio de crescimento				Total
MCK	SS	MAN	SAB				
25/09/06	Segunda-feira	Hemocentro	21500	4500	0	68500	94500
		HUM	44000	2000	0	68000	114000
10/10/06	Terça-feira	Hemocentro	1500	2500	500	171000	175500
		HUM	13000	1000	0	159000	173000
25/10/06	Quarta-feira	Hemocentro	26500	3000	595	890000	920095
		HUM	11000	3500	725	76000	91225
09/11/06	Quinta-feira	Hemocentro	550000	88500	235	1700000	2338735
		HUM	132000	25000	2200	226000	385200
24/11/06	Sexta-feira	Hemocentro	37500	40500	120	565000	643120
		HUM	25500	1000	165	55500	82165

O número total de unidades formadoras de colônia por mL, quantificado na primeira fase de coleta foi de 8×10^5 para as amostras do HUM e 4×10^6 para as amostras do Hemocentro.

A quantificação das colônias de bactérias isoladas dos efluentes do HUM, na segunda fase de coletas, estão apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18- Contagem de bactérias presentes nos efluentes do HUM coletados em 2007

Data da coleta e tratamento	Dia da semana	Contagem de Bactérias (UFC)				
		Meio de crescimento				
		MCK	SS	MAN	SAB	Total
18/05/07	Sexta-feira	0	0	1380	2500	3880
04/06/07	Segunda-feira	18500	8950	2725	20000	50175
19/06/07	Terça-feira	5000	3350	1495	28500	38345
25/07/07	Quarta-feira	5000	4200	13900	17500	40600
31/08/07	Sexta-feira	188000	13150	19350	238500	459000
24/10/07	Quarta-feira	106000	18500	5650	392500	522650

A contagem de bactéria, realizada para as amostras do HUM, na segunda fase de coletas apresentaram valores de 1×10^6 UFC/mL. Registrando um aumento do número de bactérias nas amostras coletadas em 2007.

Os meios utilizados para o crescimento microbiano são seletivos, portanto, favorecem o crescimento de algumas bactérias ou fungos de interesse. O meio que apresentou maior quantidade de material, nas duas fases de coletas, foi o meio de cultura Ágar Sabouraud, que é recomendado para o cultivo, isolamento e identificação de fungos patogênicos e leveduras.

A quantificação de bactérias, realizada por GAUTAM *et al.* (2006), em hospital com geração de aproximadamente 2400 m^3 por dia de efluente, foi de $2,5 \times 10^7$ UFC / mL.

Segundo Emmanuel (2002) geralmente, a concentração de bactérias presentes nas estações de tratamentos de esgotos (ETA's) é de do $10^8/100 \text{ mL}$. Os efluentes hospitalares têm geralmente uma carga microbiológica muito fraca, resultante do uso regular de desinfetantes. Estes bactericidas podem ter uma influência negativa sobre os processos biológicos das ETA's.

Mesmo considerando que os efluentes sejam diluídos, após a sua descarga na rede coletora de esgoto municipal, existe a possibilidade de que certas substâncias presentes nos efluentes gerem um efeito cumulativo e, portanto, um desequilíbrio

biológico no ecossistema aquático. Para proteger o ambiente natural contra o fenômeno do excesso de carga, torna-se importante considerar um tratamento do efluente hospitalar antes da sua descarga no sistema de esgoto municipal (EMMANUEL, 2002).

TEIXEIRA (2005), constatou que as espécies *E. coli*, *K. pneumoniae* e *P. aeruginosa* foram identificadas com maior frequência na urina, 44,5%, 43,8% e 33,6%, respectivamente. Resultados estes provenientes de diferentes amostras biológicas de pacientes internados nas diversas unidades do HUM.

A presença das espécies, isoladas e quantificadas nas amostras de urina confirmam o aparecimento destas espécies nos efluentes coletados no HUM

Identificação das bactérias e a susceptibilidade aos antibióticos

A indicação de existência de bactérias identificadas na primeira fase das coletas bactérias multi-resistentes nos efluentes do HUM e Hemocentro, podem ser observadas por meio dos resultados apresentados na Tabela 19. As bactérias foram classificadas como sensível (S), moderada (M) e resistente (R), de acordo com *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing* (2006).

Tabela 19 – Resistência das bactérias identificadas no HUM e Hemocentro em 2006.

Data	Local	Meio	Diluição	Colônia	Espécie identificada	Resistência		
						S	M	R
25-set-06	HUM	MCK	10-2 A	Branca	<i>Yersinia enterocolitica</i>	11	1	0
25-set-06	HUM	SS	10-2 A	Vermelha	<i>Serratia sp.</i>	11	1	0
25-set-06	HUM	SAB	10-2 A	Amarela	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
25-set-06	Hemoc	MCK	10-2 A	Branca	<i>Hafnia alvei</i>	12	0	0
25-set-06	Hemoc	MCK	10-2 A	Vermelha	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
25-set-06	Hemoc	SS	10-2 A	Vermelha	<i>Serratia liquefaciens</i>	12	0	0
25-set-06	Hemoc	SAB	10-2 A	Amarela	<i>Escherichia coli</i>	11	0	2
25-set-06	Hemoc	SAB	10-2 A	Branca	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
10-out-06	HUM	MCK	10-2 B	Branca	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	3	8
10-out-06	HUM	MCK	10-2 A	Rosa	<i>Escherichia coli</i>	0	0	12
10-out-06	HUM	MCK	10-2 A	Vermelha	<i>Serratia liquefaciens</i>	10	0	2
10-out-06	HUM	SAB	10-2 A	Amarela	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
10-out-06	HUM	SS	10-2 A	Branca	<i>Hafnia alvei</i>	10	0	2

10-out-06	HUM	SS	10-2 A	Vermelha	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10	2	0
10-out-06	Hemoc	MCK	10-2 B	Branca	<i>Serratia marcescens</i>	10	2	0
25-out-06	HUM	MCK	10-2 B	Branca	<i>Hafnia alvei</i>	12	0	0
25-out-06	HUM	MCK	10-3 B	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	1	10
25-out-06	HUM	MCK	10-3 A	Vermelha	<i>Serratia liquefaciens</i>	12	0	0
25-out-06	HUM	SS	10-2 A	Branca	<i>Yersinia enterocolitica</i>	11	0	1
25-out-06	Hemoc	MCK	10-2 B	Branca	<i>Providencia stuartii</i>	12	0	0
25-out-06	Hemoc	MCK	10-2 A	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
25-out-06	Hemoc	MCK	10-4 B	Vermelha	<i>Enterobacter agglomerans</i>	12	0	0
25-out-06	Hemoc	SS	10-2 B	Rosa	<i>Klebsiella oxytoca</i>	12	0	0
25-out-06	Hemoc	SS	10-2 B	Vermelha	<i>Enterobacter agglomerans</i>	10	2	0
9-nov-06	HUM	SAB	10-2 A	Amarela	<i>Citrobacter freundii</i>	12	0	0
9-nov-06	HUM	SAB	10-3 B	Branca	<i>Escherichia coli</i>	12	0	0
9-nov-06	HUM	SS	10-2 B	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6	3	3
9-nov-06	Hemoc	MCK	10-4 A	Rosa	<i>Enterobacter cloacae</i>	5	2	5
9-nov-06	Hemoc	SS	10-2 B	Branca	<i>Yersinia enterocolitica</i>	12	0	0
9-nov-06	Hemoc	SS	10-2 B	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
24-nov-06	HUM	MCK	10-2 B	Branca	<i>Serratia marcescens</i>	11	1	0
24-nov-06	HUM	SAB	10-2 B	Amarela	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
24-nov-06	HUM	SS	10-2 A	Rosa	<i>Citrobacter freundii</i>	2	5	5
24-nov-06	HUM	SS	10-2 A	Vermelha	<i>Enterobacter aerogenes</i>	12	0	0
24-nov-06	Hemoc	MCK	10-2 B	Branca	<i>Serratia sp.</i>	12	0	0
24-nov-06	Hemoc	SAB	10-3 A	Amarela	<i>Serratia marcescens</i>	11	1	0
24-nov-06	Hemoc	SAB	10-4 A	Branca	<i>Shigella sp.</i>	10	2	0
24-nov-06	Hemoc	SS	10-2 B	Rosa	<i>Serratia rubidaea</i>	12	0	0
24-nov-06	Hemoc	SS	10-3 B	Vermelha	<i>Serratia sp.</i>	12	0	0

S- Sensível; M- Moderadamente sensível; R- Resistente

Pode-se observar que foram identificadas 39 espécies nas amostragens dos efluentes do HUM e Hemocentro. A maior parte das bactérias que apresentaram resistência aos antibióticos eram provenientes das amostras coletadas do HUM, apenas 2, das 10 amostras eram do Hemocentro.

O número de bactérias identificadas pertencente ao efluente do HUM, totalizou em 20 espécies, as resistências apresentadas por estas espécies foram as seguintes: 7 apresentaram resistência a mais de dois antibióticos, 2 destes microrganismos resistiram a mais de 10 antibióticos e 8 espécies apresentaram moderada resistência a pelo menos um dos antibióticos, e as demais apresentaram sensibilidade aos antibióticos.

Valores de resistência à um grande número de antibióticos foram encontrados nas amostras dos efluentes do HUM. A espécie *E. Coli* apresentou-se resistente a todos os antibióticos testados, e a espécie *K. pneumoniae* apresentou resistência à 10 e 8 antibióticos, em duas coletas distintas.

Para a segunda fase de coletas (2007), a indicação da resistência de bactérias aos 12 antibióticos testados no efluente do HUM, pode ser observada na Tabela 20.

Tabela 20 – Resistência das bactérias identificadas no HUM em 2007.

Data	Meio	Diluição	Colônia	Espécie identificada	Resistência		
					S	M	R
04-jun-2007	MCK	10-2 B	Branca	<i>Serratia marcescens</i>	11	0	1
04-jun-2007	MCK	10-3 A	Rosa	<i>Klebsiella oxytoca</i>	12	0	0
04-jun-2007	MCK	10-2 A	Vermelha	<i>Enterobacter aerogenes</i>	3	1	8
04-jun-2007	SS	10-1 A	Branca	<i>Citrobacter freundii</i>	4	4	4
04-jun-2007	SS	10-1 B	Preta	<i>Citrobacter freundii</i>	12	0	0
04-jun-2007	SS	10-1 B	Rosa	<i>Enterobacter cloacae</i>	2	1	9
19-jun-2007	MCK	10-2 B	Branca	<i>Serratia marcescens</i>	8	4	0
19-jun-2007	MCK	10-2 A	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
19-jun-2007	MCK	10-2 A	Vermelha	<i>Escherichia coli</i>	12	0	0
19-jun-2007	SS	10-1 A	Preta	<i>Proteus sp.</i>	10	1	1
19-jun-2007	SS	10-1 B	Rosa	<i>Klebsiella sp.</i>	12	0	0
25-jul-2007	MCK	10-2 A	Branca	<i>Hafnia alvei</i>	12	0	0
25-jul-2007	MCK	10-2 B	Rosa	<i>Escherichia coli</i>	12	0	0
25-jul-2007	SS	10-1 A	Preta	<i>Citrobacter freundii</i>	4	2	6
25-jul-2007	SS	10-1 A	Rosa	<i>Serratia sp.</i>	4	0	8
25-jul-2007	SS	10-1 B	Vermelha	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12	0	0
31-jul-2007	MCK	10-2 A	Rosa	<i>Citrobacter freundii</i>	4	2	6
31-jul-2007	MCK	10-3 B	Vermelha	<i>Enterobacter cloacae</i>	12	0	0
31-jul-2007	SS	10-1 A	Preta	<i>Citrobacter sp.</i>	6	3	3
31-jul-2007	SS	10-1 B	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3	1	8
31-jul-2007	SS	10-2 B	Vermelha	<i>Citrobacter sp.</i>	4	5	3
31-jul-2007	SAB	10-3 B	Branca	<i>Enterobacter sp.</i>	4	2	6
24-out-2007	MCK	10-2 A	Branca	<i>Enterobacter cloacae</i>	11	0	1
24-out-2007	MCK	10-2 B	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	4	6
24-out-2007	MCK	10-3 A	Vermelha	<i>Klebsiella oxytoca</i>	5	5	2
24-out-2007	SS	10-1 B	Branca	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3	2	7
24-out-2007	SS	10-1 A	Preta	<i>Citrobacter freundii</i>	4	3	5

24-out-2007	SS	10-2 B	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	11	1	0
24-out-2007	SS	10-2 A	Vermelha	<i>Escherichia coli</i>	12	0	0

Dentre as 29 espécies identificadas, 14 apresentaram resistência a pelo menos dois antibióticos, 16 espécies apresentaram moderada resistência a pelo menos um dos antibióticos, e as demais apresentaram sensibilidade aos antibióticos.

A porcentagem de espécies bacterianas, com resistência a pelo menos dois antibióticos, aumentou de 35% para 48% entre as amostras coletadas em 2006 e 2007.

Frequência das bactérias isoladas

A Figura 35 apresenta a distribuição percentual das bactérias identificadas nas amostras compostas, coletadas no ano de 2006 no HUM.

