

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO AR DE UMA UNIDADE DE
TRATAMENTO DE RESÍDUOS INFECTANTES POR DESATIVAÇÃO
ELETROTÉRMICA E SUA INFLUÊNCIA NO AR EXTERNO**

SILVANA CATIA ALVIM

SÃO PAULO

2004

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO AR DE UMA UNIDADE DE
TRATAMENTO DE RESÍDUOS INFECTANTES POR DESATIVAÇÃO
ELETROTÉRMICA E SUA INFLUÊNCIA NO AR EXTERNO**

SILVANA CATIA ALVIM

Dissertação de mestrado, apresentada ao Departamento de Saúde Ambiental, da Faculdade de Saúde Pública de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Saúde Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental
Orientador: Prof^o Titular Aristides Almeida Rocha

**SÃO PAULO
2004**

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores.

Assinatura:

Data: 06/02/2004

***“Não é com honras e riquezas que se contenta
o coração de um pensador, mas sim com o
saber e a virtude”
(Platão, filósofo grego)***

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Aristides Almeida Rocha pela orientação e incentivo durante o desenvolvimento deste projeto e pela oportunidade de crescimento no campo da ciência.

A CAVO Serviços e Meio Ambiente pela colaboração na realização desta pesquisa em suas instalações.

A toda equipe operacional da Unidade de Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde, do Jaguaré, em especial ao Eng^o Celso L.G. Braga pela paciência e contribuição técnica, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores João Vicente de Assunção e Maria Inês Zanoli Sato pelo incentivo e sugestões durante a realização da pesquisa.

Ao Oscar e Sandra pela paciência durante a revisão deste trabalho.

Aos meus amigos Mara, André, Vânia, Nelson, Luiz Antônio, Ary, Jorge e Eduardo que contribuíram de alguma forma para que este projeto se concretizasse.

A toda a minha família, que sempre me apoiou nas principais realizações da minha vida.

RESUMO

Alvim SC. **Avaliação microbiológica do ar de uma unidade de tratamento de resíduos infectantes por desativação eletrotérmica e sua influência no ar externo.** São Paulo; 2003. [Tese de Mestrado-Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objetivo. Diversas tecnologias de tratamento de resíduos infectantes necessitam descaracterizar previamente os resíduos infectantes, através de trituração, apresentando fontes potenciais de formação de bioaerossóis, com risco à saúde pública e do trabalhador. Considerando-se estes aspectos, este trabalho avalia, por meio de um estudo de caso descritivo, em uma Unidade de Tratamento de Resíduos, a microbiota presente no ar do ambiente de armazenamento e início da trituração dos resíduos não tratados e do sistema de filtragem do ar. **Métodos.** Foram realizadas 07 campanhas de amostragem de ar, totalizando 90 coletas. Utilizou-se um amostrador de ar tipo impactador. Foram amostrados volumes de 311,3 litros de ar, durante 11 minutos, por amostra. Utilizaram-se os meios de cultura PCA e TSA para contagem em placa e Baird Parker, MacConkey e Azida Blood Agar como meios seletivos. Para a identificação das espécies de bactérias adotou-se testes bioquímicos, através de galerias API. **Resultados.** No ambiente de armazenamento dos resíduos não tratados as contagem variaram de 6 a >786 UFC/m³ (PCA) e 0 a 584 UFC/m³ (TSA), com a presença de espécies de interesse em saúde pública. Registraram-se 14 gêneros e 18 espécies de bactérias, algumas patogênicas ou oportunistas, como as dos gêneros *Staphylococcus*, *Pasteurella*, *Pseudomonas*. Não houve crescimento de bactérias nas amostras do sistema de filtragem. **Conclusão.** As áreas isoladas e estanques, associadas à sistemas de filtragem de ar de ambientes potencialmente contaminados são importantes mecanismos de controle preventivo da poluição e o monitoramento da qualidade microbiológica do ar contribui para o controle e evolução dessas tecnologias.

Descritores: Avaliação microbiológica do ar. Bioaerossóis. Bioemissões. Resíduos infectantes.

SUMMARY

Alvim, S.C. **Microbiological Evaluation of the air in an infectious waste treatment facility through electrolthermal deactivation and its influence on the outside air.** São Paulo; 2003 [Master's thesis – Faculdade de Saúde Pública da USP]

Objective. Several technologies for the treatment of infectious waste must previously decharacterize the infectious waste through trituration, which is a potential source for the formation of bioaerosols, placing worker's and public safety at risk. Taking this into account, this study seeks to evaluate, through a descriptive case study of an infectious waste treatment facility, the microbiota in the air of the storage environment at the beginning of the trituration of untreated waste and in the air filtration system. **Method.** 7 campaigns of air samples were taken, making a total of 90 samples. The impactor air sampler was used. 311,3 litres of air were sampled during 11 minutes per sample. PCA and TSA culture mediums were used to count on plates and Baird Parker, MacConkey, and Azida Blood Agar followed for selection purposes. To identify the bacteria species, biochemical tests were performed through API galleries. **Results.** At the storage of untreated wastes the rates of bacteria were between 6 to >786 UFC/m³ (PCA) and 0 to > 584 UFC/m³ (TSA), with the presence of species of interest to Public Health. 14 genres and 18 species of bacteria were registered, some pathogenic or opportunists, such as *Staphylococcus*, *Pasteurella*, *Pseudomonas*. There was no growth of the bacteria in the samples of the filter system. **Conclusion.** The isolated and stagnant areas, associated to the filtration system of the air in potentially contaminated environments, are important mechanisms of preventive control of pollution and the monitoring of the microbiological quality of the air contributes to the control and evolution of these technologies.

Key-words: Microbiological evaluation of the air, Bioaerosols. Bioemissions. Infectious waste.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Distribuição das áreas hospitalares na produção de resíduos sólidos	21
Tabela 02	Padrões nacionais e americanos de qualidade do ar para material particulado	36
Tabela 03	Concentração média de PTS (ug/m ³) em três pontos da cidade de São Paulo	40
Tabela 04	Tipos de bactérias e bolores isolados do ar em altitudes elevadas	42
Tabela 05	Principais doenças veiculadas pelo ar e seus agentes etiológicos	50
Tabela 06	Classificação das principais bactérias responsáveis por doenças respiratórias de acordo com sua origem de transmissão	51
Tabela 07	Casos de tuberculose por região no Brasil	52
Tabela 08	Microrganismos associados à transmissão aérea em estabelecimentos de saúde	60
Tabela 09	Média de crescimento de colônias bactérias	62
Tabela 10	Lista de bactérias aeróbias com importância epidemiológica na transmissão aérea	65
Tabela 11	Resultados de contagem de colônias dos indicadores microbiológicos pesquisados nas fontes potenciais de bioemissões, das tecnologias de tratamento de RSS-EUA	77
Tabela 12	Conjunto de filtros utilizados no sistema de filtração da unidade estudada	86
Tabela 13	Dados climatológicos anuais do município de São Paulo – Médias de 30 anos (161-1990)	90
Tabela 14	Amostrador tipo Adersen N6 – Comparação entre o tamanho de partículas possíveis de serem amostrados e a estrutura do sistema respiratório	95
Tabela 15	Número de coletas realizadas por dia de amostragem	99
Tabela 16	Meios de cultura seletivos e diferenciais e suas aplicações	104
Tabela 17	Tempos de incubação	105
Tabela 18	Galeria API 20NE – Lista de testes bioquímicos	109
Tabela 19	Galeria API Staph – Lista de testes bioquímicos	110
Tabela 20	Galeria API Strep – Lista de testes bioquímicos	111
Tabela 21	Resultados da ETAPA I – Avaliação Preliminar	115
Tabela 22	Pontos de coleta da área externa e temperaturas e unidade registradas durante as amostragens	116
Tabela 23	Registro das pressões dos filtros HEPA	117
Tabela 24	Sumário dos resultados de UFC/m ³ – Dia 17/06/02	118
Tabela 25	Sumário dos resultados de UFC/m ³ – Dia 11/07/02	119
Tabela 26	Sumário dos resultados de UFC/m ³ – Dia 22/08/02	119
Tabela 27	Sumário dos resultados de UFC/m ³ – Dia 24/09/02	120
Tabela 28	Sumário dos resultados de UFC/m ³ – Dia 17/10/02	120
Tabela 29	Sumário dos resultados de UFC/m ³ – Dia 14/11/02	121
Tabela 30	Sumário dos resultados de UFC/m ³ – Dia 04/12/02	121
Tabela 31	Bactérias identificadas no Ponto 2 – Área de Armazenamento dos resíduos não tratados e respectivas freqüências.	122

Tabela 32	Gênero de fungos identificados no Ponto 2 – Área de Armazenamento dos resíduos não tratados	123
Tabela 33	Resultados de contagem – amostragem 17/06/02	124
Tabela 34	Resultados de identificação microbiológica – 17/06/02	125
Tabela 35	Resultados de contagem – amostragem 17/06/02	126
Tabela 36	Resultados de identificação microbiológica – 17/06/02	127
Tabela 37	Resultados de contagem – amostragem 17/06/02	128
Tabela 38	Resultados de identificação microbiológica – 17/06/02	129
Tabela 39	Resultados de contagem – amostragem 17/06/02	130
Tabela 40	Resultados de identificação microbiológica – 17/06/02	131
Tabela 41	Resultados de contagem – amostragem 17/06/02	132
Tabela 42	Resultados de identificação microbiológica – 17/06/02	133
Tabela 43	Resultados de contagem – amostragem 17/06/02	134
Tabela 44	Resultados de identificação microbiológica – 17/06/02	135
Tabela 45	Resultados de contagem – amostragem 17/06/02	136
Tabela 46	Resultados de identificação microbiológica – 17/06/02	137
Tabela 47	Sumário dos resultados de identificação microbiológica do Ponto 2 – Área de armazenamento dos resíduos	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Perfil de tamanho de partículas geradas por espirro, tosse e fala	45
Figura 02	Estrutura do sistema respiratório humano e tamanho de partículas inaláveis.	48
Figura 03	Diagrama das etapas de processo da unidade de tratamento de resíduos infectantes, do município de São Paulo	81
Figura 04	Descarregamento dos resíduos infectantes no fosso de armazenamento	82
Figura 05	Alimentação do sistema de trituração	83
Figura 06	Diagrama do fluxo dos resíduos e ar no sistema de trituração	87
Figura 07	Frequência dos ventos na área do empreendimento	90
Figura 08	Desenho esquemático do amostrador de ar N6 - Andersen	96
Figura 09	Ponto de coleta 1 – Ambiente externo, à montante da Unidade	100
Figura 10	Ponto 2 – Área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração	100
Figura 11	Ponto 3 – Dutos do sistema de exaustão e filtragem	101
Figura 12	Fluxograma para seleção da Galeria API	113
Figura 13	Resultados de contagem em placa e temperaturas registradas no Ponto 2	144
Figura 14	Resultados de contagem em placa e umidade registrados no Ponto 2	145
Figura 15	Resultados de contagem em placa e % de ocupação do fosso	145
Figura 16	Comparação das temperaturas e umidades dos ambientes externos e internos	147

INDÍCE

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo Geral	19
2.2	Objetivos Específicos	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1	Definição dos Resíduos Infectantes	20
3.2	Gerenciamento dos Resíduos Infectantes no município de São Paulo	22
3.3	Tecnologias para Tratamento dos Resíduos Infectantes	24
3.3.1	Autoclaves	25
3.3.2	Microondas	26
3.3.3	Unidade de Rádio Freqüência (ETD)	27
3.3.4	Incinerador	28
3.4	Poluição Atmosférica	29
3.4.1	Conceitos	29
3.4.2	Padrões para Qualidade do Ar	35
3.4.3	Padrão para Material Particulado no Município de São Paulo	38
3.4.4	Fatores que Influenciam na Dispersão de Poluentes no Município de São Paulo	40
3.5	Microbiologia do Ar	40
3.5.1	Mecanismos de Dispersão de Microrganismos no Ar	40
3.5.2	Processo Infecção	46
3.5.3	Doenças Respiratórias Relacionadas com a Transmissão Aérea	49
3.5.4	Estudos em Ambientes com Riscos de Dispersão e Transmissão de Bioaerossóis	59
3.5.5	Caracterização de Bactérias Patogênicas Relacionadas à Transmissão aérea	64
3.6	Metodologia para Amostragem de Ar para Partículas Viáveis	69
3.6.1	Definição de Métodos de Amostragem	69
3.6.2	Técnicas e Equipamentos de Amostragem para Partículas Viáveis	71
3.6.2.1	Sedimentação em Placa	72
3.6.2.2	Coletores tipo Impactador	72
3.6.2.3	Membrana Filtrante	73
3.6.2.4	Amostrador Automático de Ar – Tipo SAS	73
3.6.2.5	Impactador Líquido	74

3.6.3	Volumes Amostrados	74
3.6.4	Determinação de Fontes Potenciais de Bioemissões em Unidade de Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde	75
3.6.5	Seleção do Indicador Microbiológico	78
4	MATERIAL E MÉTODO	80
4.1	Caracterização da Unidade de Tratamento Objeto de Pesquisa	80
4.1.1	Recebimento dos Resíduos Infectantes	82
4.1.2	Descaracterização e Homogeneização dos resíduos infectantes	83
4.1.3	Tratamento dos Resíduos Infectantes pelo Sistema de Desativação eletrotérmica	84
4.1.4	Fluxo de ar nas Instalações da Unidade	85
4.2	Caracterização da Área do Empreendimento	88
4.2.1	Localização	88
4.2.2	Diagnóstico Ambiental	88
4.2.2.1	Ventos	89
4.2.2.2	Clima	90
4.2.2.3	Fontes Potenciais de Bioemissões	91
4.2.2.3.1	Emissão Atmosférica	91
4.2.2.4	Análise das Áreas Receptoras em Relação às Emissões Atmosféricas do Empreendimento	92
4.2.3	Descrição das Medidas Mitigadoras adotadas pelo Empreendimento	93
4.3	Etapas para o Desenvolvimento das Amostragens	94
4.3.1	Equipamento de Amostragem	94
4.3.2	ETAPA I – Avaliação Preliminar	97
4.3.3	ETAPA II – Avaliação Microbiológica do Ar na Unidade Objeto de Estudo	98
4.3.3.1	Número de Amostras	98
4.3.3.2	Pontos de Coleta	99
4.3.3.3	Volumes Amostrados	101
4.3.3.4	Dados Gerais das Amostragens	101
4.3.3.4.1	Parâmetros Climáticos	102
4.3.3.4.2	Parâmetros de Processo	102
4.3.3.5	Indicadores Microbiológicos	103
4.3.3.6	Meios de Cultura	103
4.3.3.6.1	Contagem Total	103
4.3.3.6.2	Meios de Cultura Seletivos e Diferenciais	104
4.3.3.7	Temperaturas e Tempo de Incubação das Amostras	105
4.3.3.8	Contagem de Unidades Formadoras de Colônias/m ³	105
4.3.3.9	Expressão de Resultados	106
4.3.3.10	Testes Bioquímicos para Identificação Microbiológica	107
4.3.3.11	Controle de Qualidade	114

5	RESULTADOS	115
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	139
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	154
8	REFERÊNCIAS	155

ANEXOS

Anexo I – Resultados da Modelagem de Dispersão de material Particulado	166
Anexo II – Formulário para Registro de Parâmetros Climáticos e de Processo	169

1 INTRODUÇÃO

Segundo GUNTHER e col. (1998), o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos tem como principais objetivos a proteção à saúde humana, a melhoria da qualidade de vida, a prevenção e o controle da poluição ambiental sobre as águas superficiais e subterrâneas, ar e solo, sendo um importante instrumento para a saúde pública e proteção do meio ambiente.

Uma parcela do resíduo gerado em áreas urbanas é proveniente dos serviços de saúde. Estes resíduos são denominados Resíduos de Serviços de Saúde, constituídos por resíduo infectante, quimioterápico, radioativo e doméstico.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 2000, através do Departamento de População e Indicadores Sociais, realizou pesquisa em 5.507 municípios, identificando que o Brasil gera em torno de 228.413 toneladas/dia de lixo. Destas, 4.000 toneladas/dia (2%) são geradas pelos serviços de saúde. Estes números não são absolutos, em função da segregação inadequada. Somente no município de São Paulo são geradas em média 100 toneladas de resíduos infectantes por dia.

No trabalho desenvolvido pela CETESB, em 1983, com base em um estudo de caracterização de dois hospitais de grande porte, observou-se que a média de geração de resíduos contaminados era de 17% em relação aos demais resíduos (CETESB 1983).

Os trabalhos apresentados por diversos autores sobre os aspectos epidemiológicos e os riscos de contaminação ambiental e de saúde ocupacional revelam polêmica e divergências, principalmente quanto à transmissão direta de doenças a partir dos resíduos infectantes (SOARES 2000).

No trabalho de RUTALA e col. (1992), no qual compara as concentrações de bactérias nos resíduos hospitalares e domiciliares, verificou-se que os valores são maiores nos resíduos domiciliares, com concentrações de até 10^9 para bactérias aeróbias e 10^7 para bactérias Gram-negativas. Estes microrganismos, além da *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Shigella*, *Aeromonas sp*, *Clostridium sp*, Enterococos fecais, *Mycobacterium tuberculosis*, *Candida albicans*, os vírus da Hepatite A,B e C, também são relatados nos trabalhos de SILVA (2002) COLLINS & KENNEDY (1987) e CETESB (1983) na caracterização dos resíduos de serviços de saúde.

REGO e NODA (1995) concordam que apesar dos resíduos infectantes representarem uma pequena parcela quando comparados aos resíduos domésticos, devem ser considerados fontes potenciais de disseminação de doenças para a sociedade e oferecem perigo para a equipe de trabalhadores dos estabelecimentos de saúde, bem como para os pacientes.

Autores como RUTALA (1992), ZANON (1990), MATTOSO (1996) atribuem os casos de doenças transmitidas por resíduos infectantes ao manuseio de material perfuro cortante e ao acondicionamento destes resíduos de forma inadequada.

Enquanto alguns trabalhos demonstram que os resíduos infectantes apresentam menor risco que os domiciliares, em função das suas concentrações microbiológicas, outros estudos mostram que a diversidade de espécies é maior nos resíduos infectantes em relação ao resíduo domiciliar, com cepas multiresistentes (PRUSS e col. 1999 & SILVA e col. 2002).

É fato que tanto os resíduos infectantes, quanto os domiciliares devem ser manejados e ter destinação adequada, já que as concentrações de microrganismos, inclusive microrganismos patogênicos são significativas.

Toda tecnologia de tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde, assim como qualquer outro empreendimento, apresenta, em graus diferenciados, aspectos ambientais significativos, que podem ser entendidos como atividades do processo que apresentam um potencial para causar um impacto ao meio ambiente e que pode representar um risco para a saúde pública. Os aspectos ambientais de processos de tratamento de resíduos infectantes estão relacionados às situações em que venham a ser liberada substância tóxica ou patogênica para o ambiente externo ao empreendimento. Como exemplos podem ser citados os efluentes líquidos, as emissões atmosféricas provenientes de gases e vapores e o próprio resíduo tratado inadequadamente.

Com relação às emissões atmosféricas, devem ser consideradas eventuais emissões de bioaerossóis ou bioemissões. Neste sentido, a avaliação da qualidade do ar dos ambientes de operação de unidades de tratamento de resíduos infectantes é importante para se avaliar os riscos ambientais e ocupacionais a que os operadores dessas tecnologias estarão expostos.

Embora existam poucos trabalhos e bibliografia neste campo de pesquisa quando comparados a outros monitoramentos ambientais, as pesquisas microbiológicas em ambientes interiores têm sido intensificadas, especialmente em ambientes climatizados, em função da ocorrência de vários casos de doenças relacionadas a estes ambientes. Em 1982, a Organização Mundial da Saúde (WHO 1999), através de uma comissão de cientistas definiu como “Síndrome dos Edifícios Doentes” uma combinação de sintomas gerais e que epidemiologicamente afeta 20% ou mais dos indivíduos de um determinado ambiente fechado. Estes sintomas podem estar ligados a poluentes de origem química e biológica. No Brasil, o assunto também tem sido abordado e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabeleceu, através da Resolução ANVISA RE nº 09, de 16 de janeiro de 2003, padrões de qualidade física, química e microbiológica para o ar de ambientes climatizados artificialmente, de uso público e coletivo.

A tendência da legislação brasileira, em especial das grandes cidades, é transferir a responsabilidade do tratamento e destinação dos resíduos de serviços de saúde aos geradores. É possível que com este novo cenário haja uma ampliação do mercado de tecnologias de tratamento, ficando a critério do gerador a escolha e até mesmo a opção pela instalação de unidades de tratamento nos próprios estabelecimentos de saúde.

Para atendimento da legislação vigente, a maioria das tecnologias de tratamento de resíduos infectantes, em função do seu processo produtivo, necessita descaracterizar o resíduo através de trituradores, podendo apresentar fontes potenciais de formação de bioaerossóis, que podem representar um risco à saúde pública e do trabalhador, caso não se adote medidas de controle e monitoramento dessas emissões.

Considerando-se que as bioemissões ou bioaerossóis são fontes potenciais de poluentes, a proposta de pesquisa ora apresentada busca, por meio de um estudo de caso descritivo, avaliar a qualidade do ar sob o aspecto microbiológico de ambientes internos e externos de uma Unidade de Tratamento de Resíduos Infectantes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar, por meio de um estudo de caso em uma Unidade de Tratamento de Resíduos Infectantes, localizada na cidade de São Paulo, a microbiota presente no ar do ambiente de armazenamento e início da trituração dos resíduos não tratados, e do ar deste ambiente, após tratamento pelo sistema de exaustão e filtragem, gerando dados preliminares que possam auxiliar na identificação de fontes potenciais de bioemissões, contribuindo para a elaboração de normas para amostragens, padrões microbiológicos de emissões atmosféricas e medidas preventivas de controle de bioemissões.

Este trabalho não pretende avaliar os riscos ambientais ou ocupacionais das bioemissões durante o processo de tratamento dos resíduos infectantes, e sim, produzir informações que possam ser utilizadas em estudos desta natureza.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar o total de bactérias presentes no ar de ambientes de processamento, em especial na área de armazenamento de resíduos infectantes, início do sistema de trituração e sistema de exaustão e filtragem, de uma Unidade de Tratamento de Resíduos Infectantes por Desativação Eletrotérmica;
- Determinar os grupos de bactérias prevalentes nestes ambientes;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DEFINIÇÃO DOS RESÍDUOS INFECTANTES

Os resíduos infectantes, segundo a norma NBR 12807, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ABNT 1993), são aqueles provenientes dos serviços de saúde *“que por suas características de maior virulência, infectividade e concentração de patógenos, apresenta risco potencial à saúde pública”*.

Em outros países, os resíduos infectantes recebem outras denominações, tais como lixo hospitalar, resíduos médicos, clínicos e resíduos laboratoriais (Grã-Bretanha e África do Sul), resíduos biomédicos (Canadá), resíduos médicos, resíduos de serviços de saúde ou resíduos de estabelecimentos de serviço de saúde (Estados Unidos - Agência Ambiental) (SOARES 2000).

As diversas terminologias existentes para os resíduos infectantes mostram a dificuldade em se definir este tipo de resíduo. (MATTOSO 1996 e SOARES 2000).

A composição dos resíduos infectantes é caracterizada pela heterogeneidade de componentes: parcela de resíduos orgânicos; resíduos inorgânicos; a presença freqüente de materiais cortantes e perfurantes; quantidades menores de substâncias tóxicas, inflamáveis e radiativas de baixa intensidade. Tanto a composição quanto a quantidade de resíduos são influenciadas por fatores que envolvem desde o tipo de serviço, número de leitos, condições sociais da região, natureza pública ou privada e

procedimentos internos do estabelecimento de saúde, referentes à segregação dos resíduos. Embora a disponibilidade de informação sobre a composição e quantidade dos resíduos infectantes seja limitada, no trabalho de OROFINO (1996) é citado que os resíduos de serviços de saúde compõem-se de uma mistura heterogênea de diversos materiais, destacando-se o papel, plástico e material orgânico, havendo variações, inclusive, nas quantidades geradas para cada área interna do estabelecimento de saúde, sendo a enfermaria, o centro cirúrgico e as cozinhas as áreas que mais geram resíduos, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 01 – Distribuição das áreas hospitalares na produção de resíduos sólidos.

Área Hospitalar	Fonte de Pesquisa 1 (CETESB,1983) %	Fonte de Pesquisa 2 (CASTRO, 1996) %
ENFERMARIA	17,00	18,60
UTI	(--)	8,40
CENTRO CIRÚRGICO	4,00	6,70
PÉRFURO-CORTANTE	(--)	2,60
ADMINISTRATIVO	2,00	2,40
AMBULATÓRIO	(--)	3,70
COZINHA	50,00	47,70
MATERNIDADE	8,00	(--)

Fonte: adaptado de Orofino, 1996.

(--) informação não disponível

3.2 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS INFECTANTES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Segundo dados do Departamento de Limpeza Urbana - LIMPURB (1998), órgão responsável pelo gerenciamento de limpeza urbana, da cidade de São Paulo, entre 1997 e 1998 eram coletadas, em média, 150 toneladas/dia de resíduos de serviços de saúde. Desde o ano de 2001 são coletadas em média 100 toneladas/dia, em função de um trabalho de conscientização realizado através da LIMPURB e a empresa prestadora de serviços de tratamento de resíduos de serviços infectantes, com os geradores de resíduos.

No município de São Paulo, até 1976, os resíduos de serviços de saúde eram tratados nos próprios estabelecimentos de saúde, em incineradores, atendendo ao estabelecido na Lei Municipal nº 7.775 de 13/09/72. O que se observou na época foram problemas de emissões atmosféricas. Ainda no ano de 1976, durante o inverno, foi observada uma inversão térmica acentuada que agravou as condições de dispersão dos poluentes na cidade, tendo sido registrado um dos maiores índices de poluição do ar, levando à incidência de agravos respiratórios. A Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, do Estado de São Paulo – CETESB verificou que devido às más condições de operação e manutenção dos incineradores hospitalares, estes constituíam uma fonte poluidora de alto grau de impacto e uma importante causa do problema ambiental daquele momento e, portanto, adotou como medida corretiva a desativação de todos os incineradores de resíduos hospitalares, operados indevidamente, os quais em sua grande maioria eram utilizados por hospitais. O município de São Paulo já havia instalado três unidades de fornos incineradores:

Incinerador Pinheiros (1949), Incinerador Ponte Pequena (1959) e Incinerador Vergueiro (1967), todos projetados para receber apenas resíduo domiciliar e desprovidos de equipamento de controle de poluição atmosférica. Pensou-se na época em alternativa de tratamento centralizado, utilizando-se estes novos incineradores, o que propiciaria uma melhor operação e controle. Então, foi criada uma comissão integrada por técnicos da Prefeitura, CETESB e Secretaria de Estado da Saúde, com o objetivo de avaliar a viabilidade de um sistema de coleta diferenciado para os resíduos de serviços de saúde. (EIA/RIMA-ETD 1998)

Em 1977, foi assinado o Decreto Municipal 14.405, o qual disciplinou a coleta dos resíduos hospitalares, no município de São Paulo, estabelecendo-se o acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos apropriados e disposição em *contêineres* fechados, em abrigos. Além disso, estabeleceu-se o cadastramento dos estabelecimentos geradores no Departamento de Limpeza Urbana – LIMPURB, da então Secretaria Municipal de Serviços e Obras. Na mesma época, a cidade de São Paulo tornou-se a primeira a realizar a segregação dos resíduos hospitalares, com coleta regular, sendo que os resíduos eram encaminhados para tratamento nos incineradores gerenciados pela Prefeitura de São Paulo.

Até o ano 2.000, os resíduos de serviços de saúde eram encaminhados ao incinerador Vergueiro, instalado em área totalmente urbanizada, em operação há mais de trinta anos. Incomodada pelo lançamento das emissões gasosas, principalmente em função do material particulado, a população do entorno mobilizou-se fortemente contra sua

operação, já que não existiam equipamentos de controle das emissões atmosféricas e da qualidade sanitária das cinzas e escórias resultantes de seu processo.

Em função da pressão da sociedade e Ministério Público, no ano de 2002, os incineradores Vergueiro e Ponte Pequena foram desativados. O incinerador Pinheiros já havia sido desativado em 1990.

3.3 TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS INFECTANTES

No Brasil, as tecnologias disponíveis para tratamento desses resíduos devem atender ao estabelecido nas Resoluções CONAMA nº 05, de 05/08/93, CONAMA nº 283, de 17/07/01 e SMA nº 31, de 22/07/03, do Ministério do Meio Ambiente. Em linhas gerais, estas resoluções estabelecem que as tecnologias de tratamento devem atender aos seguintes requisitos:

- Garantir a eliminação do risco de qualquer fonte de contaminação ao ambiente e de transmissão de doenças infecciosas existentes, principalmente nos resíduos classificados como infectantes (Grupo A);
- Descaracterizar os resíduos tratados para impossibilitar a reutilização de materiais como luvas, seringas, etc..;
- Reduzir o volume, objetivando-se maior vida útil do sistema de disposição final (aterro sanitário); e
- Garantir que emissões resultantes da operação atendam aos padrões da legislação;

Já estão disponíveis no mercado e licenciados em algumas cidades do Brasil os equipamentos tipo autoclave, microondas e desativação eletro térmica, além dos incineradores.

3.3.1 Autoclaves

A utilização da técnica de esterilização em autoclaves como alternativa à incineração para o tratamento de resíduos infectantes não é algo novo. Há anos esta tecnologia vem sendo utilizada para inativação de microrganismos em amostras e culturas de laboratórios de microbiologia e centros de pesquisa.

A autoclave a vapor, em linhas gerais, é um vaso de pressão selado dentro do qual é injetado vapor de água para provocar o aquecimento dos resíduos até uma temperatura suficiente para promover a redução da carga biológica. O vapor de água é injetado a temperaturas em torno de 135°C a 150°C, sob variadas pressões pré-determinadas, trabalhando em ciclos (bateladas) e tempos entre 30 e 60 minutos. Devido à natureza heterogênea da carga, somente se pode garantir uma esterilização efetiva se antes da entrada do agente esterilizante (vapor) se eliminar o ar do interior da câmara e da carga, e por isso é necessário que a autoclave possua um sistema de vácuo. A definição dos tempos e temperaturas de tratamento é um fator muito importante, condicionado ao tipo de recipiente, onde o resíduo contaminado está contido. (USEPA 1993)

É um processo que geralmente possui alimentação manual para os resíduos, sem trituração prévia, oferecendo equipamentos de capacidade desde muito pequenas (600kg/dia) a bem grandes (5ton/dia). Após o tratamento, o resíduo pode ou não ser triturado, e em seguida destinado ao aterro sanitário como resíduos comuns. Algumas variações da tecnologia já trabalham com a trituração prévia do material. (USEPA 1993)

3.3.2 Microondas

O processo de tratamento por microondas emprega o princípio da aplicação de calor gerado por fontes de ondas eletromagnéticas de alta frequência, combinado com a injeção de vapor de água diretamente sobre os resíduos infectantes previamente triturados, mantendo-os aquecidos por um período de tempo. Este processo visa alcançar alto nível de desinfecção, tornando os resíduos aptos a serem dispostos em aterros sanitários convencionais, sem produzir emissões gasosas ou efluentes líquidos. Opera em temperaturas acima de 95°C a 100°C, a unidade de tratamento é um equipamento modular, abrigado totalmente em uma caixa de aço fechada e portátil. Como o sistema não gera efluentes líquidos, não é necessária a conexão à rede de esgotos. Sua capacidade de tratamento é de até 5 toneladas/dia. (USEPA 1993)

3.3.3 Unidade de Rádio Freqüência (ETD™)

De acordo com o EIA/RIMA (AMBITERRA 1998), a tecnologia por desativação eletro térmica (Electro-Thermal Deactivation – ETD™), de origem americana, inativa os microrganismos presentes nos resíduos, através da exposição a um intenso campo elétrico, de alta potência, gerado por ondas de rádio freqüência. Neste processo, os resíduos infectantes absorvem a energia elétrica do campo magnético e se aquecem rapidamente, atingindo temperaturas entre 90°C a 110°C, com tempo de residência médio de vinte minutos.

O sistema ETD™ utiliza um fenômeno conhecido como aquecimento dielétrico que transfere energia diretamente aos materiais, resultando no aquecimento uniforme ao longo de toda a espessura. O aquecimento dielétrico também é utilizado em indústrias de papel, tecido, plástico, alimento e cerâmica para secagem, descongelamento, cozimento, soldagem e colagem de diversos materiais. (AMBITERRA 1998)

O processo é indicado para materiais que contenham moléculas polares, como por exemplo, as de água, que têm estrutura eletrônica assimétrica e tendem a se alinhar ao campo magnético imposto. Quando a direção do campo aplicado muda rapidamente, as moléculas dissipam energia elétrica pela vibração molecular, na tentativa de acompanhar a variação da direção do campo. Quanto maior a agitação, devido à intensidade do campo elétrico (alta voltagem), maior será o aquecimento. Se a inversão do campo ocorre milhões de vezes por segundo, a agitação é mais

freqüente e o aquecimento será mais intenso. Todas as moléculas expostas ao campo elétrico são agitadas simultaneamente. Desta forma, o aquecimento é produzido simultaneamente em todo o material, ao invés de se propagar pela superfície, como em processos de aquecimento convencionais. As moléculas pequenas ou moléculas com grupos de cargas polares são significativamente afetadas, pois o movimento rotacional é muito rápido, movendo-se lateralmente 64 milhões de vezes por segundo. Estes movimentos, similares ao processo de fricção, geram rapidamente o aquecimento dos materiais. (AMBITERRA 1998)

O Sistema ETDTM utiliza radiações na faixa de freqüência de 8 – 10MHz, com comprimento de onda de 30 a 38 metros. As ondas de rádio, de maior comprimento, penetram nos resíduos profunda e uniformemente. A intensidade do campo elétrico é de 50.000 volts por metro. (AMBITERRA 1998)

3.3.4 Incinerador

A incineração se constitui pela queima dos resíduos. No entanto, quando se tratam de resíduos infectantes, o processo de queima é significativamente mais complicado em função da variedade de materiais. A grande variação de densidades, condições físicas e poder calorífico contribuem para tornar o controle da combustão bastante difícil.

Estes equipamentos operam em temperaturas elevadas (superiores a 800°C) e após a queima, os resíduos transformam-se em cinzas que, dependendo de sua conformação, podem ser depositadas em aterros sanitários.

Durante o processo de incineração é gerada uma quantidade significativa de fumaça, composta por gases e materiais particulados, necessitando de tratamentos específicos antes de ser lançada na atmosfera. Estes equipamentos devem ser providos de no mínimo 2 câmaras de combustão e ser projetado para trabalhar com excesso de ar, de modo a garantir a queima completa de parte combustível dos resíduos; ser provido de indicadores ou registradores das condições de operação: temperatura de cada câmara, pressão em cada câmara, teor de oxigênio e monóxido de carbono na última câmara; ser provido de mecanismos automáticos de inter travamento que bloqueiam a alimentação, quando necessário. (USEPA 1993)

3.4 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

3.4.1 Conceitos

Segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente, através da Resolução CONAMA nº 003/90, os poluentes atmosféricos são substâncias presentes no ar e que por suas concentrações podem torná-lo impróprio à saúde e ao bem-estar público. Além disso, podem ser danosos à fauna, à flora ou prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

A Lei Estadual de São Paulo, Lei nº8468, 08/0976, dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente, considerando como poluente qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar e solo, com intensidade, quantidade, concentrações, características e condições de lançamento em desacordo com os padrões previamente estabelecidos por Regulamentos.

Os poluentes podem ser classificados, em função da sua origem, como *primários*, que são aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão e *secundários*, formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e aqueles que constituem a própria atmosfera.

Quando se mede a concentração de um poluente na atmosfera, verifica-se o grau de exposição para seres humanos, outros seres vivos e materiais. No Brasil, os padrões de qualidade do ar são estabelecidos através da Resolução CONAMA nº 03/90, de 28/06/90, a qual estabelece níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, que não afetam a saúde da população. Estes padrões são denominados *primários*, e devem ser atendidos obrigatoriamente pelos geradores de emissões atmosféricas. A legislação também fixa padrões de qualidade do ar que provoquem o menor efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora e aos materiais em geral. Estes padrões são denominados *secundários*, constituindo-se meta de longo prazo.