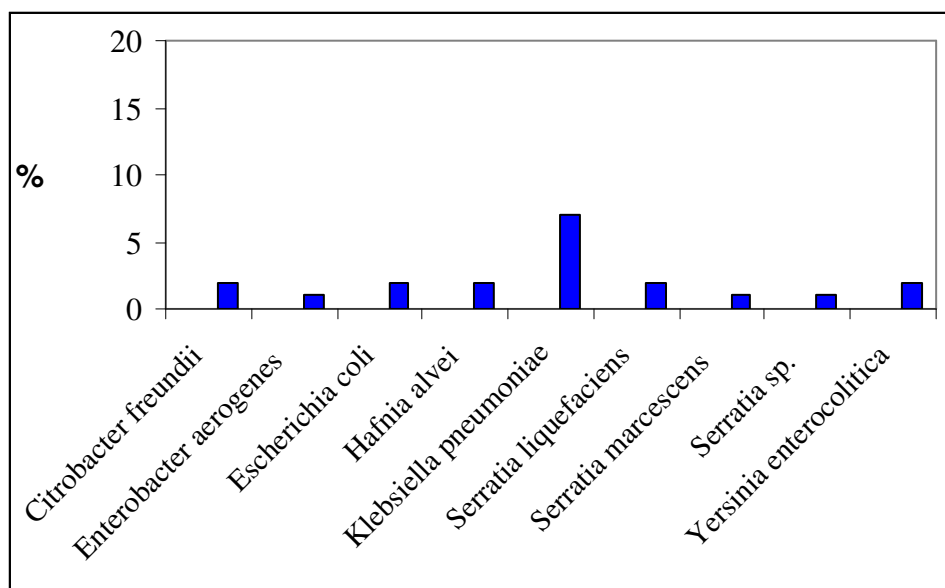


Figura 35- Distribuição das bactérias isoladas das coletas de amostras compostas no ano de 2006 do HUM

A espécie *Klebsiella pneumoniae* apresentou-se em maior número na identificação das amostras, com um percentual de 35%, enquanto as espécies *Citrobacter freundii.*, *Serratia liquefaciens*, *Hafnia alvei*, *Yersinia enterocolitica* e *Escherichia coli* apresentaram-se em valores percentuais de 10% para cada espécie, e em seguida bactérias da espécie *Enterobacter aerogenes*, *Serratia marcescens*, *Serratia sp.* com 5% na identificação das amostras.

A Figura 36 apresenta a distribuição percentual das bactérias identificadas nas amostras compostas, coletadas no ano de 2007.

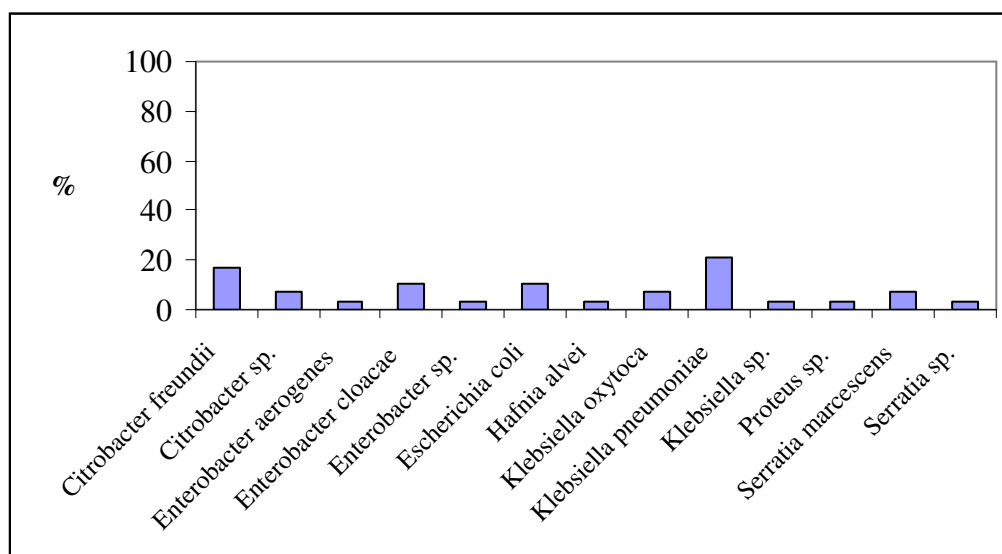


Figura 36- Distribuição das bactérias isoladas das coletas de amostras compostas no ano de 2007.

Nesta segunda etapa de amostragens, a espécie *Klebsiella pneumoniae* continuou apresentando-se em maior número na identificação das amostras, com um percentual de 21%, enquanto a espécie *Citrobacter freundii* apresentou valor percentual de identificação de 17%, as espécies *Enterobacter cloacae* e *Escherichia coli*, apresentaram-se em valores percentuais de 10% cada espécie, e em seguida bactérias das espécies *Citrobacter sp.*, *Klebsiella oxytoca* e *Serratia marcescens* com 7% cada, e as demais com 3% de identificação nas amostras.

Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos de bactérias gram negativas isoladas do HUM.

Na Tabela 21 estão relacionados os antibióticos utilizados nas provas de susceptibilidade e a relação de sensibilidade apresentada pelos microorganismos, coletados em 2006.

Tabela 21- Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos de bactérias gram negativas isoladas do HUM no ano de 2006.

Antibióticos	Amostras					
	Sensível		Moderadamente sensível		Resistente	
	n ^o	%	n ^o	%	n ^o	%
Meropenem 10µg	38	97	0	0	1	3
Trimetoprim 5µg	33	85	0	0	6	15
Sulfazotrim 25µg	33	85	0	0	6	15
Ceftriaxona 30µg	34	87	0	0	5	13
Ceftazidima 30µg	34	87	0	0	5	13
Ciprofloxacina 5µg	32	82	3	8	4	10
Gentamicina	28	72	5	13	6	15
Cefepime 30µg	34	87	2	5	3	8
Cefotaxima 30µg	33	84	3	8	3	8
Aztreonam 30µg	33	84	1	3	5	13
Amicacina 30µg	28	72	6	15	5	13
Piperacilina 100µg	34	87	3	8	2	5

Verifica-se que a maior parte das bactérias apresentaram sensibilidade aos antibióticos, destaca-se que todos os antibióticos tiveram pelo menos uma bactéria resistente ao efeito microbiano. A maior parte dos antibióticos testados foram ativos em pelo menos 84% das bactérias, destacando-se apenas o Meropenem que apresentou 97% de eficiência.

Na Tabela 22, estão relacionados os antibióticos utilizados nas provas de susceptibilidade e a relação de sensibilidade apresentada pelos microorganismos, coletados em 2007.

Tabela 22- Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos de bactérias gram negativas isoladas do HUM no ano de 2007.

Antibióticos	Amostras					
	Sensível		Moderadamente sensível		Resistente	
	n°	%	n°	%	n°	%
Meropenem 10µg	28	97	0	0	1	3
Trimetoprim 5µg	19	66	7	24	3	10
Sulfazotrim 25µg	17	59	2	7	10	34
Ceftriaxona 30µg	14	49	5	17	10	34
Ceftazidima 30µg	20	69	3	10	6	21
Ciprofloxacina 5µg	19	68	5	18	4	14
Gentamicina	21	72	1	4	7	24
Cefepime 30µg	21	72	1	4	7	24
Cefotaxima 30µg	13	45	7	24	9	31
Aztreonam 30µg	14	49	3	10	12	41
Amicacina 30µg	16	56	3	10	10	34
Piperacilina 100µg	21	73	3	10	5	17

Observa-se na Tabela 22, da mesma forma que em 2006, todos os antibióticos tiveram pelo menos uma bactéria resistente ao efeito microbiano. Destaca-se que, 97% das espécies mostraram sensibilidade ao antibiótico Meropenem, confirmando os resultados obtidos na primeira fase de coletas.

5.6 – TRATAMENTOS DO EFLUENTE DO HUM

Testes para avaliação do grau de desinfecção dos efluentes do HUM

Amostras coletadas no HUM, em 2007 e 2008, foram submetidas a tratamentos para avaliar o grau de desinfecção e outras para avaliar o grau de desinfecção e a remoção de fenóis totais.

Na avaliação do grau de desinfecção dos efluentes do HUM, as amostras foram submetidas aos seguintes tratamentos: Irradiação de luz UV por 15 e 60 minutos;

Irradiação de luz UV por 120 minutos; Filtração em filtro de areia; Filtração em filtro de areia seguido de irradiação de luz UV por 120 minutos; Oxidação com processo Fenton por 120 minutos e Oxidação com processo foto-Fenton por 60 e 120 minutos.

Teste preliminares para avaliação das condições dos tratamentos Fenton e Foto-fenton

Para avaliação das melhores condições de tratamento pelos processos de oxidação avançada Fenton e foto-Fenton, foram realizados testes para determinar a influência do tempo reacional e da concentração de ferro. As melhores condições, baseadas na eficiência de remoção de fenóis totais, foram utilizadas nos experimentos para a desinfecção dos efluentes.

Foram testadas as razões mássicas de $[DQO]:[H_2O_2] = 1:4$, com variações de $[Fe]$ de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 e 0,6, $pH = 3,0$ e tempos de 60, 120 e 180 minutos. Os resultados estão apresentados na Figura 37.

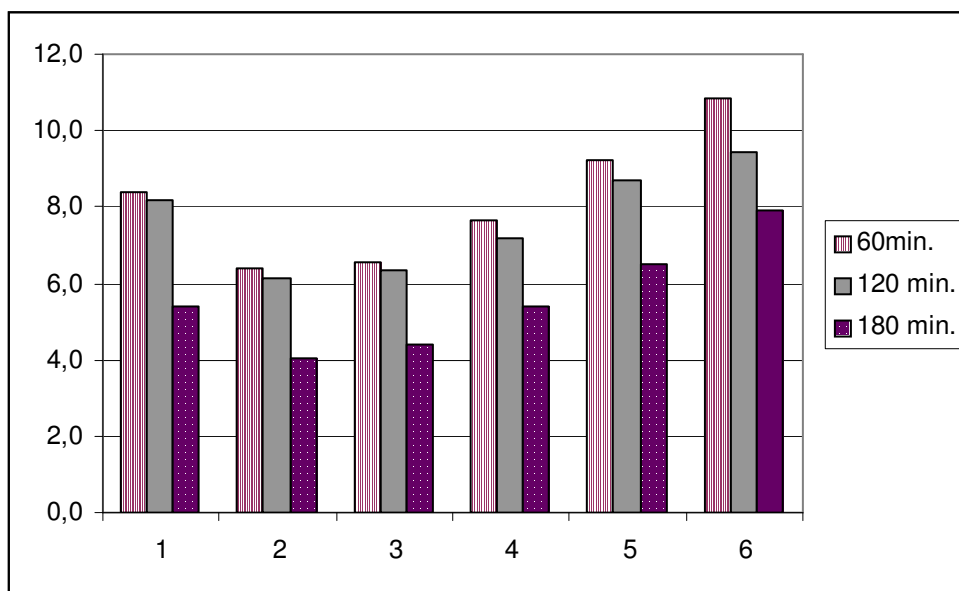


Figura 37 – Concentrações de fenóis totais para várias concentrações de ferro para tempos reacionais de 60, 120 e 180 minutos

Os valores apresentados na Figura 37, entre 1 e 6 correspondem às razões mássicas de ferro de 0,1 à 0,6, respectivamente. Neste experimento, o valor inicial da concentração de fenóis totais foi de 10 mg/L, referente a amostra do dia 31/08/07.

Observa-se na Figura 37, que a remoção de fenóis totais não está diretamente relacionada com a quantidade do reagente de ferro utilizado. Para razões mássicas à partir de 0,2, o aumento da concentração de ferro resultou na diminuição da degradação dos compostos fenólicos.

Os resultados indicaram maior eficiência de remoção de fenóis totais, para a razão mássica de ferro de 0,2 em todos os tempos reacionais testados.

Como havia interesse em utilizar concentrações menores, justificada pelo menor consumo dos reagentes, realizou-se um teste para razões mássicas de ferro de 0,1 e 0,2 na amostra composta do efluente do dia 24/10/07. Os resultados referentes a este teste estão demonstrados na Tabela 23.

Tabela 23 – Teste para avaliação da melhor proporção de ferro para ser utilizada nos tratamentos Fenton e Foto-fenton

Tempo reacional (min.)	[Fe] (mg/L)	Concentração de Fenóis Totais (mg/L)
Início		12,9
60	0,1	10,3
120	0,1	2,9
60	0,2	11,4
120	0,2	5,5

A taxa de remoção de fenóis totais, obtidas neste experimento, foram maiores para a razão mássica de 0,1 mg/L de ferro. Para um tempo reacional de 120 minutos, foram determinados 2,9 mg/L de fenóis totais.

A contradição dos resultados entre o primeiro e o segundo teste, pode estar relacionada com a possibilidade de haver diferentes compostos fenólico nas amostras analisadas.

Os resultados obtidos no segundo experimento, e a possibilidade de menor consumo de reagentes, determinou a razão mássica de 0,1 para ferro à serem utilizadas nos tratamentos dos efluentes do HUM.

Contagem de colônias de bactérias após tratamento

Com o propósito de avaliar a eficiência de desinfecção de cada tratamento, comparou-se as unidades formadoras de colônias nos meios de crescimento, antes e após tratamento.

Na Tabela 24, estão quantificadas as bactérias que cresceram nos meios Ágar Mac Conkey, Ágar Salmonella-Shigella, Ágar Manitol Salgado e Ágar Sabouraud Dextrose, nos efluentes antes e após submissão aos Tratamentos.

Tabela 24 – Contagem bacteriana dos efluentes do HUM antes e após tratamentos.