Segundo a CETESB (2002), um padrão de qualidade do ar define legalmente um limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem estar dos seres vivos. Estes padrões devem ser baseados em estudos científicos sobre os efeitos produzidos pelos poluentes e deve contemplar uma margem de segurança adequada.

Os padrões atuais não permitem avaliar a qualidade microbiológica do ar, mas é interessante analisar os dados de Material Particulado, principalmente sobre o aspecto de partículas inaláveis, já que estas podem veicular os microrganismos. Para tanto, é importante conceituar os termos *material particulado*, *aerossol*, *partículas inaláveis*, *respiráveis*, *torácicas* e *bioaerossol*.

A WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (1999) define Material Particulado em Suspensão (MPS) como um conjunto das partículas totais em suspensão, as partículas menores que $10\mu\text{m}$ e as ultra-finas, menores que $2,5\mu\text{m}$, as quais estão dispersas no ar. As propriedades dessas partículas variam em composição química, tamanho, forma, parâmetros ópticos e características elétricas, como cargas e resistência.

Segundo classificação de ASSUNÇÃO (1998), o Material Particulado pode ser dividido em quatro classes:

- **Poeiras:** são partículas sólidas formadas por processos de desintegração mecânica. Possuem formas variadas, não esféricas, com diâmetros acima de $1\mu\text{m}$. Podem ser citadas como exemplo as poeiras de cimento, de amianto e de algodão;
- **Fumos:** são partículas sólidas formadas por condensação ou sublimação de substâncias gasosas, de tamanho pequeno, em geral de forma esférica. São exemplos: fumos metálicos de chumbo, zinco, alumínio e fumos de cloreto de amônia.

- **Fumaça:** basicamente, formadas por partículas sólidas, originárias da queima de combustíveis fósseis, materiais asfálticos ou madeira.
- **Névoas:** partículas líquidas produzidas por condensação ou por dispersão de um líquido (atomização). Geralmente, apresentam tamanho de partícula maior que $5\mu\text{m}$. Alguns exemplos de névoa são a pulverização de pesticidas e de tanques de tratamento superficial, como galvanoplastia.

A INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO (1995) define:

- **Material Particulado em Suspensão (MPS):** como o conjunto de partículas sólidas e líquidas disperso no ar, com faixas de tamanho entre nanômetros(nm) e micrômetros (μm).
- **Aerossol:** um conjunto de partículas sólidas e/ou líquidas suspensas em um meio gasoso, com tamanho de partículas entre $0,001\mu\text{m}$ e $100\mu\text{m}$.
- **Fração Inalável:** a fração em massa das partículas totais em suspensão que são inaladas através da boca e do nariz. Essa fração depende primariamente da velocidade e direção do movimento do ar próximo à cabeça, taxa de respiração e volume de respiração.
- **Fração Torácica:** é definida como as partículas inaláveis que penetram além da laringe, com diâmetro de corte (D_{50}) igual a $10\mu\text{m}$ e diâmetro de corte superior (D_{sup}) igual a $30\mu\text{m}$.
- **Fração Respirável:** como sendo a fração em massa das partículas inaláveis, que penetram o sistema respiratório, alcançando os alvéolos pulmonares. Esta fração tem diâmetro de corte (D_{50}) de $4\mu\text{m}$, ou seja, na média, 50% das partículas com diâmetro aerodinâmico de $4\mu\text{m}$ irão passar através do orifício de entrada

(utilizados como referência para amostradores de ar) e um diâmetro de corte superior (D_{sup}) igual a $12\mu\text{m}$, ou seja, nenhuma partícula com diâmetro aerodinâmico acima de $12\mu\text{m}$ poderá passar através do orifício de entrada.

Para a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH® 2001), o risco potencial associado aos materiais particulados em suspensão no ar, na forma de sólidos ou líquidos, depende do tamanho das partículas, bem como da concentração em massa. Embora ainda não tenham sido definidos os Valores Limites de Exposição (TLV's) para todas as substâncias químicas, na forma de particulados, a ACGIH® os classificam como:

- TLV's para Massa de Particulado Inalável (MPI-TLV's): para os materiais que oferecem risco quando depositados em qualquer lugar do trato respiratório;
- TLV's para Massa de Particulado de Penetração Torácica (MPT-TLV's): para os materiais que oferecem risco quando depositados em qualquer lugar no interior das vias aéreas dos pulmões e da região de troca de gases.
- TLV's para Massa de Particulado Respirável (MPR-TLV's): para aqueles materiais que oferecem risco quando depositados na região de troca de gases.

De acordo com PACYNA (1995), citado por ALMEIDA (1999), o material particulado inalável é classificado em duas frações: *grossas* e *finas*. *Partículas inaláveis grossas* são aquelas com tamanho de $2,5\mu\text{m}$ a $10\mu\text{m}$, constituídas de material sólido ou líquido que ficam suspensos no ar, normalmente associadas a processos de atrito mecânico, resultantes da ação dos ventos no solo, ressuspensão de poeira das ruas, alguns processos industriais e dispersão de partículas em forma de

sprays d'água. *Partículas inaláveis finas* são aquelas com tamanho menor que $2,5\mu\text{m}$, as quais possuem a mesma composição das anteriores, resultantes de fontes antropogênicas, geradas através de atividades de combustão industrial e residencial, por veículos automotores, entre outras. Para estudos de poluição atmosférica com populações de risco, como crianças, idosos e adultos com doenças torácicas, a *Fração Respirável* adotada é a de partículas com diâmetro de corte entre $2,5\mu\text{m}$ e $7\mu\text{m}$.

A CETESB define aerossóis como partículas sólidas ou líquidas suspensas em um meio gasoso, cujo tamanho é variável entre 0,001 a 1.000mm, sendo estáveis, no mínimo por alguns segundos. Em alguns casos podem permanecer suspensos no ar por um ano ou mais (CETESB 1978).

A American Society for Testing and Materials (ASTM 1993), define bioaerossol como partículas veiculadas pelo ar, constituídas de microrganismos, incluindo bactérias, fungos e vírus.

A American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH[®]) considera como contaminantes de origem biológica e que podem ser veiculados pelo ar, os bioaerossóis, ou seja, partículas veiculadas pelo ar compostas de organismos vivos, além de compostos orgânicos voláteis liberados por estes organismos. Bioaerossóis incluem microrganismos e fragmentos, toxinas e resíduos particulados de seres vivos. (ACGIH[®] 2001).

ALMEIDA (1999) argumenta que o tamanho das partículas é um parâmetro importante no estudo da poluição atmosférica, pois exerce influência sobre vários fenômenos associados aos aerossóis, tais como, o transporte, a deposição atmosférica e a migração através do ambiente, além de efeitos nocivos. Assim, o tamanho de uma partícula determina o comportamento do aerossol.

3.4.2 Padrões para Qualidade do Ar

A Resolução Federal CONAMA nº 03/90, de 28/06/90, do Ministério do Meio Ambiente, estabelece padrões nacionais de qualidade do ar, determinando níveis máximos toleráveis de concentrações para os principais poluentes, reconhecidos e adotados internacionalmente como indicadores de qualidade do ar, a saber: dióxido de enxofre, partículas em suspensão, monóxido de carbono, ozônio, hidrocarbonetos e dióxido de nitrogênio.

Para o parâmetro Material Particulado é adotada a referência *PTS – Partículas Totais em Suspensão*, que são as partículas com diâmetros aerodinâmicos menores que $50\mu\text{m}$ e *Partículas Inaláveis - MP_{10}* , que são aquelas com diâmetros aerodinâmicos menores que $10\mu\text{m}$. Para a fração fina, $MP_{2,5}$ ou partículas menores que $2,5\mu\text{m}$, não há padrão nacional. Além disso, estabelece também padrões para fumaça, que incluem material particulado.

A Tabela 02 apresenta os padrões nacionais para material particulado e os padrões adotados nos Estados Unidos da América.

Tabela 02 – Padrões nacionais e americanos de qualidade do ar para material particulado

POLUENTE	PADRÕES NACIONAIS			PADRÕES EUA		
	Referência Resolução CONAMA n° 03, de 28/06/90					
	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PADRÃO SECUNDÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PADRÃO SECUNDÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PTS	24 horas	240	150	24	--	--
PTS	Média geométrica Anual	80	60	Anual	--	--
MP ₁₀	24 horas	150	150	24 horas	150	150
MP ₁₀	Média aritmética Anual	50	50	Anual	50	50
MP _{2,5}	24 horas	--	--	24 horas	65	65
MP _{2,5}	Média aritmética Anual	--	--	Anual	15	15

Fonte: CETESB. 2002 e USEPA/NAAQS.1990

A *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH[®]) tem estabelecido Valores Limites de Exposição (TLV's) para algumas substâncias de origem biológica, tais como celulose, poeiras de madeira, algodão e grãos, nicotina, piretróides, entre outros. Ainda, não há TLV's definidos para interpretar avaliações de bioarossóis cultiváveis ou contáveis, como bactérias ou fungos totais, tais como *Aspergillus fumigatus*; agentes infecciosos como *Legionella pneumophila*, *Mycobacterium tuberculosis* ou contaminantes de origem biológica analisáveis como endotoxinas, micotoxinas, antígenos ou compostos orgânicos microbiológicos voláteis.

As principais dificuldades, identificadas pela ACGIH[®] (2001), para os indicadores biológicos, ou seja, *Microrganismos Cultiváveis*, *Contáveis*, *Agentes Infectantes* e

Contaminantes Biológicos Analisáveis, na determinação de limites, referem-se aos seguintes aspectos:

- Não constituem uma entidade única, isto é, os bioaerossóis são geralmente conjuntos complexos de diferentes tipos de partículas de microrganismos, animais, plantas e outros compostos;
- A resposta humana aos bioaerossóis pode variar desde nenhuma até graves danos à saúde, podendo ocasionar doenças fatais, dependendo do agente etiológico e dos fatores de susceptibilidade dos trabalhadores expostos.
- Atualmente, não existem informações suficientes, relativas às concentrações de bioaerossóis cultiváveis ou contáveis e de agentes infectantes relacionados a estudos epidemiológicos, que descrevam a relação exposição-resposta;
- Os componentes e as concentrações dos bioaerossóis variam largamente dentre os diferentes ambientes internos e externos;
- Não é possível coletar e avaliar todos os componentes dos bioaerossóis utilizando-se um único método de amostragem. Vários métodos já foram testados, sendo eficazes para substâncias ou agentes específicos, porém métodos diferentes de amostragem e análises podem resultar em estimativas diferentes de concentrações de bioaerossóis;
- Os equipamentos de amostragem de ar mais comumente utilizados coletam somente amostras pontuais, em um curto período de tempo, as quais podem conter uma quantidade de um bioaerossol particular em magnitude maior ou menor que a concentração média ambiental de longo período, dificilmente representando a exposição ocupacional.

- Os custos de amostragem e análise são altos, inviabilizando amostragens em duplicata.
- Para as endotoxinas, micotoxinas, antígenos e compostos orgânicos voláteis, produzidos por microrganismos ou vegetais existem estudos e métodos bem sucedidos, mas não há informações suficientes para a determinação de TLV's.

No Brasil, a Resolução ANVISA RE nº 09, de 16 de janeiro de 2003, estabelece padrões de qualidade do ar para ambientes climatizados, sendo o Valor Máximo Recomendável – VMR, para contaminação microbiológica, igual a 750 UFC/m³ (unidades formadoras de colônias/metro cúbico) de fungos e a relação entre a quantidade de fungos do ambiente interno e a quantidade fungos no ambiente externo deve ser menor ou igual a 1,5, não sendo permitida a presença de fungos patogênicos.

3.4.3 Padrão para Material Particulado no Município de São Paulo

De acordo com os dados de qualidade do ar da CETESB, de 2001, verifica-se que os padrões anuais, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 03/90, para partículas inaláveis (MP₁₀), ou seja, 50 µg/m³, foram ultrapassados em oito das vinte estações de medição da Região Metropolitana de São Paulo. (CETESB 2002)

Com relação ao padrão diário (150µg/m³ , em 24 horas), quatorze das vinte estações de monitoramento ultrapassaram o valor de referência, sendo as regiões mais críticas a de Guarulhos, Pinheiros e Congonhas (CETESB 2002).

As indústrias e os veículos são importantes fontes de emissão de material particulado. Na região Metropolitana de São Paulo, em 2001, estimou-se que a emissão das fontes fixas (indústrias) foi de 31.600 toneladas/ano, com base no inventário consolidado de 1998, através do monitoramento de 308 indústrias, o que representa 90% da emissão total destas fontes de emissão. Já, para a frota de veículos automotores estima-se que estas fontes devem contribuir com 33.100 toneladas/ano de emissão de material particulado. Vale ressaltar que para os veículos automotores a emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos totais é mais significativa que o material particulado. (CETESB 2002)

Com relação às partículas $MP_{2,5}$ não existem padrões nacionais. A EPA-EUA, Agência Ambiental Americana, adota o padrão de $65\mu\text{g}/\text{m}^3$, para o período de 24h e $15\mu\text{g}/\text{m}^3$, para a média aritmética anual. No ano de 2001, foi registrada na Estação de monitoramento do bairro de Pinheiros a média aritmética anual de $21\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Em estudo realizado no campus da Universidade de São Paulo – USP, verificou-se que 97,3% do material coletado eram constituídos de partículas menores que $100\mu\text{m}$, 82,9% de partículas menores que $50\mu\text{m}$, 21,2% menores que $10\mu\text{m}$ e 2,4% de partículas menores que $2,5\mu\text{m}$ (ALMEIDA, ASSUNÇÃO e ESTON 2002).

A Tabela 03 compara os valores de Partículas Totais em Suspensão (PTS) de áreas vizinhas ao empreendimento.

Tabela 03 – Concentração média de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) em três pontos da cidade de São Paulo.

PONTOS DE AMOSTRAGEM	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 horas)
Cerqueira César	87
Pinheiros	72
Campus USP	59

Fonte: ALMEIDA, ASSUNÇÃO e ESTON. 2002

3.4.4 Fatores que Influenciam na Dispersão de Poluentes no Município de São Paulo

Na cidade de São Paulo, observa-se que os períodos mais secos correspondem aos meses mais frios (maio a setembro), enquanto que o período de maior incidência de chuvas corresponde aos meses mais quentes (outubro a março). Os episódios de inversão térmica ocorridos na Região Metropolitana de São Paulo estão associados aos anticiclones subtropicais marítimos e frentes frias vindas do sul do estado, quando ocorre diminuição na velocidade dos ventos (inferior a 0,5m/s), céu claro, grande estabilidade atmosférica e, portanto, a formação de inversão térmica, muito próxima à superfície, abaixo de 200m, ou seja, condição desfavorável à dispersão de poluentes. (CETESB 2002)

3.5 MICROBIOLOGIA DO AR

3.5.1 Mecanismos de Dispersão de Microrganismos no Ar

Os microrganismos podem se adaptar em uma variedade de nichos ecológicos, inclusive em ambientes fechados. Sabe-se que os microrganismos transmitidos pelo ar podem ter origem ambiental (outdoor), sendo transportados por partículas de pó ou

gotículas, mas os ambientes internos (indoor) também oferecem fatores que favorecem a amplificação dos microrganismos nestes ambientes (PELCZAR 1996). É o caso de ambientes hospitalares, onde os bioaerossóis podem ter origem de secreções orais e nasais de pacientes, trabalhadores ou visitantes, representando uma fonte importante de dispersão de patógenos (CDC 2001).

Segundo PELCZAR (1996), os microrganismos encontrados na atmosfera têm como origem principal a superfície do solo e das águas dos oceanos, lagos, rios e outras coleções d'água. Os ventos levantam a poeira do solo e as partículas de pó carregam os microrganismos para o ar. Da mesma forma, gotículas emergem da microcamada dos corpos d'água, ou seja, da camada superficial das águas (até 0,1mm de profundidade), as quais contêm os microrganismos que podem contribuir significativamente para a formação da população microbiana da atmosfera. Além destas origens, existem outras que contribuem para a dispersão dos microrganismos na atmosfera. Há vários processos industriais, agrícolas e municipais que produzem aerossóis carregados de microrganismos, tais como irrigação de lavouras com efluentes de esgoto, as próprias estações de tratamento de efluentes que adotam lodo ativado ou fase de aeração, para abatedouro de animais, entre outros.

Estudos mostram que a microbiota do ar é diversificada e varia com a altitude em que se encontra. No trabalho realizado por PROCTOR e PARKER, em 1938, citado em PELCZAR (1996), os pesquisadores encontraram bactérias e esporos de bolores acima da superfície da terra, em altitudes elevadas, conforme apresentado na Tabela 04. Também, a turbulência do ar é um fator importante na dispersão dos

microrganismos, pois podem ser levados a grandes distâncias pelas correntes. Em outro trabalho apresentado por PELCZAR (1996), pesquisadores da Inglaterra mostram resultados de identificação de microrganismos encontrados em altitudes de 2.700 a 3.000 metros, verificando-se a presença de cocos Gram-positivos, bacilos Gram-negativos e bacilos aeróbios esporulados. Entre os fungos foram identificados os gêneros *Cladosporium*, sendo este o mais abundante, além de *Alternaria*, *Pullularia*, *Penicillium*, *Botrytis* e *Stemphylium*.

Tabela 04 - Tipos de bactérias e bolores isolados do ar em altitudes elevadas

ALTITUDE (m)	BACTÉRIAS (gênero)	BOLORES (gênero)
450-4350	<i>Alcaligenes</i> <i>Bacillus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Macrosporium</i> <i>Penicillium</i>
1350-2250	<i>Bacillus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Cladosporium</i>
2250-3150	<i>Sarcina</i> <i>Bacillus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Hormodendrum</i>
3150-4050	<i>Bacillus</i> <i>Kurthia</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Hormadandrum</i>
4050-4950	<i>Micrococcus</i> <i>Bacillus</i>	<i>Penicillium</i>

Fonte: PROCTOR BE e PARKER BW, J.Bacteriol.36:180, 1938, citado em PELCZAR.1996.

As partículas de 1µm a 4µm, também chamadas “droplet nuclei” (núcleos de gotículas), podem agregar os microrganismos, mantendo-se suspensas no ar por horas ou dias, percorrendo longas distâncias e são fontes contínuas de infecção (PELCZAR 1996).