Data da coleta e tratamento	Tipo de tratamento	Contagem de Bactérias (UFC)				
		Meio de crescimento				
		MCK	SS	MAN	SAB	Total
18/05/07	Sem tratamento	-	-	1380	2500	3880
	UV 15 minutos	49500	-	1095	156000	206595
	UV 60 minutos	21000	-	1105	8500	30605
04/06/07	Sem tratamento	18500	8950	2725	20000	50175
	UV 120 minutos	2000	4750	1430	2500	10680
19/06/07	Sem tratamento	5000	3350	1495	28500	38345
	Filtro de areia	-	1770	490	-	2260
25/07/07	Sem tratamento	5000	4200	13900	17500	40600
	Filtro de areia	1500	2285	6950	17500	28235
	Filtro de areia + UV					
	120 minutos	0	660	2050	6000	14710
31/08/07	Sem tratamento	188000	13150	19350	238500	459000
	Fenton 120 minutos	0	0	0	0	0
24/10/07	Sem tratamento	106000	18500	5650	392500	522650
	Foto-fenton	0	0	0	0	0
	60 minutos					
	Foto-fenton	0	0	0	0	0
	120 minutos					

Os resultados referentes às coletas dos dias 18/05/07 e 19/06/07, apresentados na Tabela 24, que não apresentaram nenhum valor, provavelmente, deve-se ao fator de erro de diluição das amostras. Mesmo após a filtração, este resultado não se justifica pois não é característica do processo a retenção total das bactérias devido ao tamanho das mesmas. Portanto, algumas avaliações ficaram inviáveis mediante a constatação destes erros.

Os tratamentos Fenton e foto-Fenton foram 100% eficientes na desinfecção dos efluentes do HUM, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 24, não houve crescimento de bactérias em nenhum meio, após submissão das amostras a estes tratamentos. Os resultados referentes à desinfecção por emissões de luz UV por 120 minutos, demonstraram uma redução de 79% de Unidades Formadoras de Colônias em relação ao efluente sem tratamento. Para o filtro de areia esta redução foi de 30,5% e para a combinação filtro de areia e emissões de luz UV por 120 minutos a redução de UFC foi de 64%.

Identificação das bactérias e a susceptibilidade aos antibióticos após tratamento

As análises de resistências de bactérias, após os tratamentos podem ser verificadas na Tabela 25.

Tabela 25 – Resistência das bactérias identificadas no HUM em 2007 após tratamento

Data	Tratamento	Meio	Diluição	Colônia	Espécie identificada	Resistência		
						S	M	R
04-jun-2007	UV 120	MCK	10-2 B	Branca	<i>Klebsiella oxytoca</i>	4	2	6
04-jun-2007	UV 120	MCK	10-3 A	Rosa	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	4	6
04-jun-2007	UV 120	MCK	10-2 A	Vermelha	<i>Citrobacter freundii</i>	5	2	5
04-jun-2007	UV 120	SS	10-1 A	Branca	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	2	8
19-jun-2007	Filtro areia	SS	10-1 B	Preta	<i>Escherichia coli</i>	5	2	5
19-jun-2007	Filtro areia	SS	10-1 B	Rosa	<i>Proteus sp.</i>	9	2	1
19-jun-2007	Filtro areia	MCK	10-2 B	Branca	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10	2	0
19-jun-2007	Filtro areia	MCK	10-2 A	Rosa	<i>Enterobacter cloacae</i>	2	1	9
25-jul-2007	Filtro areia	MCK	10-2 A	Vermelha	<i>Yersinia</i>	11	1	0

					<i>enterocolitica</i>			
25-jul-2007	Filtro areia	SS	10-1 A	Preta	<i>Klebsiella</i>	11	1	0
					<i>pneumoniae</i>			
25-jul-2007	Filtro areia	SS	10-1 B	Rosa	<i>Klebsiella</i>	10	2	0
					<i>pneumoniae</i>			
25-jul-2007	Filtro areia	MCK	10-2 A	Branca	<i>Klebsiella</i>	12	0	0
					<i>pneumoniae</i>			
25-jul-2007	Filtro areia +UV 60 min	SS	10-1 A	Rosa	<i>Serratia sp.</i>	5	0	7
25-jul-2007	Filtro areia +UV 60 min	SS	1-B	Vermelha	<i>Klebsiella</i>	12	0	0
					<i>pneumoniae</i>			
31-jul-2007	Fenton 120 min.	-	-	-	-	-	-	-
24-out-2007	Foto- Fenton 60 min.	-	-	-	-	-	-	-
24-out-2007	Foto- Fenton 120 min.	-	-	-	-	-	-	-

Foram identificadas 14 espécies, após submissão dos efluentes à seis tratamentos distintos. O resultados dos testes de resistência para os efluentes do HUM após tratamento foram os seguintes: dentre as 14 espécies identificadas 7 (50%) apresentaram resistência a mais de dois antibióticos, 11 (79%) apresentaram moderada resistência a pelo menos um dos antibióticos, e 6 (43%) apresentaram sensibilidade a pelo menos 10 antibióticos.

As espécies identificadas nas amostras referentes à coleta do dia 19/06/07, não apresentaram resistência a nenhum antibiótico, mas este resultado não está associado ao tratamento, visto que, a amostra bruta apresentou resistência a apenas um antibiótico.

Frequência das bactérias isoladas após tratamento

A Figura 38 apresenta a distribuição percentual das bactérias identificadas nas amostras compostas, coletadas no ano de 2007 e 2008, após tratamento.

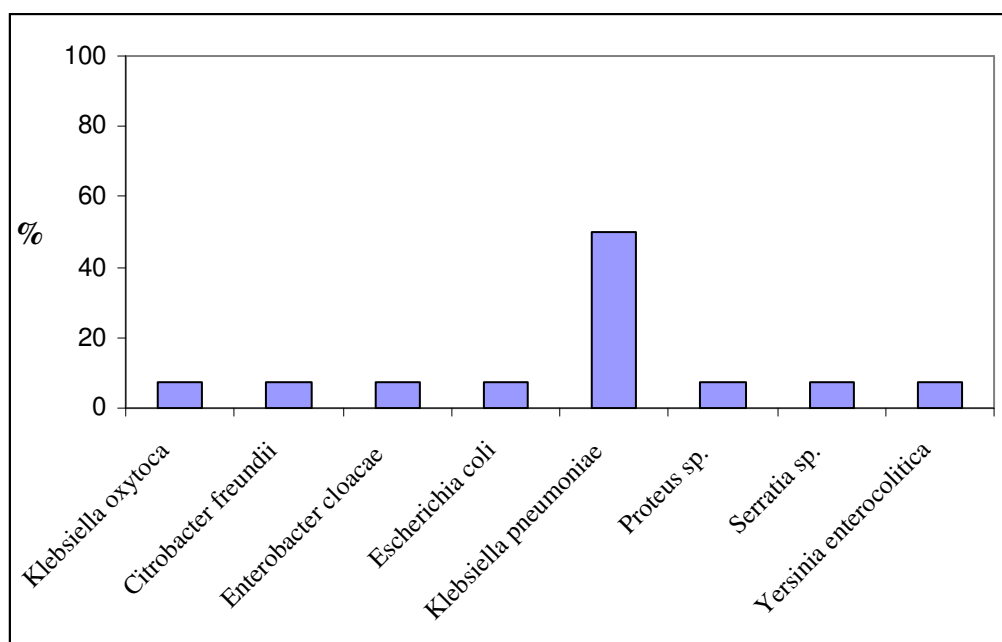


Figura 38- Distribuição das bactérias isoladas das coletas de amostras compostas no ano de 2007 e 2008 com tratamento.

A predominância da espécie *Klebsiella pneumoniae* (50%) continuou nas amostras identificadas após tratamentos, e as demais espécies, se apresentaram de forma equitativa, num percentual de 7, como apresentado na Figura 36.

Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos de bactérias gram negativas isoladas do HUM após tratamento.

Na Tabela 26, estão relacionados os antibióticos utilizados nas provas de susceptibilidade e a relação de sensibilidade apresentada pelos microorganismos, coletados em 2007 após tratamento.

Tabela 26- Susceptibilidade das bactérias aos antibióticos nas amostras de 2007 após tratamento.

Antibióticos	Amostras					
	Sensível		Moderadamente sensível		Resistente	
	nº	%	nº	%	nº	%
Meropenem 10µg	14	100	0	0	0	0

Trimetoprim 5µg	8	57	4	29	2	14
Sulfazotrim 25µg	6	43	2	14	6	43
Ceftriaxona 30µg	6	43	2	14	6	43
Ceftazidima 30µg	11	79	0	0	3	21
Ciprofloxacina 5µg	9	64	1	7	4	29
Gentamicina	8	57	2	14	4	29
Cefepime 30µg	9	64	1	7	4	29
Cefotaxima 30µg	6	43	1	7	7	50
Aztreonam 30µg	8	57	0	0	6	43
Amicacina 30µg	8	57	3	21	3	21
Piperacilina 100µg	7	50	5	36	2	14

Observa-se na Tabela 26 que todas as espécies mostraram sensibilidade ao antibiótico Meropenem. Este resultado se justifica, pois este antibiótico é indicado para o tratamento de infecções em adultos e crianças, causadas por uma única ou múltiplas bactérias sensíveis, portanto, o meropenem é útil para o tratamento de infecções polimicrobianas.

Comparação dos Perfis de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos de bactérias gram negativas isoladas do HUM em 2006 e 2007.

Na Tabela 27 estão apresentados os valores percentuais de susceptibilidade das bactérias aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos.

Tabela 27- Susceptibilidade das bactérias aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos

Antibióticos	Amostras								
	Sensível (%)			Moderadamente sensível (%)			Resistente (%)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Meropenem 10µg	97	97	100	0	0	0	3	3	0
Trimetoprim 5µg	85	66	57	0	24	29	15	10	14

Sulfazotrim 25µg	85	59	43	0	7	14	15	34	43
Ceftriaxona 30µg	87	49	43	0	17	14	13	34	43
Ceftazidima 30µg	87	69	79	0	10	0	13	21	21
Ciprofloxacina 5µg	82	68	64	8	18	7	10	14	29
Gentamicina	72	72	57	13	4	14	15	24	29
Cefepime 30µg	87	72	64	5	4	7	8	24	29
Cefotaxima 30µg	84	45	43	8	24	7	8	31	50
Aztreonam 30µg	84	49	57	3	10	0	13	41	43
Amicacina 30µg	72	56	57	15	10	21	13	34	21
Piperacilina 100µg	87	73	50	8	10	36	5	17	14

A=resultados referentes as coletas de 2006; B=resultados referentes as coletas de 2007 sem tratamentos; C=resultados referentes as coletas de 2007 após os tratamentos.

Para uma análise mais exata dos resultados de resistências aos antibióticos, optou-se por apresentá-los como sensíveis e com resistência adquirida (moderada sensibilidade e resistentes), de acordo com PRADO (2007) e REINTHALER *et al.*(2003).

Os valores percentuais de bactérias que apresentaram sensibilidade aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos, estão apresentados na Figura 39. Os valores representados no gráfico como 2007A, se referem aos resultados de sensibilidade das amostras após os tratamentos.

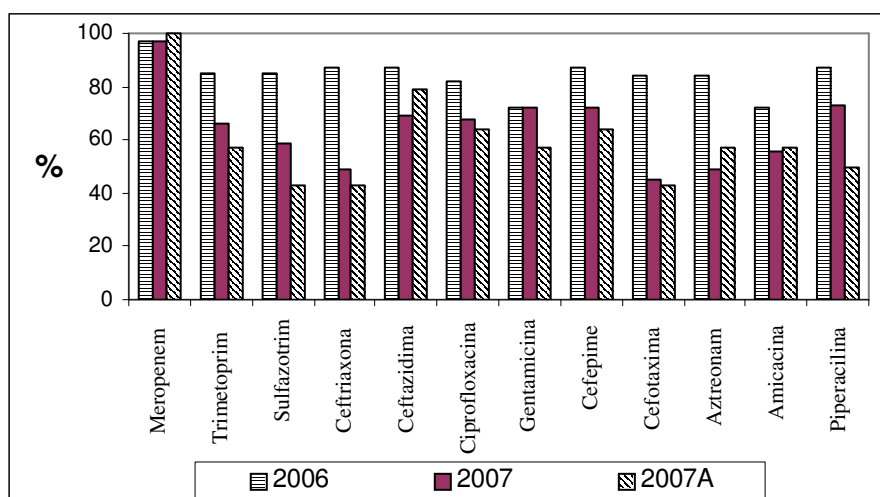


Figura 39 - Porcentagens de bactérias que foram sensíveis aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos.

Na Figura 40 estão apresentados os valores percentuais de bactérias que apresentaram Resistência Adquirida aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos. Os valores representados no gráfico como 2007A, se referem aos resultados de sensibilidade das amostras após os tratamentos.

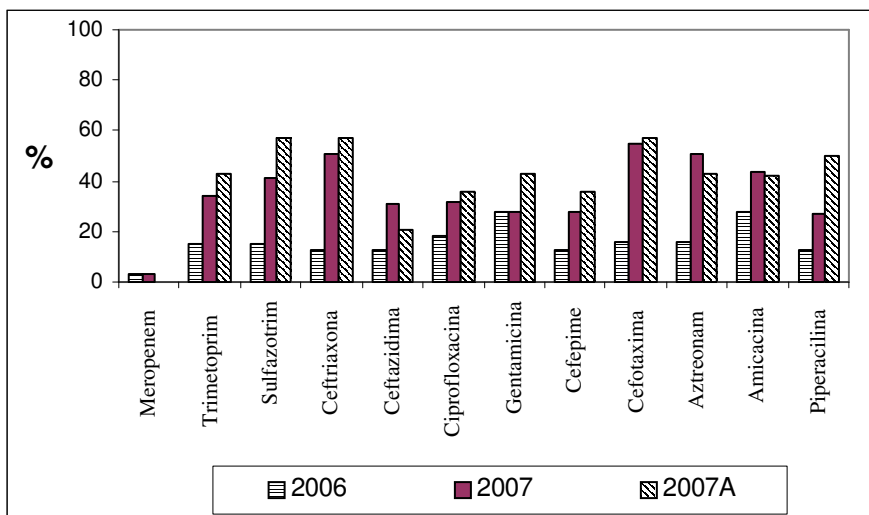


Figura 40 - Porcentagens de bactérias que apresentaram Resistência Adquirida aos antibióticos nas amostras de 2006 e 2007 sem e após os tratamentos

Os valores de resistências das bactérias, após tratamento do efluente, referentes às amostras coletadas em 2007, apresentaram-se muito elevados em relação às amostras coletadas em 2006 e 2007 sem tratamento. Estes resultados muito provavelmente deveram-se à erros experimentais e não refletem a realidade, uma vez que os tratamentos deveriam levar à condições de menores resistências, ou pelo menos próximo dos valores encontrados anteriormente. Portanto far-se-á a comparação das ações dos antibióticos com os resultados das 39 amostras de 2006 e 29 amostras de 2007 sem tratamento.

As bactérias presentes nos efluentes coletados na primeira fase de coletas, em 2006, foram mais resistentes aos antibióticos gentamicina e amicacina com 28% cada, seguidos pelos antibióticos ciproloxacina (18%), aztreonam (16%), cefotaxima (16%), trimetoprim (15%), sulfazotrim (15%), Ceftriaxona (13%), Ceftazidima (13%), Cefepime (13%) e piperacilina (13%). O antibiótico meropenem, foi o mais eficaz, dentre os antibióticos testado, com 97 de ação contra as bactérias.

Em estudo feito por PRADO (2007), gentamicina foi o antibiótico para o qual, as espécies de *Klebsiella pneumoniae*, foram mais resistentes, com 44,18% de resistência, seguida pela resistência às cefalosporinas de 2ª e 3ª gerações, cefoxitina

(27,9%) e ceftriaxona (27,9%), pelo sulfametoxazol-trimetoprim (25,58%), pela tetraciclina (25,58%), imipenem (13,95%), ceftazidima (11,62%) e amicacina (11,62%).

De acordo com TAVARES (1985) a gentamicina é um antibiótico indicado no tratamento de infecções por bacilos gram negativos, em particular as causadas pelo bacilo *klebsiella* e nas infecções por estafilococos produtores de penicilina. No ano de 2006, o consumo do antibiótico gentamicina no HUM, foi de 6316 unidades de ampolas (10, 60 e 80 mg).

Segundo PRADO (2007) poderia ser esperado que os isolados clínicos resistentes à amicacina fossem raros, mas a pesquisadora encontrou resistência de 11,62% entre as bactérias da espécie *Klebsiella pneumoniae*. Entretanto, a pesquisadora relata que na Coréia as taxas de resistência destas bactérias à amicanina aumentaram de 8% em 1997 para 13% em 2003. PRADO (2007) citando LEE *et al.*(2006) relata que em 2004 um hospital na Coréia, teve uma taxa de resistência de 46% das bactérias *Klebsiella pneumoniae* ao antibiótico amicacina.

A expectativa da ação deste antibiótico, pode ser atribuída ao fato, do mesmo ser resistente à inativação por quase todas as enzimas produzidas pelas enterobactérias. De acordo com TAVARES (1985) a amicacina só é inativada por enzimas produzidas, principalmente, por amostras de *E. Coli* e *Pseudomonas*. Esta propriedade do antibiótico faz com que o mesmo seja ativo sobre a maioria das amostras resistentes aos antibióticos gentamicina, canamicina e tobramicina. Por isto mesmo, afirma o autor, a amicacina não deve ser utilizada rotineiramente, reservando-se seu emprego para os casos de infecções por germes resistentes à gentamicina e à tobramicina, com isso preservando a sua vida útil.

Na segunda fase de coletas (2007), as percentagens de resistências das bactérias ao antibiótico gentamicina, foram idênticas as dos efluentes de 2006. Com exceção ao antibiótico meropenem, a resistência das bactérias aumentaram para os outros dez antibióticos. O antibiótico meropenem, permaneceu com atividade de 97% contra as bactérias das amostras de 2007.

O aumento da resistência das bactérias presentes nos efluentes do HUM, entre os anos de 2006 e 2007, pode estar relacionado ao consumo contínuo destes antibióticos no hospital.

Na Figura 41, estão apresentados o consumo de oito antibióticos usados nesta pesquisa, referentes aos anos de 2006 e 2007. Os valores estão expressos em unidade consumidas, tais como, frascos e ampolas.

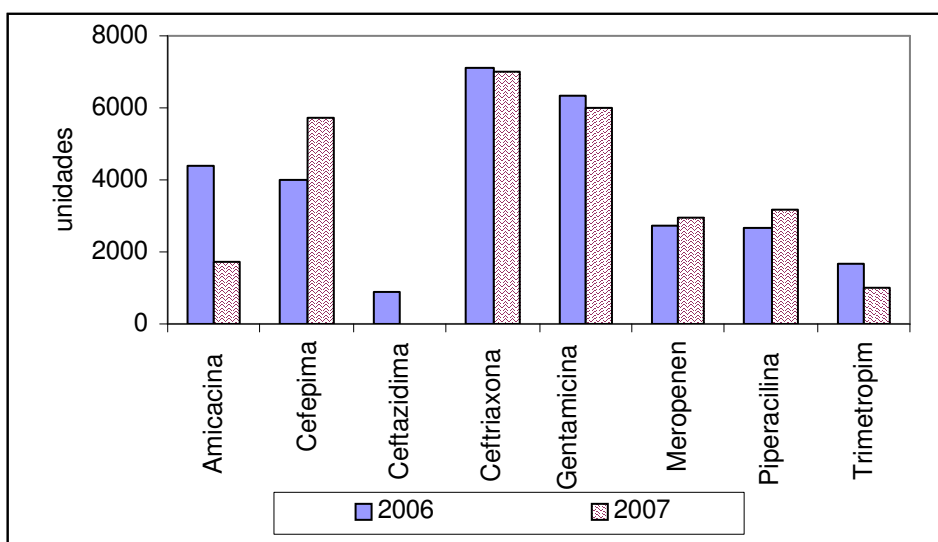


Figura 41 – Consumo de antibióticos no HUM, em 2006 e 2007, utilizados nesta pesquisa.

Os antibióticos ceftriaxoma e gentamicina, foram os mais consumidos dentre os antibióticos estudados, tanto em 2006 quanto em 2007. O cefepima, o meropenem e o piperacilina, tiveram aumento de consumo de um ano para o outro. Por outro lado, o antibiótico ceftazidima diminuiu o consumo de 879, para 18 unidades de frascos (1g) desse antibiótico.

Os demais antibióticos estudados que não estão apresentados na Figura 40, não foram consumidos nos anos de 2006 e 2007 no HUM.

Tratamentos por processo de oxidação Fenton e Foto-fenton para remoção de fenóis totais

O efluente do HUM, proveniente da coleta composta do dia 24/10/07, foi submetido à oxidação pelos processos Fenton e foto-Fenton, nas mesmas condições experimentais, com o propósito de comparar a eficiência de remoção de fenóis totais.

As concentrações de fenóis totais, obtidos pelos processos de oxidação pelo Fenton e foto-Fenton, estão apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 – Concentrações de fenóis totais após tratamento por processo de oxidação pelo reagente Fenton e foto-Fenton.

Data da Coleta	DQO inicial (mg O ₂ /L)	Tratamento	Conc. FeSO ₄ (mg/L)	Tempo Reacional (min.)	Conc. Fenóis Totais (mg/L)	Eficiência (%)
24/10/07	1166	Fenton	0	0	12,93	-
24/10/07	1166	Fenton	0,1	60	10,30	20,3
24/10/07	1166	Fenton	0,1	120	2,91	77,5
24/10/07	1166	foto-fenton	0	0	12,93	-
24/10/07	1166	foto-fenton	0,1	60	6,42	50,3
24/10/07	1166	foto-fenton	0,1	120	0,17	98,7

As maiores porcentagens de oxidação de compostos fenólicos, observadas na amostra do dia 24/10/07, foram de 77,5% e 98,7% para os processos Fenton e foto-Fenton, respectivamente. A comparação entre os dois processos indicou que, o efeito de degradação de fenóis totais foi superior quando houve associação de raios UV ao experimento. Portanto, o processo foto-Fenton, foi utilizado como tratamento para degradação de fenóis totais, em amostras subsequentes de efluentes do hospital.

As concentrações de fenóis totais após tratamento por processo de oxidação foto-Fenton, estão apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 - Concentração de Fenóis Totais após Tratamento com Foto-fenton

Data da Coleta	DQO inicial (mg/L)	Tratamento	Conc. FeSO ₄ (mg/L)	Tempo reacional (min.)	Conc. Fenóis Totais (mg/L)	Eficiência (%)
25/7/07	689	foto-Fenton	0	0	9,96	
25/7/07	689	foto-Fenton	0,1	60	9,27	6,9
25/7/07	689	foto-Fenton	0,1	90	7,66	23,1
25/7/07	689	foto-Fenton	0,1	120	5,63	43,5
21/2/08	484	Início	0	0	8,47	
21/2/08	484	foto-Fenton	0,1	60	0,81	90,4
21/2/08	484	foto-Fenton	0,1	90	0,64	92,4
21/2/08	484	foto-Fenton	0,1	120	1,07	87,4
18/4/08	837	Início	0	0	6,90	

18/4/08	837	foto-Fenton	0,1	60	8,44	-22,3
18/4/08	837	foto-Fenton	0,1	90	4,05	41,3
18/4/08	837	foto-Fenton	0,1	120	1,10	84,1
09/5/08	1026	Início	0	0	6,61	
09/5/08	1026	foto-Fenton	0,1	60	4,31	34,8
09/5/08	1026	foto-Fenton	0,1	90	3,08	53,4
09/5/08	1026	foto-Fenton	0,1	120	2,53	61,7

Os resultados apresentados na Tabela 29, demonstram que com exceção da coleta do dia 21/02/08, as eficiências de remoção de fenóis totais foram maiores nos tempos reacionais de 120 minutos, comparados aos tempos de 60 e 90 minutos. As degradações dos compostos fenólicos, presentes nas amostras compostas do HUM, variaram entre 43,5 e 92,4%. Destaca-se que no dia 18/04/08, a concentração de fenóis totais apresentou um aumento em relação a amostra inicial. Vários fatores podem ter influenciado na variação destes valores e inclusive nas eficiências de degradação das demais amostras, tais como, cor, turbidez e os compostos químicos presentes nas amostras. Desta forma, torna-se necessário o estudo da influência de alguns parâmetros, no processo de oxidação dos efluentes do HUM.

5.7 - PROPOSTA DO PLANO DE GERENCIAMENTO

A elaboração do plano de gerenciamento está diretamente associada aos resultados obtidos nas etapas de caracterização do estabelecimento. A partir do levantamento de dados referentes às características do estabelecimento e as dos efluentes gerados no hospital, é possível a implantação de algumas medidas que contribuirão para a minimização da geração de efluentes, ou para a redução do impacto que estes efluentes podem causar ao ambiente. Na elaboração deste plano, deve-se considerar os aspectos legais e normativos para lançamento destes efluentes nas redes coletoras de esgoto ou nos corpos receptores.

As sugestões para implantação e algumas medidas para o gerenciamento dos efluentes do HUM estão descritas a seguir.

- Juntamente com o grupo gestor de resíduos do hospital, promover a conscientização de todo o quadro de servidores e alunos, sobre a problemática da geração, tratamento e disposição de efluentes do hospital;
- Revisão dos protocolos, modificando ou substituindo metodologias de análises químicas por outras menos impactantes;
- Execução e atualização, permanente, do plano de uso racional de Medicamentos;
- Revisão dos editais para contratação de empresa para coleta, transporte, tratamento e disposição final dos efluentes gerados no HUM;
- Execução de plano de minimização da geração de efluentes químicos, com os seguintes itens:
 - Fazer solicitações de compras com o maior quantidade de informações possíveis, para evitar compras de produtos fora de especificações, comprometendo a eficiência ou até mesmo inviabilizando os procedimentos envolvidos;
 - Substituir solventes de limpeza por solventes menos perigosos;
 - Substituir instrumentos contendo mercúrio por equipamentos eletrônicos;
 - Calibrar e fazer manutenções permanentes nos equipamentos, para reduzir as possibilidades de descartes de efluentes maiores que os necessários;
 - Sempre que possível, usar métodos físicos em lugar de químicos para limpeza.
- Elaboração de um plano piloto de segregação, e quando possível, reaproveitamento de resíduos químicos;
- Acondicionamento adequado dos efluentes segregados, gerados no diversos setores do hospital; de acordo com as normas técnicas da ABNT, normas da ANVISA e demais legislação pertinente em plena vigência;
- Tratamento e disposição adequada, dos efluentes segregados, no próprio local ou terceirização destas atividades à empresas legalmente capazes de executa-las;
- Tratamento dos efluentes gerados nos processos radiográficos, com o propósito de evitar a mistura de compostos fenólicos aos demais efluentes do hospital;
- Elaboração de um plano de contingência para acidentes.
- Desinfecção dos efluentes do hospital, antes do lançamento na rede coletora de esgotos, com o propósito de eliminar as bactérias, principalmente as multi-resistentes à antibióticos, eliminadas pelo hospital.
- Tratamento do efluente, antes do lançamento na rede coletora de esgotos, com o propósito de adequar as concentrações de fenóis totais e controlar as bactérias multi-resistentes.

A implantação de um plano de gerenciamento para os efluentes gerados no hospital, além de complementar o plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde do HUM, contribuirá para a adequação dos parâmetros exigidos para lançamento em redes de esgotos e em corpos receptores, além disso, garantirá que não haverá contaminação bacteriológica pelo lançamento de efluentes com bactérias multi-resistentes.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu observar que a superintendência do hospital está assumindo a responsabilidade do órgão, frente à legislação, um passo importante neste sentido, foi a inclusão do Grupo Gestor de Resíduos no organograma do hospital.