As principais características das partículas “droplet” (gotículas) são listadas a seguir:

- 1) contem microrganismos viáveis, inclusive, os patógenos;
- 2) possuem capa protetora de secreção seca, aumentando a resistência e permanência dos microrganismos nos ambientes;
- 3) permanecem por longos períodos suspensas no ar; e
- 4) podem ser transportadas para médias e longas distâncias.

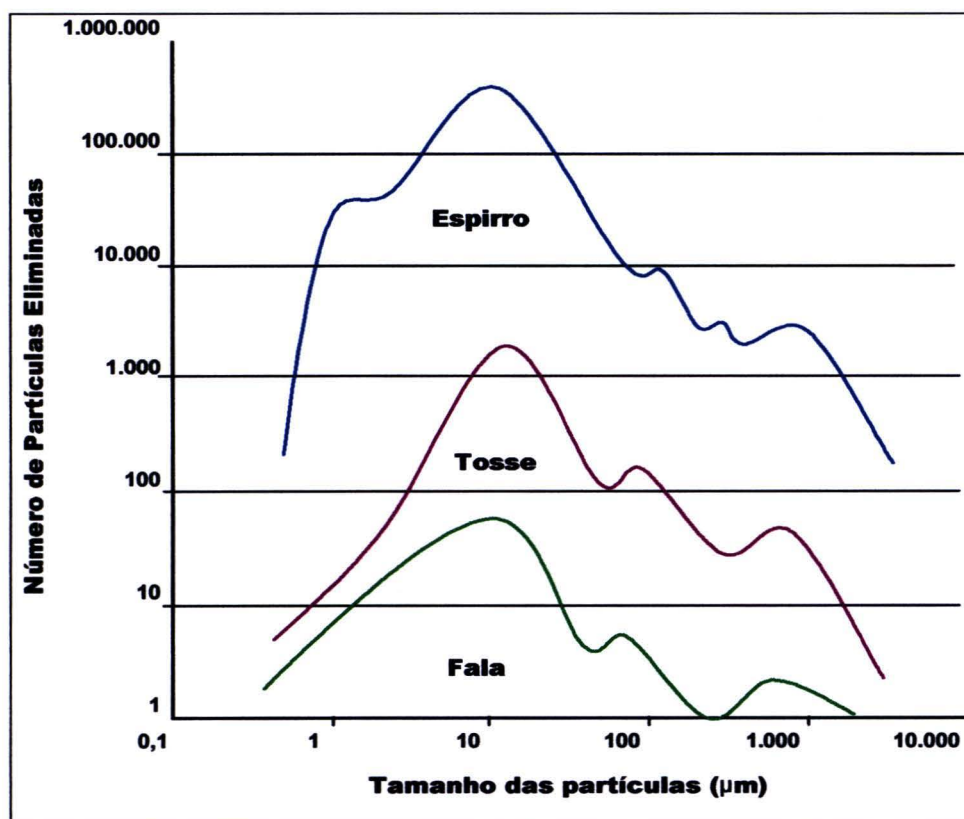
A permanência dos microrganismos em núcleos de “droplet” (gotículas) pode ser favorecida pelas condições atmosféricas, especialmente em temperaturas mais frias, se a partícula secar, se houver pequena ou nenhuma exposição direta à luz solar ou outras fontes de radiação. Características tais como a esporulação permite que o microrganismo resista à dessecação, podendo permanecer no ar por longos períodos, sendo transportados por longas distâncias, através das correntes de ar (PELCZAR 1996). Estas partículas, principalmente as menores que $5\mu\text{m}$, são capazes de invadir o trato respiratório superior, depositando-se nos bronquíolos e até mesmo nos alvéolos.

Os bioaerossóis podem ser produzidos por fonte humana, já que os principais microrganismos que causam infecções respiratórias estão presentes em secreções nasais ou da garganta. Um simples espirro pode gerar mais de 10^5 partículas, que pode conter microrganismos viáveis. Um pico de tosse pode gerar em torno de 10^3 partículas (KOWALSKI 1998). Um indivíduo com tuberculose pulmonar pode produzir entre 1 e 249 bacilos por hora e um indivíduo com resfriado produz cerca de 6.200 gotículas por hora, contendo vírus que permanecem no ar (KOWALSKI 1998).

A Figura 1 ilustra uma curva da quantidade e tamanho de partículas geradas por espirros, tosses e durante a fala. Estas partículas ou gotículas, maiores que $10\mu\text{m}$ podem ser inaladas por indivíduos que estejam próximos ou podem depositar-se sobre roupas ou objetos, que posteriormente serão re-suspendidas, podendo infectar outros indivíduos. As gotículas entre $1\mu\text{m}$ e $4\mu\text{m}$ também podem ser inaladas diretamente, mas a água destas gotículas tende a se evaporar, deixando em seu núcleo o microrganismo que poderá permanecer viável e suspenso no ar por horas ou dias.

Quando as pessoas estão aglomeradas, principalmente em ambientes fechados, a probabilidade dos patógenos serem transmitidos aumenta, pois também aumenta o número de microrganismos expelidos no ar.

Observa-se que a frequência de infecções transmitidas pelo ar ocorre com mais frequência no outono e inverno, quando as pessoas tendem a ficar em locais fechados. Além disso, as doenças respiratórias podem surgir em forma epidêmica, aparecendo explosivamente, atingindo grandes números de indivíduos em curto espaço de tempo (PELCZAR 1996).



Fonte: KOWALSKI 1998

Figura 1– Perfil de tamanho de partículas geradas por um espirro, tosse e fala.

Outra fonte de bioaerossóis é a ambiental, já discutida anteriormente, mas é importante citar doenças tais como a dos “Legionários” que têm sido atribuídas aos bioaerossóis provenientes de águas contaminadas de sistemas de ar condicionado e sistemas de aspersão, utilizados para manter hortaliças nas bancas de vendas. A inalação de poeira infecciosa, ou seja, a poeira que contém microrganismo é outra fonte ambiental, como por exemplo, a inalação de fungos que habitam o solo (PELCZAR 1996).

3.5.2 Processo de Infecção

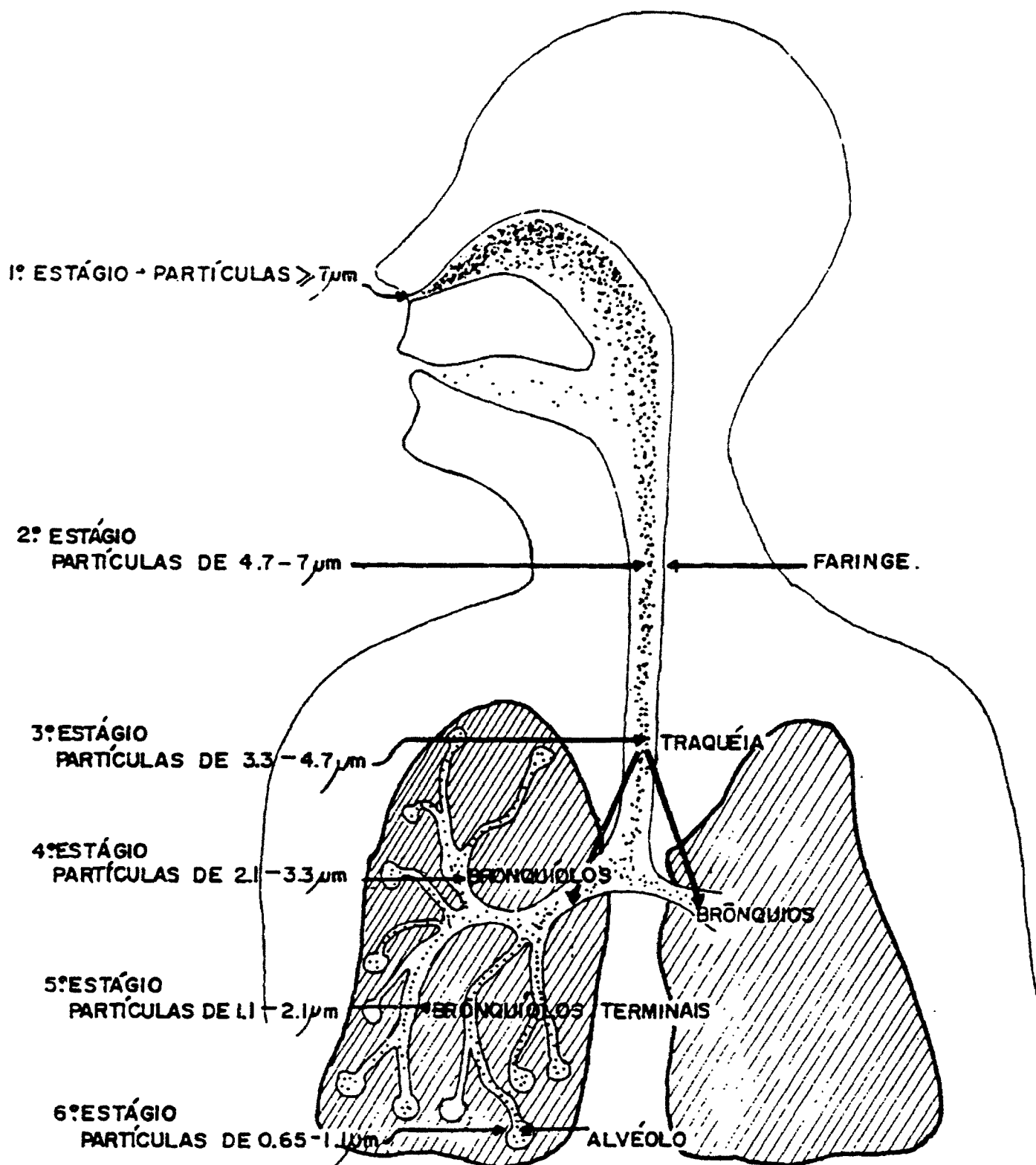
Várias são as doenças ocasionadas pelo transporte de microrganismos pelo ar, tais como as pneumonias e as alergias, podendo ter como agentes etiológicos representantes dos grupos das bactérias, fungos e vírus. A maioria dos patógenos pulmonares origina-se da microbiota da orofaringe, que em um indivíduo normal, a presença de microrganismos aeróbios e anaeróbios é constante e em equilíbrio, onde predominam o *S.pneumoniae*, o *H.influenza*, *S.aureus*, além dos anaeróbios. Para manter este equilíbrio, o nosso organismo dispõe de secreção salivar, a aderência das células da mucosa bucal, das imunoglobulinas e de outras bactérias comensais.

Os principais mecanismos de infecção pulmonar ocorrem através de *aspiração*, *inalação*, *colonização*, *inoculação direta* e *disseminação hematogênica*. Destas, a aspiração e a inalação estão associadas com transmissão aérea. As demais estão associadas com infecções secundárias, em indivíduos acometidos por outras doenças e são frequentemente transmitidas por infecção hospitalar.

Na *aspiração*, os microrganismos existentes na orofaringe são aspirados pela traquéia e pela força gravitacional podem atingir as regiões mais periféricas do pulmão. Já a via inalatória consiste na *inalação* de microrganismos veiculados pelo ar, sendo um exemplo clássico a inalação de *M.tuberculosis*, agente etiológico responsável pela tuberculose (TARANTINO 1999).

A deposição de partículas inaladas ou aspiradas, no trato respiratório, é determinada pelo tamanho da partícula, sendo que aquelas maiores que $10\mu\text{m}$, são retidas nas regiões naso e orofaringianas. As menores, após ultrapassarem essas primeiras barreiras depositar-se-ão sobre os cílios respiratórios. A função ciliar motora assemelha-se a um mecanismo de escada rolante que conduz as partículas para o exterior, desde que haja o reflexo da tosse. As partículas entre $4,7\mu\text{m}$ e $7\mu\text{m}$ são retidas na faringe. Na traquéia podem chegar partículas de até $3,3\mu\text{m}$. As partículas menores entre $3\mu\text{m}$ e $1,1\mu\text{m}$ podem alcançar os bronquíolos terminais e partículas entre $1\mu\text{m}$ à $0,65\mu\text{m}$ alcançam os alvéolos pulmonares, ressaltando-se que neste nível os organismos estranhos são ingeridos por macrófagos. (TARANTINO 1999).

A Figura 2 representa, de forma esquemática, o sistema respiratório humano e indica os tamanhos de partículas que podem alcançar cada estrutura que compõe este sistema.



Fonte: CAVINATTO. 1991

Figura 2 – Estruturas do sistema respiratório humano e tamanho de partículas inaláveis

Portanto, a infecção por via aérea ocorre principalmente pela inalação do agente infeccioso (aerossol biológico patogênico) e retenção no trato respiratório. Porém, segundo CAVINATTO (1991) e KOWALSKI (1998) para que esta infecção torne-se uma doença, fatores como susceptibilidade do indivíduo infectado, tempo de exposição, concentração inalada e a virulência do agente infectante, além da taxa de respiração devem ser considerados. O ser humano, em condições normais, inspira 6 litros de ar por minuto.

3.5.3 Doenças Respiratórias Relacionadas com a Transmissão Aérea

As doenças respiratórias podem ser classificadas de acordo com a origem ou o ambiente da transmissão, sendo denominadas “*comunitária*”, “*não comunitária*” e “*nosocomial*”. A primeira tem como fonte ou ambiente de contaminação o próprio ser humano e as áreas ocupadas por ele, sendo transmitidas por contato direto ou quando a população está em aglomerados ou lugares confinados. A segunda refere-se à fonte ambiental, em contato com o solo, a água ou animais silvestres e a terceira, refere-se à fonte hospitalar. A Tabela 5 a seguir apresenta os principais microrganismos responsáveis por doenças respiratórias e a Tabela 6 apresenta as principais bactérias de importância epidemiológica nas doenças respiratórias e as classifica quanto a sua origem de transmissão.

Tabela 5 – Principais doenças veiculadas pelo ar e seus agentes etiológicos

DOENÇA	AGENTE ETIOLÓGICO	SISTEMA
Difteria	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Garganta, traquéia e brônquios
Escarlatina e faringite	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Garganta
Febre reumática	Estreptococos hemolíticos	Coração e articulações
Tuberculose	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Pulmões e outros tecidos
Pneumonias	<i>Streptococcus pneumoniae</i> <i>Mycoplasma pneumoniae</i> <i>Legionella pneumophila</i>	Pulmões
Meningite	<i>Neisseria meningitidis</i>	Cérebro e medulla espinhal
Coqueluche	<i>Bordetella pertussis</i>	Aparelho respiratório
Variola	<i>Poxvirus variolar</i>	Sangue, pêlo e outros tecidos
Varicela	Vírus da varicella	Pele
Sarampo	Vírus do sarampo (Paramixovírus)	Generalizado
Rubéola	Vírus da rubéola	Generalizado
Caxumba	<i>Myxovirus parotidis</i>	Glândulas parótidas e salivares
Gripe endêmica	<i>Myxovirus influenza</i>	Generalizado
Resfriado	Rinovírus	Generalizado
Poliomielite	Poliovírus	Medula espinhal
Infecções do tratamento respiratório	Adenovírus	Generalizado
Pneumonias	<i>Chlamydia sp</i>	Pulmões

Fonte: modificado de PELCZAR. 1996.

Tabela 6– Classificação das principais bactérias responsáveis por doenças respiratórias de acordo com sua origem de transmissão.

BACTÉRIA	DOENÇA	RESERVATÓRIO NATURAL
DOENÇAS COMUNITÁRIAS		
<i>Chlamydia pneumoniae</i>	Pneumonia, bronquites	Humana
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculose pulmonar	Humana
<i>Yersinia pestis</i>	Peste bubônica	Roedores
DOENÇAS NÃO COMUNITÁRIAS		
<i>Chlamydia psittaci</i>	Psittacosis	Aves
<i>Coxiella burnetii</i>	Febre Q	Ovinos
<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia	Animais silvestres
<i>Legionella pneumophila</i>	Doença dos legionários	Ambiental (água)
<i>Mycobacterium intracellulare</i>	Tuberculose pulmonar ou outras partes do corpo	Ambiental
<i>Mycobacterium kansasii</i>	Tuberculose pulmonar ou outras partes do corpo	Ambiental
DOENÇAS NOSOCOMIAIS		
<i>Acinetobacter spp</i>	Infecções oportunistas	Ambiental
<i>Actinomyces israelii</i>	Actinomicose	Humana
<i>Alkaligenes</i>	Infecções oportunistas	Humana
<i>Bordetella pertussis</i>	Tosse comprida	Humana
<i>Cardiobacterium</i>	Infecções oportunistas	Humana
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Diphtheria	Humana
<i>Haemophilus influenzae</i>	Meningite e pneumonias	Humana
<i>Haemophilus parainfluenzae</i>	Infecções oportunistas	Humana
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Infecções oportunistas	Ambiental
<i>Moraxella catarrhalis</i>	Infecções oportunistas	Humana
<i>Mycobacterium avium</i>	Tuberculose pulmonar ou outras partes do corpo	ambiental
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	Pneumonia	Humano
<i>Neisseria meningitidis</i>	Meningitis	Humano
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infecções oportunistas	Ambiental
<i>Pseudomonas mallei</i>	Infecções oportunistas	Ambiental
<i>Pseudomonas pseudomallei</i>	Infecções oportunistas	Ambiental
<i>Serratia marcescens</i>	Infecções oportunistas	Ambiental
<i>Staphylococcus aureus</i>	Infecções oportunistas	Humano
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Faringites e escarlatina	Humano

Fonte: KOWALSKI & BAHNFLETH. 1998

Um dos patógenos relacionado com a transmissão aérea, de importância epidemiológica, e que pode estar associado às partículas “droplet” ou gotículas é o *Mycobacterium tuberculosis*, causador da tuberculose pulmonar, sendo a fonte de transmissão os indivíduos com tuberculose nos pulmões e que apresentam tosse. O risco de uma pessoa tornar-se infectada depende da concentração de partículas no ar e do tempo de exposição ao ar contaminado (SNIDER 1997).

O bacilo causador da tuberculose vem sofrendo mutações para formas mais resistentes, que demandam longo período de tratamento e tornam o controle da doença mais complexo. Atualmente, já existem bacilos resistentes a múltiplas drogas, os quais não respondem às terapias convencionais e mesmo com o uso de medicação especial, apresentam alta letalidade. Sabe-se que cerca de um terço da população mundial é portadora do Bacilo de Koch, capaz de causar a doença em qualquer época da vida do hospedeiro, sendo que o doente pode contaminar em média dez outros indivíduos, disseminando o ciclo da Tuberculose (MINISTÉRIO DA SAÚDE 1999).