Uma quantidade expressiva de antimicrobianos foi consumido no Hospital Regional Universitário de Maringá, apresentando-se como a maior quantidade de droga consumida no HUM, com 74,4%, 75,7%, 72,4% e 74,3%, para os anos de 2004, 2005, 2006 e 2007, respectivamente. Uma outra classe de medicamento que se destaca em função do consumo, são os psicofármacos, com 24,9% (2004), 23,4% (2005), 27,1% (2006) e 25,1% (2007). Os demais medicamentos apresentam porcentagens proporcionais de consumo menores que 1%. Medicamentos estes que são lançados, direta ou indiretamente na rede coletora de esgoto da cidade de Maringá.

Dentre os produtos químicos utilizados no HUM, entre os anos de 2004 e 2007, Os fixadores e reveladores utilizados nas análises radiológicas são outros produtos que merecem destaque, devido ao potencial poluidor que estas substâncias apresentam, e também pelo volume consumido.

De acordo com os levantamentos nos setores do hospital, as possibilidades de segregação dos efluentes gerados, em função dos volumes, se restringem a alguns setores, tais como, o laboratório de análises patológicas e central de diluições.

Verificou-se a necessidade de atualização do projeto hidrossanitário do Plano Diretor de implantação geral da rede de esgotos sanitários do HUM.

O consumo médio de água no HUM, no período de setembro de 2003 e novembro de 2006, enquadrou-se na faixa de valores citados na literatura. As vazões de efluentes gerados no Hemocentro, em relação ao HUM, são muito baixas. Portanto, justifica-se que este efluente poderá ser agregado ao efluente do HUM para um posterior tratamento.

Os valores da relação DQO/DBO₅, referente às amostras compostas do período de junho a novembro de 2007, segundo a literatura, indicaram uma tendência à elevada biodegradabilidade do efluente do HUM.

As quantidades de matérias orgânicas e sólidos totais, lançadas nas redes pública coletora de esgotos, aparentemente são assimiláveis pela companhia de tratamento de esgotos. No entanto, estes limites são questionáveis, pois o efluente pode conter materiais recalcitrantes que podem comprometer o desempenho das estações de tratamento de esgotos da cidade.

Um número significativo de bactérias multi-resistentes (a pelo menos dois antibióticos), foi determinado nas amostras de efluentes do HUM.

As análises de identificação bacteriana, levaram a observar que a *Klebsiella pneumoniae* foi a espécie de bactéria presente em maior porcentagem nas amostras de efluente coletadas no HUM. Para a primeira fase de coletas, pôde-se observar que dentre as 39 espécies identificadas, nove apresentaram resistência a mais de dois antibióticos e dentre as 29 espécies identificadas, na segunda fase, 14 apresentaram resistência à pelo menos dois antibióticos.

A taxa de resistência das bactérias, ao antibiótico gentamicina, foi de 28% tanto na primeira, quanto na segunda fase de coletas. As bactérias apresentaram maior sensibilidade ao antibiótico Meropenem, exercendo atividades de 97 e 100% sobre as bactérias identificadas.

Pôde-se identificar, ainda, a partir dos resultados obtidos pela caracterização do efluente, a necessidade da implantação no hospital de um plano de gerenciamento dos efluentes, visando à minimização e segregação dos efluentes gerados nos diversos setores do hospital, com o intuito de facilitar e viabilizar tratamentos e disposições adequadas dos efluentes do HUM;

Devido às altas concentrações de fenóis totais determinados e também à quantidade de bactérias com multi-resistência presentes nas amostras dos efluentes do HUM, definem este efluente como de difícil tratamento, sendo necessária a aplicação de processos combinados tanto para a remoção de fenóis totais quanto para a desinfecção bacteriológica. Identificou-se, ainda, a partir dos resultados obtidos pela caracterização das atividades exercidas no hospital e também pela caracterização físico-química e bacteriológica dos efluentes gerados pelo hospital, a necessidade da implantação de um plano de gerenciamento dos efluentes, visando à minimização e segregação destes efluentes, e facilitando e viabilizando, assim, o seu futuro tratamento.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de implantação de um sistema eficiente de tratamento de efluentes do HUM, como forma de minimizar o impacto

destes efluentes, tanto na estação de tratamento de esgotos, como no corpo receptor hídrico de lançamento.

Tanto o processo de oxidação pelo reagente Fenton e a combinação com emissão de raios ultravioletas (Foto-Fenton), mostraram-se eficientes na remoção de bactérias, apresentando resultados de desinfecção de 100%, para os dois processos.

Os resultados obtidos dos experimentos com processo de oxidação foto-Fenton, indicaram remoções de fenóis totais, porém estes valores não foram conclusivos devido a oscilação dos percentuais deste parâmetro das amostras dos efluentes do HUM.

Portanto, a partir dos resultados obtidos, pôde-se elaborar um plano preliminar de gerenciamento dos efluentes do hospital, que contribuirá para a melhoria da qualidade dos efluentes gerados e dispostos pelo HUM.

CAPÍTULO 7

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos neste trabalho, apontam para algumas diretrizes de gerenciamento dos efluentes do HUM, mas também indicam algumas possibilidades de esclarecimentos para trabalhos futuros. Portanto, a seguir são apresentadas algumas sugestões para dar continuidade à pesquisa, a fim de melhorar a qualidade dos efluentes do hospital, que são lançados nas redes coletoras de esgotos:

- Avaliar as concentrações de compostos orgânicos halogenados, e especificamente dos organoclorados;
- Avaliar a viabilidade de recuperação de metal prata, proveniente dos processos radiográficos;
- Ampliar estudos de tratamentos de fenóis totais, inclusive avaliar o resíduo sólido gerado ao final do processo;
- Implantar e monitorar um sistema de tratamento, específico para os efluentes provenientes dos processos radiográficos;
- Realizar um estudo de viabilidade econômica dos sistemas de tratamentos propostos;
- Implantar e monitorar o sistema de tratamento proposto em escala piloto.

CAPÍTULO 8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR – 10004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 306, 7/dezembro/2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
- BARROS JÚNIOR, C. de. **Os resíduos sólidos urbanos na cidade de Maringá – Um modelo de gestão**. 2002. Tese de Doutorado em Engenharia química. Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- BORTOLETTO, E. C. **Caracterização da geração e da qualidade do efluente líquido do laboratório de raio-x da clínica odontológica do Hospital Universitário Regional de Maringá**. 2005. Dissertação de mestrado em Engenharia química. Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- CARVALHO, S.M.L. **Gerenciamento de resíduos hospitalares e avaliação da secagem como método de redução de volume e grau de periculosidade**. 2003. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- CCLIN - Centre de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales – Interrégion Paris- Nord. Elimination des effluents liquides des établissements hospitaliers, 1999.
- CHEN, M.J.; Zhang, Z.; BOTT, T.R. Effects of operating conditions on the adhesive strength of *Pseudomonas fluorescens* biofilms in tubes. **Colloids and surfaces B: Biointerfaces**. n. 43, p. 61-71, 2005.
- CHITNIS, V.; CHITNIS, S.; VAIDYA, K.; RAVIKANT, S.; PATIL, S. e CHITNIS, D.S. Bacterial population changes in hospital effluent treatment plant in central India. **Water Research**, v. 38, p. 441-447, 2004.

Clinical and Laboratory Standards Institute- Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Sixteenth Information Supplement, January 2006 M100 S16 Vol. 26 n°3.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução n° 05, de 05 de agosto de 1993. Dispõe sobre os resíduos sólidos gerados em portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.

- Resolução n° 283 de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

- Resolução n° 358 de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

CUSSIOL, N.A. de M. **Sistema de gerenciamento interno de resíduos sólidos de serviços de saúde: Estudo para o centro geral de pediatria de Belo Horizonte.** Dissertação de mestrado. 2000. Departamentos de Engenharia Sanitária e Ambiental e Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

DAVISON, J. Genetic exchange between bacteria in the environment. *Plasmid* n.42, p. 73-91, 1999.

DE LAAT, J.; TACE, E.; DORE M. Degradation of chloroethanes in dilute aqueous solution by H₂O₂/UV, **Water Research** V. 28, p 2507–2519, 1994.

DREMONT, C e HADJALI, R. La Gestion des Effluents Liquides en Milieu Hospitalier, Projet DESS "TBH", UTC, 1997, pp 30. Disponível em: http://www.utc.fr/~farges/DESS_TBH/96-97/Projets/EL/EL.htm. Acesso em 25 de outubro de 2005.

EMMANUEL, E.; BLANCHARD, J-M.; KECK, G. e PERRODIN, Y. Caractérisation chimique, biologique et écotoxicologique des effluents hospitaliers. **Déchets Sciences et Techniques**, revue francophone d'écologie industrielle, N° 22 – 2ème trimestre, p. 31-33, 2001.

EMMANUEL, E.; PERRODIN, Y BLANCHARD, J-M.; KECK, G. e VERMANDE, P.; Effects of hospital wastewater on aquatic ecosystem - XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002.

- FERREIRA, A.B. de H. *et. al*, **Novo dicionário da língua portuguesa**. 1^a ed. (10^a impressão) Nova Fronteira S.A., Rio de Janeiro, 1986.
- FINK, D.R.; Legislação Ambiental Aplicada Saneamento. In: PHILIPPI Jr., A. (Ed.). **Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**, cap. 21, Editora Manole, 2005.
- GAUTAM, A.K.; KUMAR, S.; SABUMON, P.C.; Preliminary study of physico-chemical treatment options for hospital wastewater. **Journal of Environmental Management** n^o83, p. 298-306, 2007.
- GAUZER, T. **Levantamento da geração dos resíduos de serviços de saúde nas unidades da irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP)**. 1996. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.
- GERNJAK, W.; A, KRUTZLER,T.; GLASER, A.; MALATO, S.; CACERES, J.; BAUER, R.; FERN_ANDEZ-ALBA, A.R.; Photo-Fenton treatment of water containing natural phenolic pollutants. **Chemosphere** n^o 50, p. 71–78, 2003.
- GUEDES, E.V.R.; SPERLING, M.V. Avaliação Comparativa entre Águas Residuárias de Serviços de Saúde e Águas Residuárias Urbanas. In: Anais do 23^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Mato Grosso do Sul: ABES, Setembro. 2005.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000,2002)
- KAJITVICHYANUKUL, P. e SUNTRONVIPART, N. Evaluation of biodegradability and oxidation degree of hospital wastewater using photo-Fenton process as the pretreatment method. **Journal of Hazardous Materials**, B138, p. 384–391, 2006.
- KÜMMERER, K; ERBE,T.; BRINKER, L. AOX emissions from hospitals into municipal waste water. **Chemosphere**, n. 11, v. 36, p. 957-969, 1998.
- KÜMMERER, K.; Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospital in relation to other sources – a review. **Chemosphere**, n. 45, p. 957-969, 2001.
- KÜMMERER, K. e HENNINGER, A. Promoting resistance by the emission of antibiotics from hospitals and households into effluent. **Clinical Microbiology and Infection**, n. 12, v. 9, Dec. 2003.

- KÜMMERER, K. e HAIB A.; Biodegradability of the X-ray contrast compound diatrizoic acid, identification of aerobic degradation products and effects against sewage sludge micro-organisms. **Chemosphere**, May. 2005.
- Manual de gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde de Belo Horizonte* – MG. Belo Horizonte, COPAGRESS, 1999. Manual de produtos químicos – CESTSB. <http://www.cestsb.sp.gov.br/emergencia/produtos>, acessado em setembro de 2005.
- Ministério da Saúde – *Saúde ambiental e gestão de resíduos de serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
- MORITA, T., ASSUMPÇÃO, R.M.V.A., 1981, *Manual de Soluções, Reagentes e Solventes: Padronização, Preparo e Purificação*. 2^a ed., São Paulo, Ed. Edgard Blücher.
- NAIME, R; SARTOR, I e GARCIA, A.C. Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviços de saúde. **Revista Espaço para a Saúde**, Londrina, v.5, n.2, p. 17-27, junho 2004.
- PATERSON, D.L.; Resistance in Gram-negative Bactéria: Enterobacteriaceae. **The American Journal of Medicine**, v. 119 (6A), jun. 2006, S20-S28.
- PAVAN, M.A., BLOCH, M.F., ZEMPULSKI, H.C., *et al.*, 1992, *Manual de Análise Química de Solo e Controle de Qualidade*. IAPAR, Londrina-PR.
- PRADO, T.; **Avaliação da eficiência de um sistema de tratamento de efluente hospitalar por processo anaeróbio na remoção de coliformes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* resistentes a antibióticos e Vírus da Hepatite A**. 113F. Dissertação de Mestrado - Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Escola Nacional de Saúde pública – ENSP, Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental – DSSA, 2007.
- PRÜSS, A.; GIROUT, E. e RUSHUBROOK, P (Ed.) – Safe Management of Wastes from health-care activities – World Health Organization, Geneva, 1999.
- SCALBERT, A., MONTIES, B., JANIN G. “Tannin in wood: comparison of different estimation methods”, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 37, pp.1324-1329, 1989.
- SCHWARTZ, T., KOHNEN, W., JANSEN, B., OBST, U., Detection of Antibiotic-Resistant Bacteria and their Resistance Genes in Wastewater, Surface Water, and Drinking Water Biofilms. *FEMS Microbiology Ecology*. 43: 325 – 335. 2003.

- TAKAYANGUI, A.M.M.; Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. In: PHILIPPI Jr., A. (Ed.). **Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**, cap. 9, Editora Manole, 2005.
- TAVARES, C.R.G. **Tratamento Aeróbio de Efluentes em Biorreatores de Leito Fluidizado Trifásico**. Tese de doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, 1992.
- TAVARES, W. Manual de Antibióticos para o estudante de medicina. 3ª edição. São Paulo. **Ed. Atheneu**, 373p., 1985.
- TEIXEIRA FILHO, R.B.G.; **Mudanças na resistência aos antibióticos de bactérias mais comumente isoladas em um hospital universitário entre 2002 e 2004**. 2005. 24f. Monografia - Departamento de Análises Clínicas, Universidade estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- US PEROXIDE, 2006c, “Analytical Methods - Iodometric Titration”, Disponível em <http://www.h2o2.com>. Acesso em 11/06/2006.
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas residuárias e tratamento de esgotos; v.1 2ª ed – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.
- WEN, X., DING, H., HUANG, X., LIU, R. Treatment of hospital wastewater using a submerged membrane bioreactor. **Process Biochemistry**. (39): 1427 – 1431. 2004.
- ZANTA, V.M. e FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos cap. 1 – Livro PROSAB Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / UFSC, 2003.

ANEXO I

MODELO DE FICHA INDIVIDUAL DOS RISCOS TÓXICOS

(adaptada Centre de Coordination de la Lutte Contre les Infections Nosocomiales, 1999)

Assunto: Eliminação de efluentes com riscos		
Registrado:	Nome:	Função:
Validado:	Nome:	Função:

<p>Produto:</p> <p>Sinônimo(s):</p> <p>Código de perigo:</p> <p>Tipo de risco:</p>	<p>Toxicidade</p> <p>Toxicidade humana:</p> <p>Toxicidade aquática:</p> <p>Efeito estético:</p> <p>Reatividade</p> <p>Outros Produtos Químicos:</p> <p>Água:</p> <p>Auto reação:</p>
--	--

Usuários	Volume/ ano	Puro ou diluído	Utilizações

Procedimento de eliminação:

Código NAS (National Academy of Sciences)	
Poluição águas–Toxicidade Humana	Poluição águas–Toxicidade aquática
0=Não é tóxico DL ₅₀ > 15 g/Kg	0=Límites agudos > 1000 ppm
1=Não tóxico praticam entre DL ₅₀ 5 a 15 g/Kg;	1=Límites de 1000 ppm a 10000 ppm;
2=Pouco tóxico DL ₅₀ de 0, 5 a 5 g/Kg;	2=Límites de 100 a 1000 ppm;
3=Moderadamente tóxico DL ₅₀ de 50 a 500mg/Kg;	3=Límites de 1 a 100 ppm;
4=Tóxico DL ₅₀ < 50mg/Kg;	4=Límites < 1 ppm;
Reatividade - Outros produtos químicos	Reatividade - água
0=Inativo; pode ser atacado pelos materiais classe 4;	0=não há reação;
1=Reagem somente com os materiais classe 4;	1=Reação moderada sem perigo aparente;
2=Reagem entre si e com os materiais classe 3 ou 4;	2=Reagem moderadamente;
3=Reagem entre si e com os materiais classe 2 ou 4;	3=Reação mais rigorosa. Pode ser perigoso;
4=Reagem entre si e com os materiais classe 0 a 3.	4=Reação rigorosa. Provavelmente perigoso.

ANEXO II

FICHAS INDIVIDUAIS DOS RISCOS TÓXICOS DE PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NO HUM

Ficha individual dos riscos tóxicos para Ácido Bórico

Produto: ÁCIDO BÓRICO Sinônimo(s): Ácido borácido; ácido ortobórico; água boricada. Código de perigo: - Tipo de risco:	Toxicidade Toxicidade humana: não listado Toxicidade aquática: não listado Efeito estético: não listado Reatividade Outros Produtos Químicos: não listado Água: não listado Auto reação: não listado
---	---

Procedimento de eliminação: Adicionar lentamente em uma grande quantidade de solução de carbonato de sódio e hidróxido de cálcio, sob agitação. Derramar a solução, com grande quantidade de água, em um ralo com invólucro protetor cheio com mármore lascado. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

Ficha individual dos riscos tóxicos para Ácido peracético

Produto: ÁCIDO PERACÉTICO Sinônimo(s): Ácido peracético, PAA ST, Ácido peroxietanóico, Ácido peroxiacético Código de perigo: - Tipo de risco:	Toxicidade Toxicidade humana: Toxicidade aquática: Efeito estético: Reatividade Outros Produtos Químicos: não listado Água: não listado Auto reação: não listado
--	---

Procedimento de eliminação: Tratar em conformidade com os regulamentos locais e nacionais. Pequenas quantidades: Diluir até 0,1% de água e depois pode ser enviado a uma estação de tratamento biológico. Grandes quantidades: Consulte o fornecedor

Ficha individual dos riscos tóxicos para Peróxido de Hidrogênio

Produto: PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Sinônimo(s): Peróxido; água oxigenada; albone; superoxol.

Código de perigo: 559

Tipo de risco:

Produto muito oxidante (favorece incêndios), sujeito a violenta reação espontânea

Toxicidade

Toxicidade humana: 1

Toxicidade aquática: 3

Efeito estético: 1

Reatividade

Outros Produtos Químicos: 4

Água: 1

Auto reação: 3

Procedimento de eliminação: Acidificar cuidadosamente uma solução 3% ou uma suspensão do material até pH 2 com ácido sulfúrico. Adicionar, gradualmente, mais de 50% de bissulfito de sódio aquoso, sob agitação a temperatura ambiente. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

Ficha individual dos riscos tóxicos do Álcool Etílico

Produto: ÁLCOOL ETÍLICO

Sinônimo(s): Etanol; álcool de cereais; álcool

Código de perigo: 3

Tipo de risco: Líquido inflamável

Toxicidade

Toxicidade humana: 1

Toxicidade aquática: 1

Efeito estético: 1

Reatividade

Outros Produtos Químicos: 2

Água: 0

Auto reação: 0

Procedimento de eliminação: Queimar em um incinerador químico equipado com pós-queimador e lavador de gases. Tomar os devidos cuidados na ignição, pois o produto é altamente inflamável. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

Ficha individual dos riscos tóxicos do Formaldeído

Produto: FORMALDEÍDO	Toxicidade
Sinônimo(s): Aldeído fórmico; metanal; formalina; oximetileno; formaldeído, solução; formol	Toxicidade humana: 3 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 2
Código de perigo: 38	Reatividade
Tipo de risco: Líquido sujeito a auto-aquecimento, corrosivo	Outros Produtos Químicos: 2 Água: 0 Auto reação: 1

Procedimento de eliminação: Dissolver ou misturar em um solvente combustível e queimar em um incinerador químico equipado com pós-queimador e lavador de gases. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

Ficha individual dos riscos tóxicos da Glicerina

Produto: GLICERINA	Toxicidade
Sinônimo(s): Glicerol; álcool glicílico; 1,2,3 propanotriol; 1,2,3 trihidróxipropano;	Toxicidade humana: 0 Toxicidade aquática: 0 Efeito estético: 0
Código de perigo: -	Reatividade
Tipo de riscos: -	Outros Produtos Químicos: 2 Água: 0 Auto reação: 0

Procedimento de eliminação: Dissolver ou misturar em um solvente combustível e queimar em um incinerador químico equipado com pós-queimador e lavador de gases. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

Ficha individual dos riscos tóxicos do Glutaraldeído

Produto: GLUTARALDEÍDO Sinônimo(s): 1,5-Pentanodial solução; dialdeído glutárico; glutaraldeído solução Código de perigo: - Tipo de riscos: -	Toxicidade Toxicidade humana: não listado Toxicidade aquática: não listado Efeito estético: não listado Reatividade Outros Produtos Químicos: não listado Água: não listado Auto reação: não listado
--	---

Procedimento de eliminação: Dissolver ou misturar em um solvente combustível e queimar em um incinerador químico equipado com pós-queimador e lavador de gases. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

Ficha individual dos riscos tóxicos do Hidróxido de Potássio

Produto: HIDRÓXIDO DE POTÁSSIO, solução Sinônimo(s): Solução de hidróxido de potássio; lixívia; potassa caustica, solução. Código de perigo: 80 Tipo de riscos: Produto corrosivo	Toxicidade Toxicidade humana: 2 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 2 Reatividade Outros Produtos Químicos: 4 Água: 0 Auto reação: 0
--	---

Procedimento de eliminação: Neutralizar. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

Ficha individual dos riscos tóxicos do Hipoclorito de sódio

Produto: HIPOCLORITO DE SÓDIO	Toxicidade
Sinônimo(s): Clorox; líquido branqueador; água sanitária	Toxicidade humana: não listado Toxicidade aquática: não listado Efeito estético: não listado
Código de perigo: 85	Reatividade
Tipo de riscos: Produto corrosivo, oxidante (favorece incêndios)	Outros Produtos Químicos: não listado Água: não listado Auto reação: não listado

Procedimento de eliminação: Acidificar cuidadosamente uma solução 3% ou uma suspensão do material até pH 2 com ácido sulfúrico. Adicionar, gradualmente, mais de 50% de bissulfito de sódio aquoso, sob agitação a temperatura ambiente.

Ficha individual dos riscos tóxicos do Xileno

Produto: XILENO	Toxicidade
Sinônimo(s): 1,3 – Dibenzeno; m-xilol; m-xileno; xileno	Toxicidade humana: 1 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 2
Código de perigo: 3	Reatividade
Tipo de riscos: Líquido inflamável	Outros Produtos Químicos: 1 Água: 0 Auto reação: 0

Procedimento de eliminação: Queimar em um incinerador químico equipado com pós-queimador e lavador de gases. Tomar os devidos cuidados na ignição, pois o produto é altamente inflamável. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

ANEXO III

ROTEIRO PARA COLETA DE DADOS SOBRE EFLUENTES DO HOSPITAL

Data da entrevista: ___/___/___

1. Dados do entrevistado:

Nome: _____

Unidade de Trabalho: _____

Função: () Enfermeiro () Técnico enfermagem () Auxiliar enfermagem
 () Atendente enfermagem () Instrumentador cirúrgico
 () Auxiliar de serviços(limpeza) () Técnico em radiologia
 () Outra _____

Tempo na função: () < 1 ano () 1 a 5 anos () 5 a 10 anos () 10 a 15 anos
 () 15 a 20 anos () 20 a 25 anos () 25 a 30 anos () > 30 anos

Jornada de trabalho semanal: () 20 horas () 30 horas () 40 horas

Quantos turnos de trabalho há neste setor? _____

Qual período (turno) trabalha? _____

Tempo de trabalho na Unidade: () < 1 ano () 1 a 5 anos () 5 a 10 anos
 () 15 a 20 anos () 20 a 25 anos () 25 a 30 anos
 () > 30 anos

2. Segurança ocupacional

Você sabe se existe um plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde deste hospital ?

() Sim () Não

Você conhece o plano de gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde deste hospital?

() Sim () Não

Você entra em contato com algum efluente ? Quando?

Você ou quem entra em contato com o efluente, usa algum equipamento de proteção individual para manipular os efluentes? Quais EPI's e Quando utiliza?

Você ou quem entra em contato com o efluente, já sofreu acidente de trabalho relacionado a algum efluente? Relate os acidentes.

Caso tenha se acidentado, quais foram as medidas tomadas e as conseqüências?

Quais medidas poderiam ser tomadas para diminuir os acidentes de trabalho relacionados com os efluentes?

Quem realiza o transporte dos efluentes do ponto de geração até a sala de expurgo?

Se existe abrigo externo, é utilizado para estocar quais resíduos?

Quem realiza o transporte dos efluentes da sala de expurgo até o abrigo externo?

Como é realizada a desinfecção do abrigo e com qual frequência?

Como é realizada a desinfecção dos carros de transporte abrigo e com qual frequência?

Como é realizada a desinfecção do laboratório ou sala? Com qual frequência?

Gostaria de fazer sugestões a respeito dos RSS líquidos?

ANEXO IV

TERMO DE CONSENTIMENTO

Considerando a importância do gerenciamento dos efluentes, gerados nas atividades de Serviços de Saúde, resolvemos realizar uma pesquisa sobre o tema, que será desenvolvida durante o curso de Doutorado em Engenharia Química.

O objetivo da pesquisa é estudar o gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde no Hospital Universitário Regional de Maringá (HUM). O gerenciamento engloba a identificação do efluente, sua separação, acondicionamento, transporte, armazenamento e tratamento.

Para que o objetivo seja atingido, serão realizadas entrevistas com os profissionais da equipe de enfermagem e com a equipe de higiene e limpeza do HUM.

Qualquer dúvida que surgir durante a pesquisa por parte dos entrevistados, poderá ser esclarecida pelo pesquisador em qualquer momento da investigação.

Os entrevistados poderão se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalidade alguma.

Será garantido pelo pesquisador, sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

Eu, _____,
Concordo em participar desta pesquisa na qualidade de entrevistado(a), estando informado(a) e esclarecido(a) de que os dados serão utilizados exclusivamente nesta investigação, sendo que minha identificação será mantida em sigilo e que minha participação é voluntária.

Maringá, de _____ de 2006.

Assinatura do entrevistado (a)

Assinatura do pesquisador

ANEXO V

DETERMINAÇÃO DE DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) POR MICRO MÉTODO

American Public Health Association – Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA – 1980)

Reagentes

a) Solução Oxidante:

Dissolver em 500 mL de água destilada 10,216 g de $K_2Cr_2O_7$ seco à $100^{\circ}C$ 33,3 g de $HgSO_4$ e adicionar 167 mL de H_2SO_4 concentrado. Esperar esfriar e após, completar o volume com água destilada.

b) Solução Catalise

Dissolver 10 gramas de Sulfato de Prata em 1 litro de ácido Sulfúrico concentrado.

c) Solução padrão

Pesar 0,8509 g de Biftalato de Potássio P.A. ($C_8H_5KO_4$) seco em estufa à $100^{\circ}C$ por 2 horas e dissolver em água destilada, logo após completar o volume a 1000 mL. Esta solução corresponde a uma concentração de 1000 mg de O_2 / L .