A Tabela 7 abaixo apresenta o número de casos de tuberculose notificados no Brasil, entre 1986 e 1998.

Tabela 7 – Casos notificados de tuberculose, por região, no Brasil

ANO	BRASIL	NORTE	NORDESTE	CENTRO OESTE	SUDESTE	SUL
1998	82.931	6.405	24.423	3.846	38.992	9.265
1997	83.309	6.756	24.015	4.153	39.789	8.616
1986	83.731	6.808	26.890	4.106	36.429	9.698

Fonte: Ministério da Saúde. 1999.

O controle epidemiológico da tuberculose apresenta dificuldades, já que a infecção não depende exclusivamente de um contato pessoal ou de fatores controláveis, pois o indivíduo pode infectar-se no seu ambiente social, inalando o bacilo pelo ar. Ou seja, quanto maior o grau de exposição, através do contato próximo e prolongado com o doente ou em ambientes contaminados, associada a uma deficiência do sistema imunológico, maiores são as chances de que a doença se desenvolva. (MINISTÉRIO DA SAÚDE 1999).

A situação atual da tuberculose no mundo constitui-se em sério risco ocupacional para os profissionais da saúde nas unidades assistenciais hospitalares. Há registros de vários surtos ocorridos em unidades hospitalares, inclusive com tuberculose multiresistente, o que tem aumentado a preocupação com a transmissão intra-hospitalar, tanto para profissionais da saúde quanto para pacientes (CDC, 1991).

Uma outra doença com importância epidemiológica e de saúde pública é a *pneumonia*, que é uma inflamação do parênquima pulmonar. Em estudos realizados na Inglaterra, com 450 pacientes atingidos por pneumonias comunitárias, verificou-se que as infecções por bactérias e mycoplasmas correspondem cada uma com um terço dos casos. O terço restante não foi diagnosticado (TARANTINO 1999). Neste sentido, os estreptococos têm sido relatados como uma das principais bactérias relacionadas às pneumonias. As doenças causadas por pneumococos são responsáveis por cerca de 1 milhão de mortes, em todo o mundo, sendo a população de maior risco as crianças, os idosos e os indivíduos HIV positivos. Na Europa e

Estados Unidos, estima-se que as pneumonias causadas por pneumococos afetam cerca de 100 a cada 100.000 adultos por ano, com mortalidade de 10% a 20%, sendo mais expressivas para os portadores do vírus HIV, com mortalidade de 50%. Doenças como febre bacteriana e meningite afetam entre 15-19 e 1-2 a cada 100.000 adultos respectivamente (WHO 2003). O principal agente etiológico destas pneumonias é o *Streptococcus pneumoniae*, cocos gram-positivos, que habitam a orofaringe humana, possuem uma capa protetora de polissacarídeos, com cerca de noventa sorotipos identificados. Dados atuais indicam que onze sorotipos são os principais responsáveis por 75% das doenças invasivas do trato respiratório. O *S.pneumoniae* é transmitido por contato direto, pela inalação de gotículas ou secreções de indivíduos doentes. O *Streptococcus pyogenes*, responsável pela escarlatina, no passado, doença que acometeu milhares de pessoas, inclusive com a ocorrência de vários óbitos, hoje já é rara, graças à ação dos antibióticos, mas este microrganismo ainda é responsável por outras infecções, inclusive pneumonias (TARANTINO 1999).

A segunda forma mais comum de pneumonia é a estafilocócica, tendo como agente etiológico a bactéria *Staphylococcus aureus*. A doença é mais comum em lactantes e crianças, podendo causar epidemias em berçários e enfermarias. O *S.aureus* é responsável por cerca de 2% das pneumonias em adultos, 11% das nosocomiais e 26% daquelas que atingem indivíduos já comprometidos por outras doenças (TARANTINO 1999).

O Centers for Disease Control (CDC 2001), cita BETHUNE (1965), relacionando casos de infecção hospitalar com cocos gram-positivos, em especial as bactérias *Staphylococcus aureus* e o grupo dos estreptococos beta-hemolíticos, verificando-se cepas resistentes, encontradas no ar de ambientes cirúrgicos e em superfícies. A transmissão destes agentes acontece por contato direto, através de gotículas (*S.aureus*) ou por partículas suspensas no ar (grupo estreptococos beta-hemolíticos). Segundo o CDC, cerca de 10% dos portadores saudáveis disseminam *S.aureus* no ar, e algumas pessoas se tornam transmissoras de *S.aureus* mais efetivas do que outras, principalmente em casos de infecções respiratórias, transmitindo os microrganismos através de espirros e tosse. As infecções hospitalares, verificadas em centros cirúrgicos e unidades de queimados e berçários, têm sido associadas ao grupo beta-hemolítico dos estreptococos e estafilococos. Nestas situações as cepas responsáveis pelo surtos foram identificadas no ar (IN CDC 2001: McINTYRE 1968).

Ainda na discussão das pneumonias, verifica-se que os bacilos Gram-negativos são responsáveis por cerca de 9-20% das pneumonias comunitárias e cerca de 40% das nosocomiais. Normalmente, estas bactérias são comensais no ser humano, mas se tornam oportunistas em indivíduos com outras doenças. As bactérias do gênero *Klebsiella* e as espécies *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Serratia marcescens* são as principais responsáveis por pneumonias nosocomiais. A *P.aeruginosa* e *S.marcescens* podem causar pneumonia seguida de bacteriemia. As bactérias Gram-negativas raramente estão associadas aos episódios de transmissão do ar, pois geralmente requerem ambientes úmidos para persistência e crescimento. À

exceção do microrganismo *Acinetobacter spp*, que pode resistir em ambientes secos (TARANTINO 1999).

Considerando-se os ambientes úmidos, deve-se relatar também o gênero *Legionellae*, que pode ser transmitida pela água de chuveiros ou torneiras, nos estabelecimentos de saúde.

Outra doença relacionada à transmissão aérea é a meningite, que afeta as meninges, um tecido que envolve o cérebro e a coluna espinal. A bactéria *Neisseria meningitidis* é um dos microrganismos causador na meningite, sendo responsável por epidemias. Existem doze sorotipos de *N.meningitidis* e quatro responsáveis por meningites. O meio de transmissão desta bactéria é por via aérea, através de gotículas ou contato com secreções de indivíduos doentes (WHO 2003).

Os bacilos gram-positivos também são citados na transmissão aérea, os quais incluem os *Bacillus sp*, que são capazes de esporulação em condições ambientais menos favoráveis. Foram registrados casos de infecções por *Bacillus cereus* em maternidade, em centros pediátricos, unidades de terapia intensiva e em unidades de broncoscopia. Para alguns destes episódios foi confirmada a contaminação ambiental (IN CDC 2001: ROBERTS e col. 1985).

Algumas espécies de fungos podem causar infecção respiratória e estão associadas à transmissão aérea *Aspergillus spp*, encontrados no solo, água e vegetais em decomposição, podem sobreviver no ar, em partículas de poeira. (CDC 1991).

Superfícies absorventes servem como substrato ideal para a proliferação destes microrganismos, aumentando a concentração de esporos de fungos no ambiente. A maioria dos casos de “aspergilose” é causada pelo fungo *Aspergillus fumigatus*, capaz de crescer em temperaturas na faixa de 12°C a 53°C, com crescimento ótimo a 40°C, sendo esta temperatura inibitória para outros fungos saprófitos, como os gêneros *Fusarium spp*, *Penicillium spp*. Os indivíduos com maior risco de doenças causadas por fungos são aqueles com o sistema imunológico deficiente (GUARRO e col. 2000)

No caso de transmissão de vírus, estes são transmitidos de pessoas para pessoas, através de gotículas ou partículas. Os principais grupos são: *Influenza*, causador da gripe; *Parainfluenza*, causador da gripe, sarampo e caxumba; *Adenovírus*, causador de gripes e pneumonias; *Sincicial respiratório*, causador de infecções respiratórias em lactantes e crianças; *Rinovírus* principal responsável pelos resfriados comuns, *Coxsackie*, responsáveis por meningites, miocardite e pericardite e o vírus do *Sarampo* (TARANTINO 1990).

No ano de 2003, foi relatada uma nova doença respiratória denominada Síndrome Respiratória Aguda Grave - SRAG, reportada em países da Ásia, América do Norte e Europa. Segundo o CDC (2003), esta doença tem como transmissão primária o contato direto de pessoa a pessoa, através de secreções. Vias potenciais de transmissão da SRAG incluem a contaminação de superfícies, através de aerossóis e o contato com mucosas dos olhos, nariz ou boca. Isto pode ocorrer quando um

indivíduo contaminado tosse ou espirra, propagando gotículas ou partículas “droplet”.

Até outubro de 2003, o agente etiológico associado à SRAG ainda não foi descrito com certeza, mas nos países que registraram vários casos, os cientistas têm como hipótese um novo tipo de *coronavírus*. Este grupo de vírus caracteriza-se por ter morfologia em halo ou coroa, quando observado em microscópio. São comuns nas causas de doenças do trato-respiratório superior de seres humanos, ocorrendo de forma leve à moderada. Também estão associados às doenças respiratórias, gastrointestinais, hepáticas e neurológicas em outros animais.

Segundo dados da FUNASA (2003), o coronavírus não sobrevive por muito tempo no ambiente. Estudos demonstraram que este grupo sobrevive até três horas em superfícies. No entanto, para este novo tipo de coronavírus não se sabe ainda qual é o tempo de sobrevivência no ambiente, já que nos estudos apresentados por pesquisadores de Hong Kong, os resultados mostram tempos de sobrevivência de 24 horas em amostras secas e líquidas, coletadas no ambiente.

Um outro agente etiológico que vem sendo pesquisado, que também pode estar associado a SRAG é o *paramyxovírus*, que foi identificado em alguns exames clínicos de pacientes sintomáticos.

De acordo com informações da Organização Mundial da Saúde, até 11/07/03, a SRAG foi registrada em 29 países, totalizando 8.437 casos prováveis, com 813 óbitos e letalidade de 9,6%. A maior taxa está entre os indivíduos acima de 65 anos

(50%). A China é o país que registrou o maior número de casos (5.013). No Brasil, até 25/07/03, foram investigados 53 possíveis casos, em 13 estados, sendo 02 casos prováveis e 01 suspeito, mas sem confirmação (FUNASA 2003).

3.5.4 Estudos em ambientes com riscos de dispersão e transmissão de bioaerossóis

Dada a importância do estudo da transmissão aérea de microrganismos, observa-se que a pesquisa nesta área tem sido ampliada para outros ambientes, principalmente aqueles que podem oferecer riscos ocupacionais.

Os estabelecimentos de saúde são as áreas mais comumente estudadas, pois existem registros e controles específicos de infecções hospitalares. Casos de transmissão intra-hospitalar da tuberculose têm sido documentados e consistem em problema de saúde ocupacional, sendo identificado, dentre outros fatores relacionados à transmissão falhas no procedimento de isolamento: ventilação imprópria do ambiente e falta de proteção respiratória adequada (GOVEIA 2000).

O Centers for Disease Control and Prevention (CDC), em 1991, investigou surtos de tuberculose multirresistente, ocorridos em quatro hospitais americanos, em Miami e New York, envolvendo pacientes HIV positivo e profissionais da saúde. Nesse trabalho, verificou-se que a mortalidade de 72% a 89% entre os pacientes estava associada ao surto ocorrido e ao intervalo entre o diagnóstico e a morte que foi de 4 a 16 semanas. Oito casos de tuberculose entre profissionais da saúde foram notificados nesse período. Dois destes, tiveram exposição aos pacientes-caso dos surtos e foi

isolado o *M.tuberculosis* resistente às mesmas drogas que os pacientes-caso. Um destes dois profissionais era portador do HIV e morreu após apresentar tuberculose clínica fulminante, o outro, soro-negativo para HIV, tinha sinais clínicos e radiológicos compatíveis com a tuberculose primária, apresentando melhora com a terapia. Dos outros seis profissionais da saúde com tuberculose, três tiveram possível exposição aos pacientes-caso dos surtos, já que foi isolado o *M.tuberculosis*, mas com diferentes suscetibilidades às drogas. Destes seis profissionais, quatro eram soro-positivos para o HIV e o estado sorológico dos outros dois era desconhecido. Esta investigação mostrou a suscetibilidade aumentada de pessoas infectadas pelo HIV e a importância no controle intra-hospitalar da tuberculose (GOVEIA 2000).

A Tabela 8 apresenta os principais microrganismos associados à transmissão aérea e que foram notificados em estabelecimentos de saúde.

Tabela 8— Microrganismos associados à transmissão aérea em estabelecimentos de saúde

FREQUÊNCIA	FUNGOS	BACTÉRIAS	VÍRUS
Muitos casos relatados	<i>Aspergillus spp</i> <i>Mucorales (Rhizopus spp)</i>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Measles (rubéola) virus Varicella-zoster virus
Ocasional, atípico	<i>Acremonium spp</i> <i>Fusarium spp</i> <i>Pseudoallescheria boydii</i> <i>Scedosporium spp</i> <i>Sporothrix cyanescens</i>	<i>Acinetobacter spp</i> <i>Bacillus spp</i> <i>Brucella spp</i> <i>Staphylococcus aureus</i> Grupo A <i>Streptococcus</i>	Smallpox vírus (varíola) Influenza vírus (gripe) Adenovírus Norwalk-like vírus
Transmissão aérea ambiental, casos não registrados em estabelecimentos de saúde	<i>Coccidioides immitis</i> <i>Cryptococcus spp</i> <i>Histoplasma capsulatum</i>	<i>Coxiella burnetii</i>	Hantavírus Lassa vírus Marburg vírus Ebola vírus Crimean-Congo virus

Fonte: CDC. 2001

Johnson e col (2000) apresentaram, através de um estudo epidemiológico, a transmissão do *Mycobacterium tuberculosis* em trabalhadores de uma Unidade de Tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde, em Washington, nos Estados Unidos, através da avaliação do sequenciamento de DNA de três pacientes com tuberculose, os quais trabalhavam juntos. A exposição ocupacional dos trabalhadores pelo agente patogênico foi atribuída à atividade do sistema de alimentação dos resíduos, onde os operadores tinham acesso ao resíduo não tratado, sem a utilização de Equipamentos de Proteção Individual adequados.

PRUSS e col. (1999), em estudo epidemiológico, com trabalhadores de limpeza de um hospital nos Estados Unidos, relatou a bacteremia estafilocócica e endocardite de um trabalhador lesionado com agulha.

No trabalho de CAVINATTO (1991), realizado em uma Estação de Tratamento de Esgoto, com sistema de aspersão, há referências de RANDALL & LEDBETTER (1966), demonstrando que 40% das partículas viáveis ou aerossóis biológicos, contendo microrganismos, emitidas através de lodos ativados, apresentavam tamanho compatível com a penetração pulmonar, ou seja, com diâmetro menor que 5µm, onde foram identificadas bactérias da família *Enterobacteriaceae*, onde o gênero *Klebsiella* aparecia em maior porcentagem, além de *Aerobacter* e *Proteus*. Estimou-se que um operador poderia inalar mensalmente mais de $1,5 \times 10^5$ bactérias do gênero *Klebsiella*.

A pesquisa de CAVINATTO (1991) foi realizada na Estação de Tratamento de Esgoto, do distrito do Riacho Grande, onde se verificou a dispersão de bioaerossóis em valos de oxidação. O trabalho foi conduzido com a exposição de placas de Petri, diretamente ao ar, no sentido preferencial dos ventos. As placas continham meio de cultura (Agar-M-FC) para o desenvolvimento de bactérias de origem fecal, indicadores daquele tipo de processo. As placas foram colocadas ao redor do aerador, em diferentes distâncias, conforme apresentado na Tabela 9. Os resultados mostram o desenvolvimento de coliformes fecais e variação na contagem, em função da distância do aerador e do tempo de exposição.

Tabela 9 – Média de crescimento de colônias de bactérias

Distância da Fonte (metros)	Tempo de Exposição (minutos)		
	5	10	30
2	152,13	161,73	175,23
4	14,26	27,47	35,00
8	2,49	4,56	5,36
16	0,47	0,26	1,40
32	0,40	0,99	0,46

Fonte: CAVINATO. 1991

CAVINATTO (1991) concluiu que a concentração de coliformes é reduzida à medida que se distancia da fonte emissora, sendo que a 8 metros o decréscimo no número de partículas foi da ordem de 95%. Um dos fatores que concorrem para esse fenômeno é a rápida mortalidade das bactérias no ar, principalmente se for considerado que as mesmas já foram submetidas anteriormente a condições de “stress” no próprio sistema de tratamento de esgotos, verificando-se também que temperaturas elevadas, baixa umidade relativa do ar e alta insolação constituem condições desfavoráveis à sobrevivência de coliformes no ambiente aéreo.

No trabalho de RAMÍREZ (2002), em uma estação de tratamento de esgoto de uma Universidade de Agronomia de Guadalajara, no México, os resultados de bioemissão apresentam concentrações de $1,2 \times 10^3$ UFC/m³ até $1,4 \times 10^4$ UFC/m³ com o reator de lodo ativado acionado e $2,2 \times 10^3$ até $2,1 \times 10^4$ UFC/m³ com o reator desligado, em distâncias de 20 a 800 metros da planta.

Os resultados mostram que aproximadamente 50% das colônias isoladas são de bactérias Gram negativas e os testes bioquímicos mostraram que 70% destas colônias eram de *E.coli*, 13% de *Klebsiella*, 10,03% de *Salmonella*, 3,85% *Enterobacter* e 1% *Shigella*.

O autor também discute que estas concentrações podem ter variações em função de fatores como a velocidade do vento, altura e distância da fonte e condições meteorológica. Em função dos resultados o autor considera que estes valores representam um risco para a saúde do trabalhador, citando trabalhos como o de SANTOS e ROJAS (1992) e CARDUCCIA (2000), os quais recomendam que o limite permissível para bactérias Gram negativas em ambientes ocupacionais seja inferior a $1,0 \times 10^3$ UFC/m³.

Estudos em sistemas de exaustão de ambientes climatizados mostram fontes de contaminação de microrganismos, principalmente se as rotinas de manutenção e monitoramento não forem adequadas, pois estes ambientes são favoráveis ao crescimento microbiano. Acúmulo de poeira e umidade no sistema aumenta o risco

de transmissão aérea de fungos e bactérias. Infecções causadas por *Aspergillus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Acinetobacter spp* têm sido relacionadas com manutenções inadequadas e mau funcionamento de sistemas de ventilação e ar condicionado (In CDC 2001: ANDERSON e col. 1996; McDONALD e col. 1998; SHAFFER e col. 1963; ANDERSON 1959).