Procedimento:

Preparação da curva de calibração:

Preparar uma série de soluções padrões de 100 a 700 mg de O_2/L a partir da solução padrão de acordo com a tabela 1 .

Volume da solução padrão a elevar a 100 mL	Concentração (mg de O_2 / L)
10	100
20	200
30	300
40	400

50	500
60	600
70	700

Conhecida a concentração de oxigênio a ser oxidado em cada amostra, faça o procedimento abaixo para cada solução e determine a absorbância para solução e construa uma reta de calibração. O branco é preparado, substituindo a amostra por água destilada.

Determinação da DQO:

Colocar em tubos de oxidação

1,5 mL de solução oxidante,

2,5 mL da amostra (DQO menor que 600 mg de O₂ / L) e

3,5 mL de solução catálise

fechar e agitar. Colocar no reator (COD – REACTOR HACH) à 150⁰C durante duas horas. Ler a absorbância a 600 nm após ligeiro resfriamento. Ir até a curva de calibração e determinar a concentração de oxigênio necessário para oxidar a amostra.

OBS.: Se amostra contiver íons Cl⁻, a leitura deve ser realizada a quente, pois os íons Cl⁻ precipitam com a prata, falseando a leitura.

ANEXO VI

DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS, FIXOS E VOLÁTEIS – MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS

American Public Health Association – Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA – 1980)

Procedimento

Preparo do filtro:

Colocar um disco de papel de fibra de vidro no aparelho de sucção. Com a bomba de vácuo ligada, lavar o filtro com três sucessivos volumes de 20 mL de água destilada. Remover toda a água com a aplicação de vácuo.

Remover o papel de fibra de vidro do aparelho de filtração e levar à mufla a 550⁰C por 30 minutos. Deixar resfriar um pouco ao ar livre, colocar no dessecador até resfriamento total.

Análise:

Pesar o papel de fibra de vidro preparado acima, obtendo-se P₁.

Agitar rigorosamente a amostra, tomar 25,0 mL em uma proveta graduada e filtrar.

Remover cuidadosamente o papel de fibra de vidro com o resíduo retido. Levar à estufa a 105 – 110⁰C durante 12 horas, ou até peso constante. Esfriar no dessecador e pesar, obtendo P₂.

Levar o papel de fibra de vidro com o resíduo seco à mufla a 550⁰C por 1 hora. Esfriar parcialmente ao ar livre, e deixar em seguida no dessecador até esfriamento total, pesar, obtendo-se P₃.

Cálculo:

Sólidos Suspensos Totais:

$$\text{SST(mg/L)} = \frac{(P_2 - P_1) \cdot 1000000}{\text{Volume da Amostra}}$$

1.1.

Sólidos Suspensos Fixos:

$$\text{SSF(mg/L)} = \frac{(P_3 - P_1) \cdot 1000000}{\text{Volume da Amostra}}$$

1.2. Volume da Amostra

Sólidos Suspensos Voláteis:

$$\text{SSV(mg/L)} = \frac{(P_2 - P_3) \cdot 1000000}{\text{1.3. Volume da Amostra}}$$

ANEXO VII

1.4. DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS

SCALBERT *et al.* (1989)

Reagentes:

- a) Reativo A: reagente de folin-Ciocalteu diluído 10 vezes. Manter a 4° C, ao abrigo da luz.
- b) Reativo B: solução de Na₂CO₃ a uma concentração de 75 g/L.

Procedimento Experimental:

Adicionar em tubos de ensaio:

- 2,5 mL do Reativo A
- 2 mL do reativo B
- 0,5 mL de amostra a ser analisada.

Tampar, agitar, e colocar o tubo, por 5 minutos, em banho-maria, a 50°C.

Transferir o tubo para água fria e, a seguir, fazer a leitura da Absorbância a 760 nm. Utilizar água destilada para zerar o espectrofotômetro.

Se necessário, centrifugar a mistura antes de fazer a leitura.

A curva de calibração é feita com soluções aquosas de fenol, com concentração de 8 a 80 mg/L, preparadas a partir de uma solução 1g de Fenol por litro.

ANEXO VIII

DETERMINAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO (US PEROXIDE, 2006c)

Procedimento:

A 25,0 mL de uma solução contendo peróxido de hidrogênio residual (0,1 a 6%), são adicionados 50 mL de água deionizada, 10 mL de uma solução 1:5 de ácido sulfúrico, 10 mL de uma solução de iodeto de potássio 1% m/v, 2 gotas de solução de molibdato de amônio e 2 mL de indicador amido. Titula-se com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N até a viragem de amarelo escuro para azul.

A concentração de peróxido de hidrogênio é calculada pela seguinte equação:

$$C_{H_2O_2} = \frac{(V_a - V_b) \times N_p \times 17 \times 1.000}{v}$$

em que:

V_a = volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação da amostra (mL);

V_b = volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação do branco (mL);

N_p = normalidade da solução padrão de tiosulfato de sódio;

v = volume de solução ou de amostra empregado (mL);

$C_{H_2O_2}$ = concentração de peróxido de hidrogênio (mg/L).

ANEXO IX

LISTA DAS SOLUÇÕES DISTRIBUÍDAS AOS SETORES DE ATENDIMENTO DO HUM, PELA FARMÁCIA HOSPITALAR, NO PERÍODO DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2004

Soluções	Apresentação	Volume (mL)	Total (Unid.)	Total (mL)
Acetona 100ml	Frasco	100	24	2400
Água Boricada 2% 100mL	Frasco	100	11	1100
Água Oxigenada 10 Vol 1000mL	Frasco	1000	58	58000
Álcool 70% 1000mL	Frasco	1000	7650	7650000
Antisséptico Bucal	Frasco	200	725	145000
Benzina 1000mL	Frasco	1000	158	158000
Clorohexidina 4% Degermante	Frasco	500	189	94500
Óleo Hidratante	Frasco	100	163	16300
Éter 1000mL	Frasco	1000	19	19000
Formol Líquido 10% 1000mL	Frasco	1000	199	199000
Formol Líquido 40% 1000mL	Frasco	1000	35	35000
Glicerina Líquida 1000mL	Frasco	1000	1	1000
Glutaraldeído	Galão	5000	80	400000
Hidróxido de Potássio 10%	Frasco	1000	3	3000
Hipoclorito 5% Litro	Galão	1000	8	8000
Hipoclorito 1% Diluído	Galão	5000	5986	29930000
Hipoclorito 2% a 2,5% gl 5L	Galão	5000	74	370000
Óleo de Amêndoas 50mL	Frasco	50	11	550
Óleo de Girassol 1000mL	Frasco	1000	74	74000
PVP-I Degermante 1000mL	Frasco	1000	213	213000
PVP-I Degermante Alm. 100mL	Frasco	100	578	57800
PVP-I Tintura 1000mL	Frasco	1000	31	31000
PVP-I Tópico 1000mL	Frasco	1000	451	451000
PVP-I Tópico Alm. 100mL	Frasco	100	582	58200
Tintura de Benjoin 1000mL	Frasco	1000	30	30000
Vaselina Líquida 1000MI	Frasco	1000	81	81000

ANEXO X

LISTA DAS SOLUÇÕES DISTRIBUÍDAS AOS SETORES DE ATENDIMENTO DO HUM, PELA FARMÁCIA HOSPITALAR, NO PERÍODO DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2005

Soluções	Apresentação	Volume (mL)	Total (Unid.)	Total (mL)
Acetona 100ml	Frasco	100	25	2500
Água Boricada 2% 100mL	Frasco	100	5	500
Água Oxigenada 10 Vol 1000mL	Frasco	1000	1	1000
Álcool 70% 1000mL	Frasco	1000	3544	3544000
Antisséptico Bucal	Frasco	200	669	133800
Benzina 1000mL	Frasco	1000	90	90000
Clorohexidina 4% Degermante	Frasco	500	167	83500
Óleo Hidratante	Frasco	100	163	16300
Éter 1000mL	Frasco	1000	19	19000
Formol Líquido 10% 1000mL	Frasco	1000	235	235000
Formol Líquido 40% 1000mL	Frasco	1000	11	11000
Glicerina Líquida 1000mL	Frasco	1000	1	1000
Glutaraldeído	Galão	5000	80	400000
Hidróxido de Potássio 10%	Frasco	1000	1	1000
Hipoclorito 5% Litro	Galão	1000	10	10000
Hipoclorito 1% Diluído	Galão	5000	3427	17135000
Hipoclorito 2% a 2,5% gl 5L	Galão	5000	103	515000
Óleo de Amêndoas 50mL	Frasco	50	12	600
Óleo de Girassol 1000mL	Frasco	1000	67	67000
PVP-I Degermante 1000mL	Frasco	1000	240	240000
PVP-I Degermante Alm. 100mL	Frasco	100	150	15000
PVP-I Tintura 1000mL	Frasco	1000	28	28000
PVP-I Tópico 1000mL	Frasco	1000	567	567000
PVP-I Tópico Alm. 100mL	Frasco	100	101	10100
Tintura de Benjoin 1000mL	Frasco	1000	21	21000
Vaselina Líquida 1000MI	Frasco	1000	49	49000

ANEXO XI

LISTA DE MATERIAIS SUSCETÍVEIS A DESCARTE NA REDE DE ESGOTO DO ANO DE 2004 – Almoarifado HUM

Materiais	Setores	2004											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Acidulante Liq. (Tri Liquid Sour	Lavanderia	20				20	20		40	20		40	
Alcool 70º	Higiene e Limpeza	102	105	179	145	174	165	201	196	244	160	191	166
Alcool 96º	Farmácia Hospitalar	814	1.049	1.302	1.337	1.501	1.029	1.104	1.240	1.393	1.225	1.249	673
Alcool Etilico Comercial	Patologia		30	30	20		10		40	25	10	30	8
Alvejante Líquido Destainer	Lavanderia	60				180	60		180	60		120	
Alvejante Líquido (High Chlor)	Lavanderia										240	180	
Amaciante	Lavanderia	350				50	100		200	150	200	250	
Anti Ferrugem	Manutenção												
Brilho Inox 500 ml	Higiene e Limpeza				1				1	1	1	1	
Desinfetante	Higiene e Limpeza	15		20	10		20		20		20		
Detergente	Higiene e Limpeza	60	50	81	100	90	121	50	80	100	85	105	61
Detergente	Cozinha	320	160	440	120	400	280	360	280	240	260	360	219
Detergente Desengor. p/ NDI	Cozinha								9				
Detergente e Desinfet. Sidel	Lavanderia									20			
Detergente Limp. de Alumínio	Higiene e Limpeza						96						192
Detergente Liq. Pré-lav. (Build	Lavanderia	300				120	180		240	120	180	180	
Detergente neutro Limpol 500	Central de Materiais	11	10	11	3	20	16	10	29			7	15
Detergente p/ dosador c/ 5 litros	Higiene e Limpeza	7	6	14	2	5	4	7	19	38	47	46	30
Detergente p/ limpeza de calca	Higiene e Limpeza	12	11	7	6	5	10	14	17	4	12	10	20
Detergente SP	Higiene e Limpeza	180				60	60		120			60	
Fixador para 38 litros	Raio X	6	5	4	5	5	7	4	7	5	5	7	4
Herbicida Rondup galão com 5	Jardinagem		1		1				2				1
Impermeabilizante com 5 litros	Higiene e Limpeza	12	10	17	19		26	16	23	16	19	16	20
Limpador Veja	Higiene e Limpeza	1			24	12	25	13	11	40			9
Limpa-vidro	Higiene e Limpeza	5			5					5			5
Oxigenol Alvejante e Desinfeta	Lavanderia	240				360	180		180	120			
Removedor com 5 litros	Higiene e Limpeza	9	13	14	10	13	9	12	9	8	12	8	18
Restaurador p/ piso c/ 5 litros	Higiene e Limpeza												
Revelador automático c/ 38 litros	Raio X	5	4	6	4	5	8	2	7	4	7	7	1
Sabonete Líquido	Higiene e Limpeza	212	200	231	300	250	220	216	270	180	262	230	258
Sabonete Líquido perfumado 8	Utis	123	125	200	145	150	167	147	123	122	131	132	154
Sanitizador instantâneo de mão	Higiene e Limpeza				1			4	14		10		15
Selador com 5 litros	Higiene e Limpeza	4	5	1			4	3	2	4	6	3	7
Veneno spray	Higiene e Limpeza		1	1	2				4				
Xilol comercial	Patologia			18					12	10			12

ANEXO XII

LISTA DE MATERIAIS SUSCETÍVEIS A DESCARTE NA REDE DE ESGOTO DO ANO DE 2007 Almojarifado HUM

Materiais	Setores	2007											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Alcalino Power	Higiene e Limpeza		350							350			
Acidulante Líq. (Tri Liquid Sour)	Lavanderia		40						20				
Alcool 70º	Higiene e Limpeza												
Alcool 96º	Farmácia Hospitalar												
Alcool Etílico Comercial	Patologia												
Alvejante Líquido Destainer	Lavanderia		350						350				
Alvejante Líquido (High Chlor)	Lavanderia		100										
Amaciante	Lavanderia		350						300				
Anti Ferrugem	Manutenção												
Brilho Inox 500 ml	Higiene e Limpeza												
Desinfetante	Higiene e Limpeza												
Detergente	Higiene e Limpeza	275	440	301	335	290	322	345	440	438	460	295	200
Detergente	Cozinha												
Detergente Desengor. p/ NDI	Cozinha												
Detergente e Desinfet. Sdcl	Lavanderia												
Detergente Limp. de Alumínio	Higiene e Limpeza										48	48	144
Detergente Líq. Pré-lav. (Builder)	Lavanderia		150						100				
Detergente neutro Limpol 500 ml	Central de Materiais	19	16	24	29	18	11	16	17		19	17	11
Detergente p/ dosador c/ 5 litros	Higiene e Limpeza	49	62	27	81	47	39	14	67	77	52	14	4
Detergente p/ limpeza de calçadas	Higiene e Limpeza									10	14		16
Detergente SP	Higiene e Limpeza												
Fixador para 38 litros	Páio X	3	2	4	4	5	3	4	4	2	2	3	5
Herbicida Rondup galão com 5 litros	Jardagem												
Impermeabilizante com 5 litros	Higiene e Limpeza	10	17	17	17		7	7	32	29	16	21	19
Limpador Veja	Higiene e Limpeza	31	25	24	42	14	28	51	49	17	64	58	61
Limpador de Fornos galão 5L	Higiene e Limpeza											1	3
Limpa-vidro	Higiene e Limpeza												
Oxigend Alvejante e Desinfetante	Lavanderia												
Removedor com 5 litros	Higiene e Limpeza	27	36	18	42	35	11	13	47	45	59	40	25
Restaurador p/ piso c/ 5 litros	Higiene e Limpeza												1
Revelador automático c/ 38 litros	Páio X	2	4	5	6	6	6	7	5	8	3	4	5
Sabão em Pó CX 1000g	Higiene e Limpeza	1	4		2	4				1			
Sabonete Líquido	Higiene e Limpeza												
Sabonete Líquido perfumado 800 ml	Utis												
Sanitizador instantâneo de mãos	Higiene e Limpeza												
Selador com 5 litros	Higiene e Limpeza		2	2	4	1	2	2	1	6	4		2
Veneno spray	Higiene e Limpeza												
Xid comercial	Patologia	5		3		2	2	4	2	2	4		6

Obs. Os volumes demonstrados nas tabelas acima, estão em litros.