A Agência Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) realizou em 1993, através de um Instituto de Pesquisa independente, avaliação do potencial de emissões biológicas em tecnologias de tratamento de resíduos infectantes e os resultados demonstraram fontes potenciais de bioemissões e alertaram para a necessidade de medidas de controle (USEPA 1993).

3.5.5 Caracterização de Bactérias Patogênicas relacionadas à transmissão aérea

Por meio da bibliografia, buscou-se identificar as principais bactérias relacionadas à transmissão aérea com importância epidemiológica e descrever suas características, conforme apresentado na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10 – Lista de bactérias aeróbias com importância epidemiológica na transmissão aérea.

Bactéria	Características	Descrição
<i>Acinetobacter calcoaceticus (baumannii)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,9-1,6µm • Forma: bacilo • Temperatura para crescimento: 20-30°C 	Normalmente, habitam o solo, esgoto e água, mas podem infectar o homem, sendo oportunista e relacionada a casos de meningite em hospedeiros imunodeprimidos.
<i>Alcaligenes (Alkaligenes)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,75µm • Forma: bacilos • Temperatura para crescimento: 20-37°C 	Bactéria encontrada no solo e água pode infectar o homem, causando problemas no trato respiratório superior.
<i>Actinomyces israelii</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: positiva • Diâmetro: 1,0µm • Forma: filamentososa ramificada 	Bactéria encontrada com certa frequência como saprófita na orofaringe, na cavidade bucal de indivíduos de higiene precária. Pode causar a actinomicose, doença cosmopolita, de evolução lenta e crônica. A forma pulmonar resulta da aspiração de material da orofaringe. A doença compromete o estado geral, com perda de peso, febre e expectoração abundante.
<i>Bordetella pertussis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,25µm • Forma: bacilos curtos • Temperatura para crescimento: 37°C 	Agente etiológico da Coqueluche, este microrganismo produz toxinas, que é a principal responsável pelos sintomas da doença. Ocorre mundialmente e afeta exclusivamente crianças, com alta taxa de transmissão via aérea. Pode causar pneumonias em crianças e adultos. A medida preventiva é a vacinação nos recém nascidos e crianças.
<i>Corynebacteria diphtheria</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: positiva • Diâmetro: 1,0µm • Forma: bacilos • Temperatura para crescimento: 34-36 °C, mas sobrevive a temperaturas entre 15-40°C 	Agente etiológico causador da difteria, doença predominantemente infantil. Atualmente, em função das vacinas é menos prevalente, mas pode ocorrer em outras faixas etárias. Esta bactéria produz toxinas.
<i>Haemophilus parainfluenzae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 1µm • Forma: bacilos • Temperatura para crescimento: 37°C 	Agente oportunista, associado à infecções viróticas. Normalmente é encontrado na região nasofaringe, vivendo como comensal.

Fonte: Bergeys's Volume 1 e 2. 1984. CDC. 2001.

Bactéria	Características	Descrição
<i>Haemophilus influenzae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,43 µm • Forma: bacilos • Temperatura ótima crescimento: 37°C 	Agente etiológico da meningite, ocorrendo como infecção secundária. Pode ter alta letalidade entre as crianças menores que dois anos. Algumas espécies fazem parte da microbiota humana, localizada na região nasofaringe. Também é responsável por pneumonias, posterior à gripes.
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,4µ m • Forma: bastões ovais • Temperatura para crescimento: 35-37°C 	Bactéria ambiental, encontrada no solo e água, mas também na microbiota intestinal do homem. Pode causar infecções no trato respiratório superior, em especial nas nosocomiais. Responsável por surtos de infecção hospitalar, com alta taxa de mortalidade (90%) em casos de não tratamento. Não é o principal responsável por pneumonias.
<i>Legionella pneumophila</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,6µm • Forma: bacilos ovais • Temperatura para crescimento: 15-46°C 	Bactéria causadora da “doença do Legionário”, seu habitat natural são os corpos d’água, em especial as águas mornas. Tem sido encontrada com maior frequência em águas de bandejas de sistemas de ar condicionado, podendo ser transmitida por bioaerossóis, causando infecções no trato respiratório superior.
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: positiva • Diâmetro: 0,8µm • Forma: bacilo • Temperatura para crescimento: 37°C, mas pode sobreviver em temperaturas entre 32-42°C 	Principal agente etiológico causador da tuberculose pulmonar no ser humano, com cepas resistentes às drogas, com alta virulência (LD50 em coelhos: 1-2 células).
<i>Moraxella lacunata</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 1µm • Forma: bacilos • Temperatura para crescimento: 37°C 	Pode causar infecções nos olhos e eventualmente no trato respirtório.
<i>Moraxella catarrhalis</i> (<i>Branhamella catarrhalis</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 1,3µm • Forma: bacilos • Temperatura para crescimento: 37°C 	Microrganismo comensal, que vive no trato respiratório de pessoas saudas. No ouvido médio causa otite e na orofaringe, ao ser aspirado, pode provocar infecções respiratórias comuns como pneumonias fatais, sendo esta mais rara.

Fonte: Bergeys's Volume 1 e 2. 1984. CDC. 2001.

Bactéria	Características	Descrição
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,57µm • Forma: bacilos • Temperatura para crescimento: 30-37°C 	Bactéria ambiental, oportunista, principal responsável por infecções hospitalares, com letalidade de 80% para doentes com sistema imunológico comprometido ou sem tratamento adequado. Normalmente, infectam pulmão e feridas abertas ou de queimadura.
<i>Staphylococcus aureus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: positiva • Diâmetro: 1µm • Forma: esférica • Temperatura para crescimento: 30-37°C, mas sobrevive a temperaturas maiores que 45°C 	Microrganismo comensal, podendo ser um patógeno oportunista, através de infecções primárias como a gripe. Responsável pela pneumonia estafilocócica, com altas taxas de mortalidade, em indivíduos imunodeprimidos.
<i>Streptococcus pyogenes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: positiva • Diâmetro: 0,9µm • Forma: esférica • Temperatura para crescimento: 37°C 	Responsável pela doença conhecida como escarlatina, o <i>S.pyogenes</i> está presente na microbiota humana, pode tornar-se patogena em indivíduos imudeprimidos, instalando-se em feridas e no pulmão. Esta bactéria produz uma toxina. Atualmente é responsável por cerca de 90% das infecções estreptocócicas, dentre elas a febre reumática e erisipela.
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: positiva • Diâmetro: 0,9µm • Forma: cocos esféricos aos pares • Temperatura para crescimento: 37 °C, mas sobrevive a temperaturas entre 25-42°C 	Este microrganismo é comensal, vivendo na orofaringe humana. É comumente conhecido como pneumococos, possui uma cápsula rica em polissacarídeo, que lhe confere maior ou menor virulência. Existem mais de 80 sorotipos deste microrganismo. Produzem toxinas e afetam principalmente as crianças, alcoólatras, tabagistas e portadores de outras doenças.
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativas, pleomórficas, desprovidas de parede celular • Diâmetro: 0,25µm • Temperatura para crescimento: 37 °C 	Embora este microrganismo seja comensal, vivendo na orofaringe, pode apresentar-se como patógeno oportunista, responsável por um dos tipos de pneumonia, que pode ocorrer tanto no inverno, como no verão, diferente das outras pneumonias que ocorrem frequentemente no inverno.

Fonte: Bergeys's Volume 1 e 2. 1984. CDC. 2001.

Bactéria	Características	Descrição
<i>Nocardia asteroides</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: positiva • Diâmetro: 0,2µm • Forma: bacilo • Temperatura para crescimento: 20-30°C 	<p>Pertencente à família Actinomicetaceae, este microrganismo é pouco distinguível dos fungos. Patógeno oportunista, encontrado no solo, pode ser transmitido pelo ar e causar doenças em indivíduos com sistema imunológico comprometido, assemelhando-se à tuberculose.</p>
<i>Neisseria meningitidis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram: negativa • Diâmetro: 0,8µm • Forma: cocos • Temperatura para crescimento: 25-42°C 	<p>Agente etiológico da meningite é um parasita humano. Estima-se que 20% a 40% da população adulta pode carregar este microrganismo sem desenvolver a doença</p>

Fonte: Bergeys's Volume 1 e 2. 1984. CDC. 2001.

3.6 METODOLOGIA PARA AMOSTRAGENS DE AR PARA PARTÍCULAS VIÁVEIS

3.6.1 Definição de Métodos de Amostragem

Segundo Almeida (1999), a utilização do termo *avaliação da qualidade do ar* implica na adoção de um método de amostragem e análise de poluentes atmosféricos que possa caracterizar a qualidade do ar de uma determinada área, gerando dados que possam ser comparados aos padrões da legislação vigente, devendo ser adotados métodos de referência ou outros que sejam equivalentes.

A Agência Ambiental Americana (EPA) estabelece métodos de referência nos apêndices do Code Federal Regulations (CFR), mas não referências técnicas para pesquisa microbiológica do ar.

No Brasil, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 1990), “método de referência” é aquele aprovado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) ou os recomendados pelo IBAMA. Ainda não se tem um método de referência, normatizado por estes órgãos, para amostragem ambiental de bioaerossóis, mas o Brasil tem evoluído em suas legislações, a exemplo da Resolução ANVISA RE-09, de 16/01/03, a qual estabelece, através da Norma Técnica 001, o método de amostragem e análise de bioaerossol em ambientes interiores.

Segundo FANNIN (1980), a amostragem de bioaerossóis em amostras ambientais deve ser definida através de informações como a caracterização do ambiente a ser pesquisado, considerando-se o nível de contaminação, a taxa de fluxo de ar e o tempo de amostragem para que se tenha uma concentração mínima que possibilite a estimativa de contagem e análise da diversidade daquele ambiente. Complementa, ainda, que para a seleção da técnica de amostragem e identificação microbiológica a ser adotada é importante que se considere a:

- Eficiência a ser alcançada;
- Sensibilidade de cada técnica;
- Confiabilidade;
- Facilidade de manuseio, preparação e esterilização do equipamento;
- Capacidade de operação remota;
- Possibilidade de se determinar o tamanho das partículas;
- Custo.

Poucos são os trabalhos ou referências sobre validação de amostragens de ar para identificação de microrganismos. Em ambientes hospitalares, por exemplo, não existe uma sistemática de avaliação de qualidade do ar, pois os técnicos consideram que não existem estudos com determinação de dose infectante, normas para amostragem, sensibilidade do amostrador utilizado e, portanto, os dados gerados, pela amostragem, não seriam confiáveis (OVERBERGER e col 1995; RAO e col. 1996; STREIFEL 1999;).

Nestes ambientes, as amostragens de ar são realizadas somente em épocas de construções ou reformas prediais, em função da alta concentração de partículas em suspensão (poeira), onde é pesquisada a presença de fungos. Atualmente, já existe referência para ambientes climatizados, onde se utiliza a técnica de amostragem por impactação com acelerador linear e o marcador epidemiológico é o grupo dos fungos (ANVISA 2003).

3.6.2 Técnicas e Equipamentos de Amostragem para Partículas Viáveis

Diversas técnicas têm sido aplicadas com o objetivo de se determinar a concentração microbiológica para ambientes hospitalares, climatizados, escolares, em ambientes externos, em Estações de Tratamento de Esgoto e Compostagem de lixo. As técnicas mais comumente adotadas têm sido as de impacto sólido ou líquido.

O princípio básico de funcionamento do equipamento de impacto sólido é a amostragem forçada de ar que impacta uma superfície sólida que poderá ser um meio de cultura, a base de Agar, ou uma membrana filtrante. Estas placas de meio de cultura são incubadas em temperaturas adequadas, resultando no desenvolvimento de colônias de microrganismos, caso haja a presença destes. As membranas filtrantes também são inoculadas sobre um meio de cultura, a base de Agar. Nos aparelhos de impacto líquido, a amostra de ar, que também é forçada, sob a forma de borrifo, passa através de um caldo nutritivo, no qual os microrganismos ficam retidos. Alíquotas do líquido são cultivadas em Agar, com o objetivo de se determinar o número de unidades formadoras de colônias.

As principais técnicas utilizadas na pesquisa de qualidade microbiológica do ar são a sedimentação em placa, coletores tipo impactador, amostrador automático de ar, tipo SAS e impactador líquido.

3.6.2.1 Sedimentação em placa

A técnica consiste em expor uma placa de Petri aberta, contendo Agar nutritivo, por um tempo pré determinado, que em geral está em torno de 20 a 30 minutos e posteriormente incubá-las à temperatura e tempo recomendados para o microrganismo pesquisado. É a técnica de impactação sólida mais simples e de baixo custo, mas não é possível se avaliar o volume de ar que foi efetivamente analisado, sendo que as partículas mais pesadas serão primeiramente aderidas à placa, o que poderá comprometer a identificação da diversidade da microbiota do ambiente (CAVINATTO 1991).

3.6.2.2 Coletores Tipo Impactor

São utilizados nas técnicas de impactação sólida. Estes equipamentos permitem a passagem de um determinado volume de ar, através de um grande número de orifícios existentes em placas metálicas, abaixo das quais se localizam placas de Petri, contendo meio de cultura, a base de Agar. O material particulado suspenso no ar fica preso à superfície do Agar. As placas são incubadas nas temperaturas e tempos recomendados para o microrganismo pesquisado e, posteriormente, verifica-se o número de unidades formadoras de colônias presentes nas placas. Um dos equipamentos tipo impactador empregado na amostragem de ar é o amostrador de “Andersen”, com o qual é possível se determinar o volume de ar amostrado e o

tempo de amostragem, que deve variar em função do tipo de ambiente (tamanho da área e qualidade do ar) e também avaliar o tamanho das partículas. (CAVINATO 1991)

3.6.2.3 Membrana Filtrante

Nos aparelhos tipo filtros de membrana, o ar é filtrado por uma membrana de porosidade de $0,45\mu\text{m}$, na qual os microrganismos ficam aderidos. Em seguida, este elemento filtrante é colocado sobre o meio de cultura específico e incubado na temperatura e tempo recomendados para o microrganismo pesquisado, determinando-se a seguir o número de unidades formadoras de colônia. Esta técnica permite medir o volume de ar amostrado, mas não é indicada para ambientes muito contaminados. (CAVINATTO 1991)

3.6.2.4 Amostrador Automático de Ar – Tipo SAS

Constitui-se por um sistema móvel, contendo placas de meio de cultura, onde o ar é aspirado a uma velocidade e tempo pré-fixados. Da mesma forma que os anteriores, as placas são incubadas a uma temperatura e tempo adequados ao indicador microbiológico pesquisado e se procede com a contagem de unidades formadoras de colônias. Este equipamento é largamente utilizado para controle microbiológico, para avaliar a qualidade do ar de ambientes hospitalares, indústrias farmacêuticas, cosméticos, alimentícias, laboratórios e na comunidade em geral, mas não é indicado para ambientes muito contaminados. (CAVINATTO 1991)

3.6.2.5 Impactador Líquido

Nos coletores de impacto líquido ou “impinger”, o ar é forçado a passar através de um líquido, que normalmente é um meio de cultura, onde as partículas ficam aderidas. Este meio de cultura é incubado para verificar a presença de microrganismos. Normalmente, este líquido é filtrado em uma membrana de 0,45µm, onde é colocada sobre um meio de cultura específico e após incubação efetua-se a contagem de unidades formadoras de colônia. Esta técnica é muito utilizada na pesquisa de microrganismos de difícil recuperação, em função de competições ou “stress” ambiental. (CAVINATTO 1991)

3.6.3 Volumes Amostrados

A determinação do volume de ar a ser amostrado depende do diagnóstico inicial do ambiente a ser pesquisado e está diretamente relacionado ao nível de contaminação deste ambiente. Além disso, deve-se avaliar os indicadores microbiológicos a serem pesquisados e os meios de cultura adotados (FANNIN 1980; ASTM 1993).

A ASTM (1993) recomenda que, para o amostrador tipo impactador, sejam realizadas amostragens preliminares, verificando-se o tempo de amostragem mais adequado à área de estudo, assegurando um valor representativo de volume de ar amostrado e que propicie uma contagem de colônias entre 30 e 300 unidades formadoras, por placa.

A ANVISA (2003) recomenda que para avaliação da qualidade do ar ambiental interior (ambientes climatizados) o volume amostrado deve ser entre 140 e 500 litros

para uma taxa de vazão fixa entre 25 e 35 litros por minuto, sendo recomendada a taxa de 28,32 litros por minuto, o que corresponde a uma faixa de tempo entre 5 e 17 minutos.

3.6.4 Determinação de Fontes Potenciais de Bioemissões em Unidades de Tratamento de Resíduos Infectantes

Nos Estados Unidos, a Agência Ambiental Americana - USEPA e o Research Triangle Institute - RTI (USEPA 1993) realizaram uma pesquisa para identificação de fontes potenciais de bioemissões em uma autoclave, um microondas e em um sistema de tratamento mecânico/químico, todas validadas como tecnologia de tratamento de resíduos de serviços de saúde. Para cada tecnologia, os pesquisadores selecionaram pontos de amostragem definidos como “potencialmente contaminados”. Portanto:

- *para as autoclaves* o ponto de coleta estabelecido foi no sistema de exaustão ou nas saídas de vapor da unidade de tratamento, antes e durante a operação e após abertura das portas.
- *para o microondas* os pontos selecionados foram:
 - 1 – Porta de acesso à trituração: entrada dos resíduos não tratados na câmara de trituração;
 - 2 – Saída do sistema de exaustão (filtro HEPA);
 - 3 – Saída do sistema de trituração e início da rosca transportadora, os quais conduzem os resíduos não tratados ao sistema de microondas. Neste ponto há uma injeção de vapor de aproximadamente 150°C;
 - 4 – Saída dos resíduos, após tratamento.

- *para o tratamento mecânico/ químico* foram selecionados os seguintes pontos:

- 1 – Esteira transportadora dos resíduos não tratados;
- 2 – Esteira separadora de líquidos e sólidos, antes do tratamento;
- 3 - Saída do sistema de exaustão e filtragem (HEPA);
- 4 – Tanque de sedimentação dos resíduos, pós tratamento químico.

Em linhas gerais, os ensaios foram realizados com a exposição de esporos de *Bacillus stearothermophilus* e *Bacillus subtilis* nos resíduos de serviços de saúde, antes do tratamento, em concentrações entre 10^8 e 10^9 . A forma de exposição foi adequada a cada tipo de tecnologia. Para as autoclaves, onde não há trituração, foram utilizadas placas de Petri com um filtro contendo estes indicadores, abertas sobre os resíduos não tratados. Para os microondas, foram inseridas ampolas de vidro, contendo alíquotas destes microrganismos, misturadas aos resíduos não tratados e para o tratamento mecânico/químico foram depositadas ampolas de vidro, com alíquotas dos indicadores, depositadas nos sacos de resíduos não tratados. Os pesquisadores utilizaram amostradores tipo impactador sólido e líquido. O meio de cultura utilizado para quantificação dos indicadores foi o TSA (Trypticase Soy Agar) e para a confirmação das colônias foi utilizado teste bioquímico (API 50-CHB, da Biomerieux, para identificação de bacilos). As amostragens foram realizadas em três condições: equipamento parado, operando sem os indicadores microbiológicos e operando com os indicadores microbiológicos. O sumário dos resultados do estudo da USEPA e RTI é apresentado na Tabela 11 a seguir:

Tabela 11– Resultados de contagem de colônias dos indicadores microbiológicos pesquisados nas fontes potenciais de bioemissões das tecnologias de tratamento de RSS – EUA

Tecnologia	Nº de Pontos coleta	Nº de colônias de <i>B.stearothermophilus</i>			Nº de colônias de <i>B.subtilis</i>		
		CONDIÇÕES DO EQUIPAMENTO					
		Não operando	Operando sem os indicadores microbiológicos	Operando com os indicadores microbiológicos	Não operando	Operando sem os indicadores microbiológicos	Operando com os indicadores microbiológicos
Autoclave	02	1	0	0	1	6	0
Microondas	04	1	1	45	0	0	5
Mecânica/química	04	0	0	38	0	0	50

Fonte: USEPA. 1993

Através deste estudo foi possível identificar as fontes potenciais de bioemissão para as três unidades de tratamento pesquisadas. Para a autoclave, durante a operação normal do equipamento, não foram encontrados os indicadores microbiológicos, mas verificou-se a presença do indicador *B.subtilis* e *B.stearothermophilus* no ambiente externo, indicando a necessidade de medidas preventivas durante o início da operação, quando a temperatura e pressão ainda não são adequadas para a inativação microbiológica. Embora os resultados tenham sido pouco significativos, esta tecnologia não foi avaliada para o processo de trituração dos resíduos. No microondas as principais fontes identificadas, onde se verificou a presença do *B.stearothermophilus*, foram a porta de acesso e início da trituração dos resíduos não tratados, a porta de acesso entre o triturador e a rosca transportadora, onde é injetado vapor, e na saída da rosca transportadora, após o tratamento. No sistema de filtros HEPA não houve nenhum crescimento. Já, no tratamento mecânico/químico os indicadores foram recuperados em todos os pontos de amostragem. Os pesquisadores ressaltam que a utilização de esporos de *B.stearothermophilus* e *B.subtilis*, deve-se ao fato de serem a forma mais resistente desses microrganismos, pois o objetivo da pesquisa era a identificação de fontes potenciais de bioemissões, sendo que os

resultados não implicam na confirmação de um risco ambiental ou ocupacional, e sim devem ser considerados como um alerta para medidas preventivas. (USEPA 1993).

3.6.5 Seleção do Indicador microbiológico

Nos trabalhos de avaliação de qualidade do ar, no aspecto microbiológico, verifica-se que o indicador selecionado está diretamente relacionado com a atividade da área pesquisada.

Em estações de tratamento de esgoto, por exemplo, são pesquisadas bactérias do grupo dos coliformes fecais. Nas indústrias de alimentos ou farmacêuticas busca-se aqueles microrganismos que podem comprometer ou contaminar seus produtos. Mas, para a seleção do microrganismo indicador deve-se considerar outros fatores, utilizando-se de referências bibliográficas ou pesquisas preliminares. No caso das estações de tratamento de esgoto, embora a bactéria *E.coli* seja comum nos esgotos domésticos, encontradas em concentrações altas, na ordem de $10^7/100\text{ml}$, esta bactéria não é recomendada como um indicador para amostras de ar, pois segundo POON (1966) a *E.coli* sobrevive pouco tempo em aerossóis. KENLINE & SCARPINO (1972) referem-se à inativação da *E.coli*, em processos de tratamento de esgotos, em cerca de 13,8 a 21,6 segundos, dependendo da eficiência dos processos, sendo um dos principais fatores desta redução a dessecação. As condições meteorológicas, tais como luminosidade e calor são importantes fatores para a viabilidade das bactérias, além da velocidade e direção dos ventos, os quais influenciam na dispersão e sedimentação (CAVINATTO 1991).

Segundo a agência ambiental americana – USEPA (1993), para a avaliação ou monitoramento de processos tecnológicos, que requeiram análises microbiológicas, onde possam existir fatores abióticos e bióticos que venham a influenciar nesta avaliação e sobre tudo expor os profissionais a riscos, devem ser consideradas as seguintes premissas para a escolha dos indicadores microbiológicos:

- representantes não patogênicos ou de baixa virulência;
- resistentes ao tipo de técnica adotada;
- de fácil cultivo, manuseio e recuperação;
- de fácil diferenciação por crescimento seletivo ou outra técnica distintiva, como pigmentação das colônias;
- que seja conhecida a sua presença no ambiente ou na microbiota pesquisada;

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE TRATAMENTO OBJETO DA PESQUISA

A Unidade de Tratamento de Resíduos Infectantes em estudo realiza sua operação em quatro etapas:

- Recebimento dos Resíduos;
- Homogeneização, Descaracterização e Redução de Volume;
- Tratamento por Desativação Eletro Térmica (Electro-Thermal Deactivation – ETDTM);
- Transporte para Disposição Final.

O diagrama da Figura 3 apresenta as etapas do processo de tratamento desta Unidade.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO POR DESATIVAÇÃO ELETRO TÉRMICA

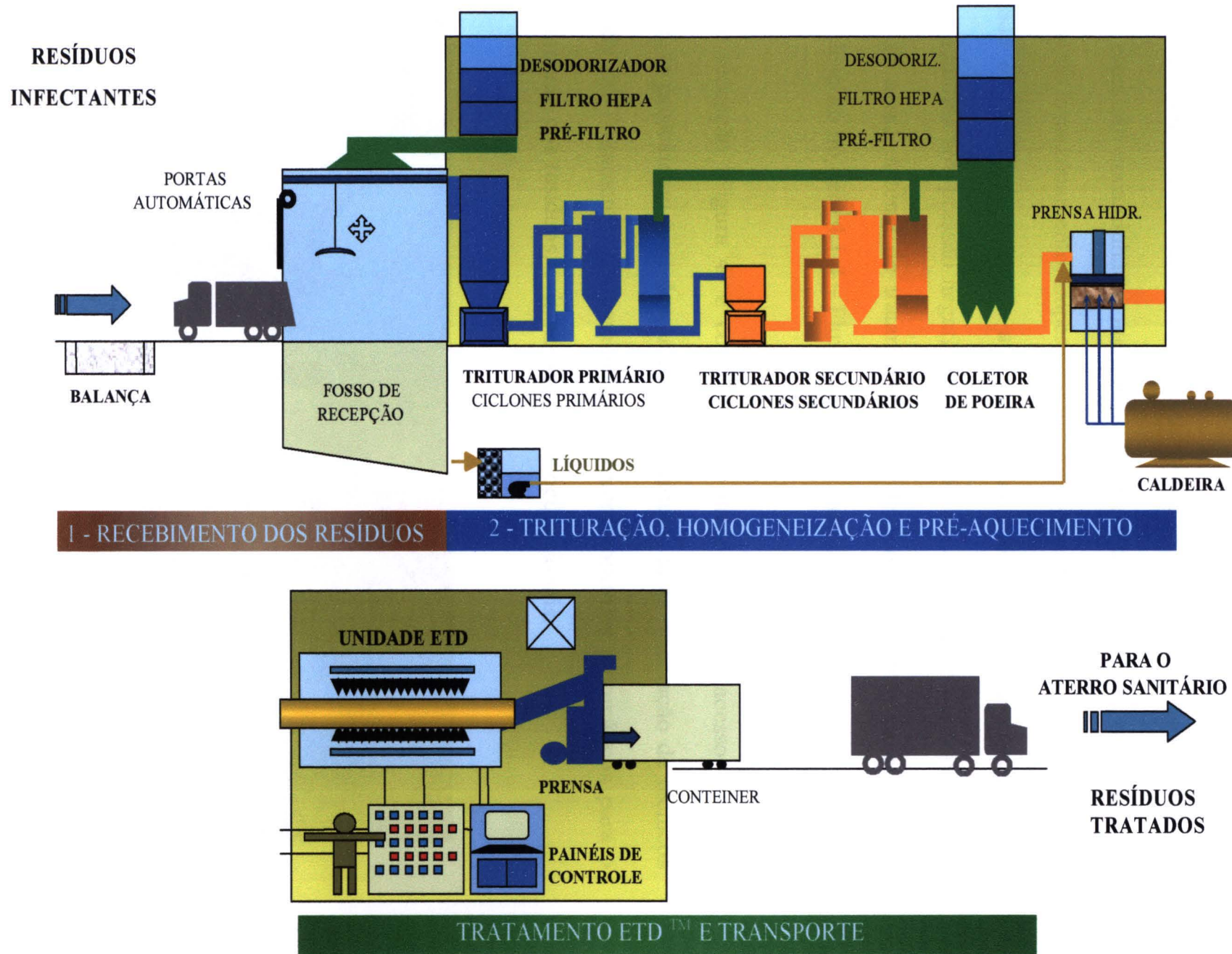


Figura 3 – Diagrama das etapas de processo da unidade de tratamento de resíduos infectantes, do município de São Paulo

4.1.1 Recebimento dos Resíduos Infectantes

Os resíduos infectantes são transportados até a Unidade de Tratamento através de caminhões e furgões que atendem à norma NBR 13221 (ABNT 2000). Estes caminhões passam por inspeção quanto aos níveis de radiação. Assim que são liberados, estes são encaminhados até a área de recepção de resíduos, onde existem dois fossos de armazenamento, impermeabilizados, com profundidade de 6 metros e capacidade de armazenamento de aproximadamente 300 toneladas. Esta área é fechada e mantida sob pressão negativa, produzida por um sistema de exaustão que conduz o ar a um sistema de tratamento antes de seu lançamento na atmosfera, conforme descrito no item 4.1.4 – Fluxo de Ar nas Instalações da Unidade.

A área de recepção (Figura 4) é constituída de cinco portas de acesso, onde os caminhões se posicionam para descarregar os resíduos, após orientação de técnicos da Unidade de Tratamento. Os caminhões possuem controles automáticos para o descarregamento dos resíduos, evitando-se riscos ocupacionais.

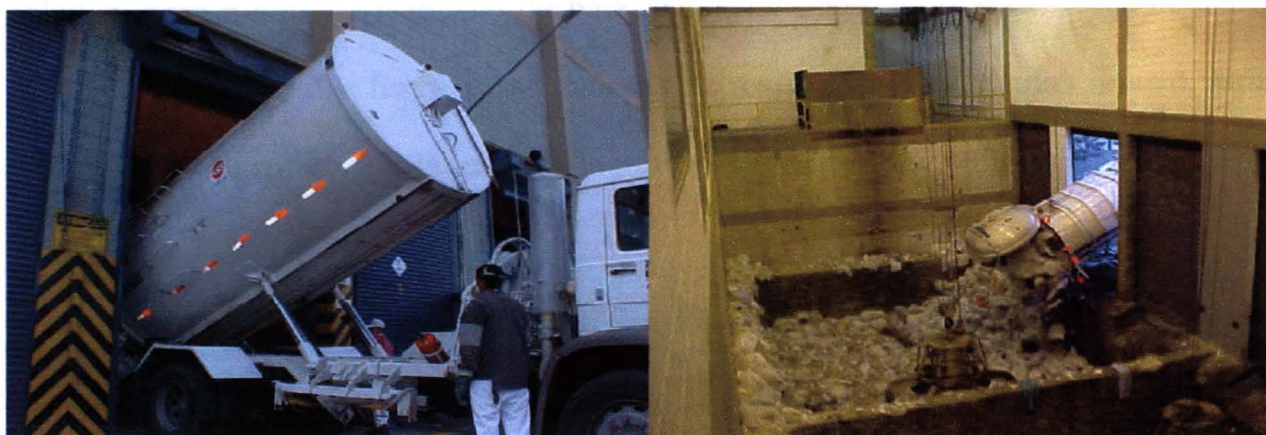


Figura 4 – Descarregamento dos resíduos infectantes no fosso de Armazenamento

4.1.2 Descaracterização e Homogeneização dos Resíduos Infectantes

Do fosso de recepção, os resíduos são transferidos para o primeiro sistema de trituração, através de um guindaste tipo “Clam Shell” ou pólipo (Figura 5).



Figura 5 – Alimentação do sistema de trituração.

O objetivo da trituração é eliminar as características originais do resíduo, promover a redução de tamanho das partículas e do volume. O “Clam Shell” transfere os resíduos a um equipamento denominado “moega de alimentação” e são conduzidos ao primeiro estágio de redução de tamanho, que ocorre no triturador primário. Os resíduos triturados são arrastados por uma corrente de alta velocidade, em dutos selados, para o ciclone primário de baixa energia, onde, através de força centrífuga, ocorre a separação dos fragmentos maiores de resíduos das partículas finas e, através de uma válvula rotativa é descarregado em um transportador helicoidal.

O ar contendo particulados finos, não retidos pelo ciclone primário, é transportado, através de dutos, para uma filtração de três estágios, seguido de processo de controle de odor para que possa ser lançado na atmosfera.

Dando continuidade ao fluxo de resíduos, o primeiro transportador helicoidal transfere o material para o segundo transportador, o qual conduz os resíduos triturados em primeiro estágio para o segundo sistema de redução de tamanho. Ao final deste processo, os resíduos são descaracterizados, sendo reduzidos a partículas de diâmetro médio de 2,5cm e redução de volume de 80%. A Figura 6 apresenta o diagrama do fluxo dos resíduos no sistema de trituração.

4.1.3 Tratamento dos Resíduos Infectantes pelo Sistema de Desativação Eletrotérmica

Os materiais triturados retidos nos ciclones secundários são conduzidos a um transportador que os descarrega na câmara de alimentação da prensa hidráulica, antes da unidade de tratamento. Após o preenchimento da câmara, o pistão vertical da prensa é acionado, quando se aplica uma injeção de vapor por cinco segundos, para deixar a massa de resíduo úmida (Figura 3). Em seguida, o pistão horizontal da prensa hidráulica empurra os resíduos homogeneizados para dentro da unidade ETDTM.

Após os resíduos terem passado pela Unidade de Tratamento (ETDTM), seguem, através de uma compactadora, a um contêiner estacionário. Após o preenchimento completo deste contêiner, cerca de quatro horas aproximadamente, um caminhão com dispositivo roll-on-roll-off o transportará até o aterro sanitário (Figura 3).

4.1.4 Fluxo de Ar nas Instalações da Unidade

Todo o processo de armazenamento, dutos e componentes dos sistemas de trituração primária e secundária trabalham sob “pressão negativa”, ou seja, abaixo da pressão atmosférica. O conceito básico é o transporte pneumático dos resíduos à pressão inferior à atmosférica. A “pressão negativa” é gerada por uma corrente de ar interna aos dutos, para controlar qualquer fuga de ar contaminado e fornecer um método efetivo e estanque de transporte de materiais durante os estágios de trituração.

Na trituração, dois ventiladores de transporte primário e secundário, de alta pressão, com capacidade de 17.000 m³/hora e 508mmCA fornecem a vazão e vácuo requeridos para cada um dos ambientes de trituração dos resíduos. Dois exaustores instalados após o sistema de filtragem tipo cartucho, com vazão de 17.000 m³/hora e 305mmCA cada um, asseguram o equilíbrio da pressão no sistema, ou seja, a vazão de saída do ar é a mesma de entrada de ar no sistema. Portanto, a “pressão negativa” é alcançada pelos ventiladores de transporte primários e secundários e pela exaustão dos ventiladores dos filtros de cartuchos. O ar, em conjunto com os resíduos provenientes do primeiro estágio de trituração, passam pelo ciclone secundário de baixa energia, onde as partículas maiores ficam retidas. Para uma etapa de separação adicional, o ventilador conduz o ar para o primeiro ciclone de alta energia para remoção de pequenas partículas. Este mesmo processo é repetido após o segundo estágio de trituração com um outro ventilador de alta pressão, também de 17.000m³/hora e 508mmCA, acoplado ao segundo sistema de ciclones. Esta corrente de ar, para cada uma das linhas de processo, é conduzida para um banco de filtração, conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Conjunto de filtros utilizados no sistema de filtração da unidade.