APÊNDICE I

IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 01 DATA: 19/01/2006 FI 01/01		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: HEMOCENTRO Jeferson Fabrício – Auxiliar de Laboratório			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Lab. Distribuição	Sem odor e incolor	Detergente, soro e sangue	3L	Dia	Rede de esgotos	X	Segregado
Lab. Imunohemato	Sem odor e incolor	Detergente, soro e sangue	1L	Dia	Rede de esgotos	X	Segregado
Lab. Controle de Qualidade	Sem odor e incolor	Detergente, soro e sangue	1L	Dia	Rede de esgotos	X	Segregado
Sorologia Análises	Sem odor e incolor	Soro, tampão de lavagem e substratos	10L	Semana	Rede de esgotos	X	Segregado
Sorologia Equipamentos	Sem odor e incolor	Detergente, soro e sangue	3L	Semana	Rede de esgotos	X	Segregado

Obs.: Todos os efluentes são recolhidos em baldes de 2L e esterilizados com Peresal 1% e descartados no esgoto, no laboratório de lavagem e esterilização.

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 02 DATA: 26/01/2006 FI 01/01		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS Angelita Pololfo - Bioquímica			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Lâminas de hematologia	Cor violeta	Eosina: azul de metileno e álcool metílico (3g/L)	400mL	Dia	Rede de esgotos	X	
Aparelho hematológico (contador de células e hemáceas)	Sem odor e incolor	Soluções salinas: cloretos e sulfatos de sódio (variação com sulfato de sódio),	2L	Dia	Rede de esgotos	X	
		Água e Peresal	6L	Dia	Rede de esgotos	X segregado	
Desinfecção	Sem odor e incolor	Sangue, urina, água e Peresal	20L (Peresal)	Dia	Rede de esgotos	X	
Esterilização Autoclave (Sangue)	Sem odor e incolor	Água da autoclave	L	Dia	Rede de esgotos	X	
Coloração de Gram	Cor Violeta e vermelha	Cristal violeta, álcool, acetona, Lugol: Fucsina 1:10	600mL	Dia	Rede de esgotos	X	

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 03 DATA: 27/01/06 FI 01/04		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: LAVANDERIA Rosemary JackelineS. Julho – Aux. de lavanderia			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Lavagem de roupas sujudade pesada Média diária de 645Kg Média (10 dias) :12,9 lavagens/dia Máq. Cap.50Kg	Líquido translúcido e incolor	Alvejante conc.: blend de ácidos inorgânicos ,aditivos específicos e água. Princípio ativo: Ácido Peracético – pH: 1-2 (3-8 mL/Kg)	Média 3,5L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X
	Líquido translúcido e incolor	Detergente: tensoativos não-iônicos, aditivos específicos, branqueador óptico. Princípio ativo: Nonil Fenol Etoxilado – pH: 5,5-6,5 (1-3 mL/Kg)	Média: 1,3 L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X

	Líquido translúcido e incolor	Detergente: inibidores de corrosão, tensoativos, alcalinizantes, sequestrante, corante e água. Princípio ativo: Hidróxido de sódio 50% – pH: 12,5-13,5 (3-10 mL /Kg)	Média: 4,2L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X
	Líquido translúcido e incolor	Neutralizador de alcalinidade e alvejante: aditivos especiais para eliminação de resíduos de cloro e alcalinidade. Princípio ativo: metabissulfito de sódio 25% - pH: 2,5-3,5 (0,5-2 mL /Kg)	Média: 0,8L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X

	Viscoso e azul	Amaciante: cloreto de Diaquil amônio 75%, corante, essência e água. Princípio ativo: Cloreto de diaquil amônio – pH: 6-7 (3-5 mL /Kg)	Média: 2,6L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X
--	----------------	--	--------------------------------------	-----	-----------------	--	---

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 03 DATA: 27/01/06 FI 03/04		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO			UNIDADE OU SETOR: LAVANDERIA Rosemary Jackeline S. Julião – Aux. de lavanderia		
Lavagem de roupas sujividade leve Média diária de 501 Kg Média (10 dias) :16,7 lavagens/dia Máq. Cap.30Kg	Líquido translúcido e incolor	Detergente: tensoativos não-iônicos, aditivos específicos, branqueador óptico. Princípio ativo: Nonil Fenol Etoxilado – pH: 5,5-6,5 (1-3 mL /Kg)	Média 1,2L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X
	Líquido translúcido e incolor	Detergente: inibidores de corrosão, tensoativos, alcalinizantes, sequestrante, corante e água. Princípio ativo: Hidróxido de sódio 50% – pH: 12,5-13,5 (3-10 mL /Kg)	Média 3,25L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X

	Líquido translúcido e incolor	Neutralizador de alcalinidade e alvejante: aditivos especiais para eliminação de resíduos de cloro e alcalinidade. Princípio ativo: metabissulfito de sódio 25% - pH: 2,5-3,5 (0,5-2 mL /Kg)	Média 0,6L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X
	Viscoso e Azul	Amaciante: cloreto de Diaquil amônio 75%, corante, essência e água. Princípio ativo: Cloreto de diaquil amônio – pH: 6-7 (3-5 mL /Kg)	Média 2,4L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X
	Líquido translúcido e amarelo	Desinfetante e alvejante: Estabilizantes e agentes doadores de cloro ativo. Princípio ativo: hipoclorito de sódio 10-12% - pH: 13-14 (3-10 mL /Kg)	Média 3,25L diluídos durante lavagem	dia	Rede de esgotos		X

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 04 DATA: 01/02/06 FI 01/02		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: COMPRAS HUM			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Limpeza de pisos	Incolor, solúvel em água, pH: 10,5-11,5;	Removedor, líquido: Solvente glicólico, monoetanolamina, tensoativos aniônicos e não aniônicos; umectante, coadjuvante, preservante e água.	diluídos durante lavagem		Rede de esgotos		X
	líquido, incolor, Incolor, solúvel em água, pH: 7,8-8,8;	Impermeabilizante: Polímeros acrílicos, emulsão de ceras de polipropileno e polietileno, nivelador, plastificante e água.	diluídos durante lavagem		Rede de esgotos		X
	líquido viscoso, verde, pH: 8,9-9,9;	Limpador neutro: Tensoativos aniônicos biodegradáveis, corante, coadjuvante, preservante, fragrância e água.	diluídos durante lavagem		Rede de esgotos		X
	incolor, pH: 7,8-8,8	Selador, líquido: Resina acrílica metalizada, agente nivelador, plastificante e	diluídos durante		Rede de esgotos		X

		água.	lavagem				
	líquido, viscoso, vermelho, pH: 7-8	Desengraxante: Ácido sulfônico, hidróxido de sódio, tensoativos, alcalinizantes, preservante, corante e água	diluídos durante lavagem		Rede de esgotos		

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 05 Data: 03/02/06 FI 01/02		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: Central de diluições – Farmácia Hospitalar Roberta França – Técnica de laboratório			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA (volume preparado por semana)	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Descarte de soluções não utilizadas nos diversos setores do HUM	Líquido e incolor	Álcool 70 ^o (3650mL)			Rede de esgotos	X	
		Benzina (1350mL)			Rede de esgotos	X	
		Clorex 4% degermante (150mL)			Rede de esgotos	X	
	Líquido e incolor	Éter (150mL)			Rede de esgotos	X	
	Pouco viscos e amarelado	Óleo de girassol (1240mL)			Rede de esgotos	X	
		PVP-I degermante (2130mL)			Rede de esgotos	X	
	Líquido marrom	PVP-I tópico (2880mL)			Rede de esgotos	X	
		Sabão neutro (2820mL)			Rede de esgotos	X	
		Tintura de benjoin (290mL)			Rede de esgotos	X	
	Solução de Shiller (240mL)			Rede de esgotos	X		

		Ácido Acético 5% (280mL)			Rede de esgotos	X	
		Vaselina líquida (510mL)			Rede de esgotos	X	
Esterilização e desinfecção de superfícies e artigos em todo HUM	Líquido e incolor	Esporicida, bactericida, viruscida e fungicida Composição: Ácido Peracético 4g/6L e Peróxido de Hidrogênio 26g/6L	Média 65L conc. 0,5%; 28L conc. 1% e 3L conc.5%	dia	Rede de esgotos		X

FORMULÁRIO N ^o 06 Data: 03/02/06 F1 01/01		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: Central de Abastecimento Farmacêutico			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA (volume preparado por dia)	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Desinfecção de máquinas de hemodiálise	Líquido e incolor	Hipoclorito de sódio 6% ⁽	10L	mês	Rede de esgotos		X

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 07 DATA: 06/02/06 FI 01/02		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: Expurgo da Central de Material e esterilização Célia Nishimura – Enfermeira / Ana			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Lavagem inicial de materiais contaminados	Líquido e azulada	Sol. Enzimática: detergente não iônico, álcool isopropílico, corante, água e enzimas: amilase, protease, lipase (carboxilesterase e fosfolipase). Composto ativo: enzimas PH neutro	Sol. 20L (diluição 4mL/L): 80mL	dia	Rede de esgotos	X	
Banho para desinfecção	incolor	Peresal 1%	5L	dia	Rede de esgotos	X	
Banho para desinfecção	incolor	Peresal 5%	5L	dia	Rede de esgotos	X	
Esterilização em autoclave 121°C (4 unidades)	incolor	Não utilizam produtos químicos	Volume desconhecido devido funcionamento automático		Rede de esgotos		X

Esterilização de termosensíveis 70°C (1 unidade)	incolor	Sol. Enzimática: detergente não iônico, álcool isopropílico, corante, água e enzimas: amilase, protease, lípase (carboxilesterase e fosfolipase). Composto ativo: enzimas PH neutro	Sol. Diluída Volume muito pequeno	dia	Rede de esgotos		X
Pré-secagem de materiais	incolor	Álcool 96 ⁰	10L	dia	Rede de esgotos	X	

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 08		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO			UNIDADE OU SETOR: Raio-X - Técnico em radiologia		
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Processamento de radiografia para o ambulatório	Água de enxágüe	Agente clarificante, conservantes, acidificantes, endurecedores, moderadores, agentes reveladores, solventes, aceleradores, conservantes, retardadores e endurecedores	20930	mês	esgoto	X	
Processamento de radiografia para o pronto atendimento	Água de enxágüe	Agente clarificante, conservantes, acidificantes, endurecedores, moderadores, agentes reveladores, solventes, aceleradores, conservantes, retardadores e endurecedores	59815	mês	esgoto	X	

EFLUENTES HUM							
FORMULÁRIO N ^o 09 Data: 16/05/2006 FI 01/01		ASSUNTO: IDENTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES E OS PONTOS DE GERAÇÃO		UNIDADE OU SETOR: Laboratório de Anatomia Patológica Neide – Técnico de laboratório			
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DO EFLUENTE Aspecto geral (cor, odor, outros)	COMPOSIÇÃO APROXIMADA	VOLUME GERADO	PERÍODO	DISPOSIÇÃO FINAL	POSSIBILIDADE DE SEGREGAÇÃO	
						S	N
Conservação de peças anatômicas	Incolor com aroma característico	Formol 10%			esgoto	X	
Desidratação e preparação de lâminas para análises patológicas	incolor	Xilol	2L	Mês	esgoto	X	
Desidratação inicial de peças anatômicas	incolor	Álcool etílico absoluto (99%)	12L	Mês	esgoto	X	
Desidratação final de peças anatômicas	alaranjado	Álcool etílico absoluto (99%) + corante (eusina)	8L	Mês	esgoto	X	
Preparo das lâminas (clarificação)	incolor	Ácido clorídrico + álcool etílico 80%	0,5L	Mês	esgoto	X	
Preparação das lâminas	incolor	Solução de Carbonato de Lítio	0,25L	Mês	esgoto	X	