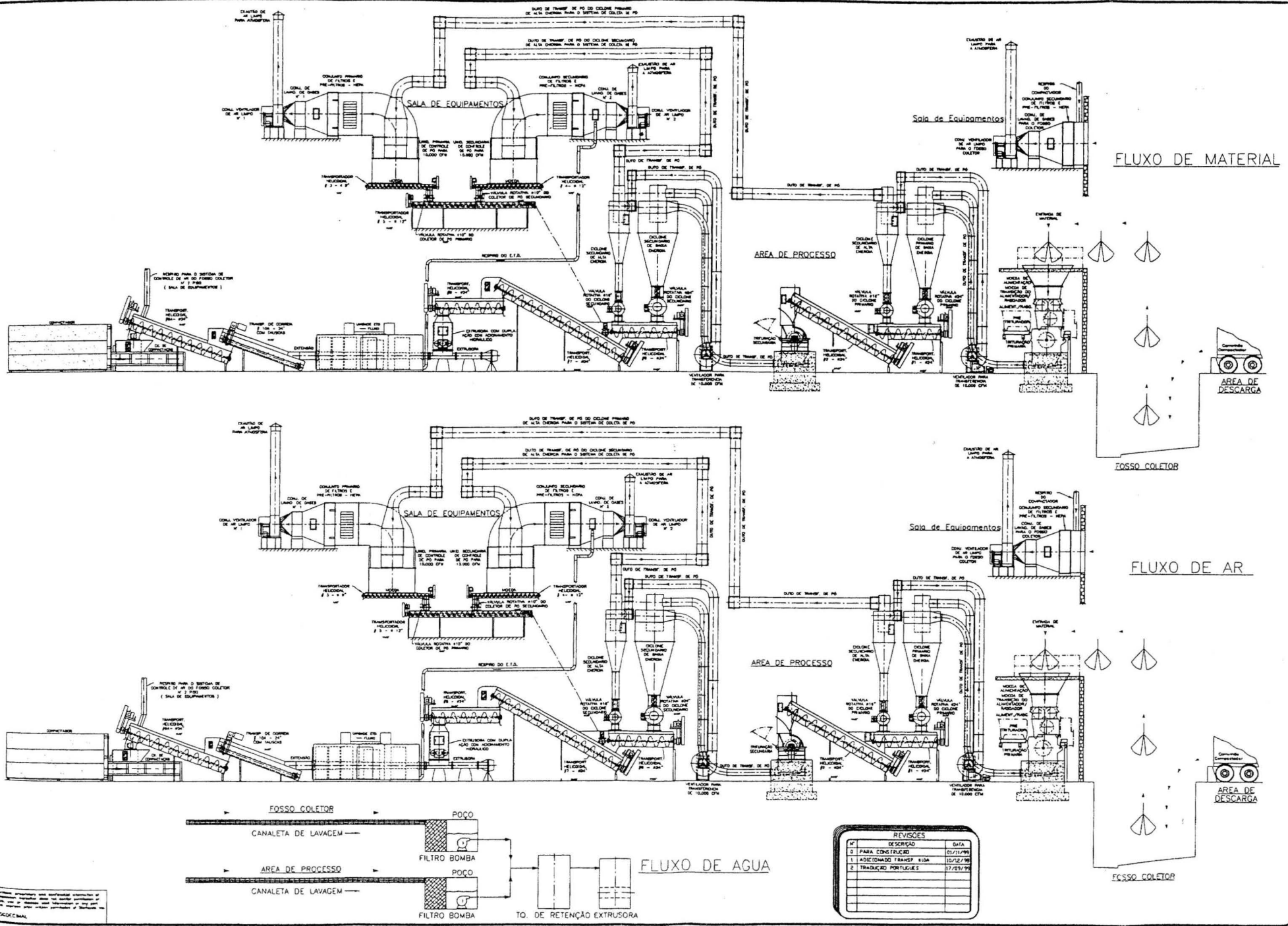
TIPO DE FILTRO	ÁREA UNIDADE	Nº FILTROS TOTAIS	CLASSIFICAÇÃO* (NB-10 – ABNT)	OBJETIVO
Pré Filtros	Trituração	24/ linha	G0 - com eficiência de 30-59%	Proteger os filtros subsequentes
	Armazenamento RSS	24		
Filtros tipo Cartucho	Trituração	48/linha	G3 - com eficiência maior que 85% para partículas maiores que 5 micron	Reter material particulado
Filtros tipo HEPA (Alta eficiência na retenção de partículas)	Trituração	24/ linha	A3 - com eficiência acima de 99,97, para partículas menores que 1 micron	Reter material particulado
	Armazenamento RSS	24		

*Fonte: Macintyre AJ. 1990.

No ambiente de armazenamento dos resíduos ou fosso de recepção, também estão instalados dois exaustores de capacidade de 18.000 m³/hora e 152,4mmCA, contribuindo para a “pressão negativa” deste ambiente, mas a função principal é o de conduzir o ar deste ambiente para o tratamento, no sistema de filtração e lavadores de gases.

O sistema de filtração do sistema de trituração é constituído por tripla filtração, onde o ar passa, primeiramente, por um conjunto de filtros para retenção de pó, tipo cartucho, com capacidade de retenção de partículas de até 5µm. Tanto para o ambiente de trituração, quanto para o ambiente de armazenamento, o ar passa por um pré-filtro, cuja finalidade é de proteger o filtro que vem a seguir, denominado filtro HEPA. Este último tem capacidade para reter partículas de dimensão de até 0,12µm, evitando-se, assim, a emissão de eventuais microrganismos à atmosfera. Antes da descarga final para atmosfera, o ar passa por um lavador de gases. A Figura 6 apresenta o diagrama do fluxo de ar nas instalações do processo.

FIGURA 06 - Diagrama do fluxo dos resíduos e ar no sistema de triuração.



Este diagrama representa o fluxo de resíduos e ar no sistema de triuração. O sistema é composto por várias áreas e equipamentos, incluindo a Sala de Equipamentos, a Área de Processo, o Fosso Coletor, a Área de Descarga, a Canaleta de Lavagem, o Poço, o Filtro Bomba, e o To. de Retenção Extrusora. O fluxo de material, ar e água é detalhado em seções específicas do diagrama.

REVISÕES		
Nº	DESCRIÇÃO	DATA
0	PARA CONS. FLUXO	01/11/93
1	ADICIONADO FRANÇAIS	10/12/98
2	TRADUÇÃO PORTUGUESA	17/05/99

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO E DE SEU ENTORNO

Para uma melhor compreensão das fontes potenciais de poluição associadas à operação da Unidade de Tratamento de Resíduos Infectantes apresenta-se a caracterização do empreendimento e diagnóstico ambiental especificamente para emissões atmosférica, objeto de estudo deste trabalho.

4.2.1. Localização

O empreendimento está localizado no bairro do Jaguaré, município de São Paulo, próximo à via conhecida como marginal Pinheiros. Esta área é considerada como zona de uso Z6, predominantemente industrial. A área do terreno é de 13.800 m² e área construída de 1.900 m². A área de influência do empreendimento foi estimada entre 300-500 metros, que engloba as áreas industriais e residenciais do entorno do empreendimento (EIA/RIMA-ETD 1998). O núcleo residencial mais próximo está localizado a aproximadamente 300-400 metros do empreendimento, que é o morro do Jaguaré.

4.2.2 Diagnóstico Ambiental

As áreas mais próximas do empreendimento e que podem estar sob influência das emissões atmosféricas da Unidade de tratamento em estudo estão entre 20 e 400 metros em relação à fonte emissora, de acordo com informações de uso e ocupação do solo da área vizinha ao empreendimento, descritas no EIA/RIMA do empreendimento (AMBITERRA 1998).

Sabe-se que as condições meteorológicas, tais como chuvas, ventos, temperaturas entre outras influenciam significativamente na dispersão dos poluentes. Portanto, no diagnóstico ambiental é importante a caracterização de alguns desses fatores.

4.2.2.1 Ventos

O estudo do regime dos ventos visa apontar as direções preferenciais e suas intensidades. Para se conhecer o regime dos ventos utilizou-se os dados do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento, o qual utilizou como ponto de referência a Estação Meteorológica de Congonhas, com altitude de 802 metros, pois sua localização espacial e topográfica é confiável para a identificação do padrão regional dos ventos, com mínima interferência das alterações provocadas pela estrutura edificada da cidade. Além disso, a Estação Congonhas encontra-se a 12 km do empreendimento, na bacia do rio Pinheiros, com parâmetros climatológicos similares.

O período utilizado no levantamento horário dos ventos foi o de 1983 a 1992 e mostram que a primeira predominância de ventos (média anual) é da direção sudeste com 19,6%, a segunda é da direção sul com 16,0% e a terceira direção é a de leste com 8,8%, conforme ilustrado na Figura 7. A intensidade média mensal dos ventos para a área de Congonhas não se mostra com variações significativas ao longo do ano, oscilando entre 8 a 12km/h.

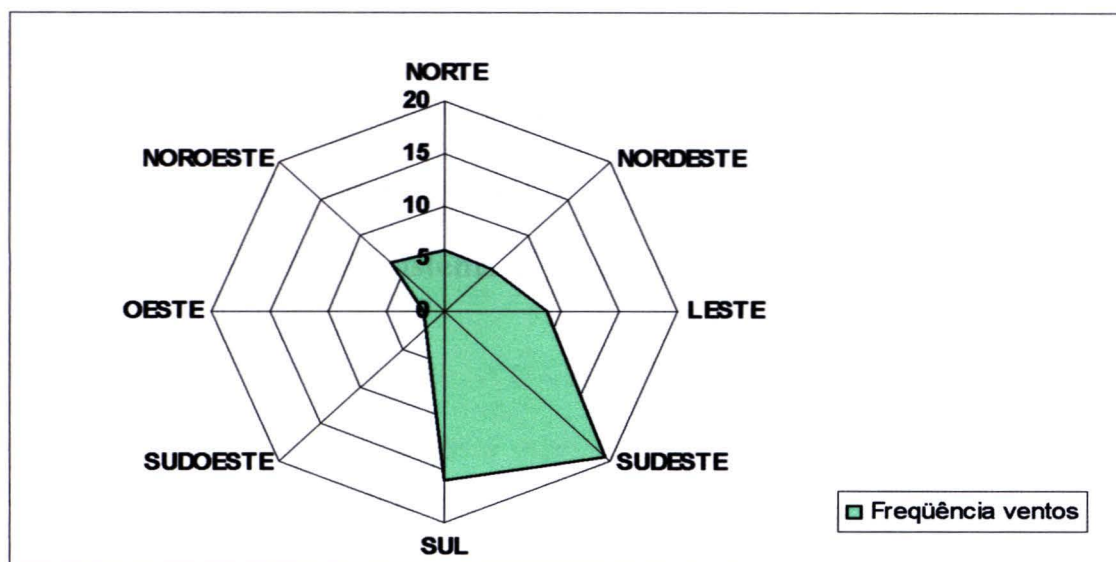


Figura 7 - Frequência dos ventos na área do empreendimento

4.2.2.2 Clima

O empreendimento se localiza na região do vale do Tietê, caracterizado por clima tropical úmido de altitude. O vale do Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo, é o que apresenta menores valores de pluviosidade e maiores perdas por evapotranspiração. Portanto, é o trecho mais quente e menos úmido em relação à bacia do Alto Tietê. A Tabela 13 apresenta o perfil dos dados climatológicos do município de São Paulo, no período de 1961 a 1990.

Tabela 13 – Dados climatológicos anuais do município de São Paulo - Média de 30 anos (1961-1990)

PARÂMETROS	MÉDIAS
ALTITUDE	792 metros
TEMPERATURA MÉDIA	19,3°C
PRECIPITAÇÃO TOTAL	1.455mm
UMIDADE REL. MÉDIA	78%
NEBULOSIDADE MÉDIA (0-10)	7,2

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, citado em CETESB.2001

4.2.2.3 Fontes Potenciais de Bioemissões

Os riscos potenciais de bioemissões da Unidade seriam a liberação de material particulado contendo microrganismos patogênicos. Neste sentido, as emissões atmosféricas emitidas pelo sistema de exaustão da Unidade devem ser consideradas como fontes potenciais.

4.2.2.3.1 Emissões Atmosféricas

Os padrões atuais de qualidade do ar, estabelecidos pela legislação, não permitem avaliar a qualidade microbiológica do ar, mas é interessante analisar os dados de Material Particulado da área de estudo, principalmente sobre o aspecto de partículas inaláveis (MP_{10} e $MP_{2,5}$), já que estas podem veicular os microrganismos.

No local do empreendimento, próximo à marginal Pinheiros, as principais fontes de emissão atmosférica são as emissões veiculares, consideradas fontes móveis.

O empreendimento possui seis chaminés e para o parâmetro material particulado verificou-se que a concentração média aritmética encontrada na última amostragem foi de $1,3\text{mg}/\text{Nm}^3$, sendo comparado com o limite de emissão para incineradores ($50\text{mg}/\text{Nm}^3$), conforme norma CETESB E1.5011. (AMBITERRA 2000b)

4.2.2.4 Análise das Áreas Receptoras em relação às Emissões Atmosféricas do Empreendimento

Considerando-se a primeira predominância de ventos, ou seja, de sudeste (frequência de 19,6%) a área afetada situa-se a cerca de 400 metros à jusante das emissões atmosféricas do empreendimento, o que corresponde a parte do Morro Jaguaré, mais próxima à Marginal Pinheiros. Em relação à segunda predominância, ventos de sul (frequência=16,0%), não há áreas residenciais ou industriais próximas ao empreendimento, sendo a área de influência mais próxima os galpões do próprio empreendimento, dentro da própria Unidade, a cerca de 40 metros à jusante desta direção. E por fim, a terceira predominância (frequência=8,8%), ventos de leste, afetando o Morro do Jaguaré, mais para o interior, a cerca de 300 metros à jusante das emissões do empreendimento.

Para se mensurar o impacto das emissões sobre estes receptores, deve-se avaliar a distância em que ocorrerá a máxima concentração relativa à emissão de um eventual poluente. Para esta estimativa foi utilizado o modelo de dispersão de poluentes, sugerido pela agência ambiental dos Estados Unidos (USA-EPA), modelo TSCREEN-Toxics Screening, uma versão simplificada do ISCST3 – Industrial Source Complex Short Term, recomendado para fontes industriais para determinação de impactos ou contribuições na qualidade do ar, o qual atende às recomendações do *Code of Federal Regulations CFR 40 - Part 51, appendix W – Guideline on Air Quality Models*. Para utilização deste modelo, foi necessário fornecer dados sobre as chaminés existentes no empreendimento objeto de estudo e informações da área de

abrangência, conforme descrito abaixo. Estes dados foram obtidos através do relatório de emissão atmosférica, do empreendimento (AMBITERRA 2000b).

A simulação foi realizada considerando-se uma chaminé com emissão total de material particulado:

- **Vazão das chaminés:** 69.117m³/h (vazão total das quatro chaminés).
- **Velocidade:** 12m/s (velocidade média de cada chaminé).
- **Área interna:** 1,59 m² (área calculada em função da vazão e velocidade).
- **Altura chaminé:** 13m.
- **Taxa de emissão média total de MP:** 0,0774Kg/h
- **Área empreendimento:** urbana.
- **Efeito:** “down wash” ou de turbulência
- **Temperatura média:** 20°C.
- **Topografia:** flat ou área plana.
- **Receptores:** distância de 300 a 400 metros e altura de 30 metros, em relação à base da chaminé.

Com relação aos dados meteorológicos, o modelo utilizado assume as condições mais desfavoráveis à dispersão, fornecendo valores conservativos para a concentração dos poluentes.

4.2.3 Descrição das Medidas Mitigadoras adotadas no Empreendimento

Para evitar a emissão dos gases e vapores com eventual contaminação por microrganismos, o empreendimento possui:

- Descarga dos veículos coletores em ambiente fechado e de forma isolada da área de processo;
- As portas no fosso de recepção são mantidas fechadas;
- A Unidade é dotada de sistema de exaustão, mantendo todo o processo sob pressão negativa, com a finalidade de evitar a fuga de ar contaminado do

processo para o exterior. O ar é conduzido até um sistema de filtração para posteriormente ser emitido para a atmosfera;

Além disso, o empreendimento possui ações preventivas, que asseguram a eficiência no controle das emissões atmosféricas, constituindo-se de:

- Rotinas de manutenção preventiva para o sistema de filtração e lavagem de ar;
- Limpeza dos dutos de ar;
- Rotinas de manutenção e supervisão de linhas e instrumentos;
- Controle e reposição dos filtros;
- Monitoramento periódico das emissões atmosféricas;

4.3 ETAPAS PARA O DESENVOLVIMENTO DAS AMOSTRAGENS

As amostragens foram realizadas em duas etapas, a primeira com o objetivo de se avaliar tempos de amostragem, meios de cultura e os pontos de coleta mais representativos e a segunda etapa para se avaliar a qualidade do ar dos ambientes selecionados. Para as duas etapas adotou-se a mesma técnica e equipamento de amostragem.

4.3.1 Equipamento de Amostragem Adotado para este Estudo

Em função das características das áreas físicas de amostragem, do manuseio e esterilização do equipamento de amostragem e principalmente aos objetivos específicos deste estudo, optou-se pela adoção do amostrador de ar tipo impactador com acelerador linear, de seis estágios, da marca Andersen, modelo 10-179,

calibrado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, em 29/11/01 – Certificado nº 41.554 e em 19/07/02 – Certificado nº 59.397.

Este amostrador é referenciado pela Norma ASTM E 884-82 (ASTM 1993) e Resolução ANVISA RE-09, de 16/01/03, o qual permite avaliar o tamanho das partículas, comparando-as ao sistema pulmonar humano, uma vez que em cada estágio são retidas partículas de tamanhos diferentes, de acordo com o diâmetro do orifício da placa metálica, propiciando a determinação da capacidade infectante das partículas de ar, em função do seu tamanho. As placas de cada estágio do amostrador são perfuradas com 400 orifícios, por onde o ar passa e encontra a Placa de Petri com meio de cultura adequado ao microrganismo pesquisado. A Tabela 14 associa o tamanho dos orifícios de cada estágio do amostrador, a velocidade do ar e a estrutura do sistema respiratório correspondente, onde as partículas poderiam ficar retidas.

Tabela 14– Amostrador tipo Andersen N6 - Comparação entre o tamanho de partículas e a estrutura do Sistema Respiratório Humano

Tamanho das Partículas	Estágios do amostrador	Diâmetro dos orifícios (mm)	Velocidade do Jato de Ar (m/s)	Estrutura do Sistema Respiratório Humano
≥ 7,0 µm	1	1,18	1,08	
7,0µm – 4,7µm	2	0,91	1,80	Região nasal e faringe
4,7µm – 3,3µm	3	0,71	2,96	Traquéia
3,3µm – 2,1µm	4	0,53	5,28	Brônquios
2,1µm – 1,1µm	5	0,34	12,78	Bronquíolos terminais
1,1µm – 0,65µm	6	0,25	23,29	Alvéolos pulmonares

Fonte: Manual do fabricante - Andersen Inc.

Durante a amostragem foi utilizada uma bomba de vácuo ajustada e calibrada para um pé cúbico de ar por minuto, que corresponde a uma vazão de 28,32 litros/minuto, conforme orientação do fabricante (ANDERSEN Inc.). O tamanho dos orifícios é constante para cada estágio, diminuindo a cada estágio subsequente. A velocidade do ar é uniforme no mesmo estágio, mas aumenta a cada estágio subsequente, conforme apresentado na Tabela 14 acima e desenho esquemático do amostrador (Figura 8).

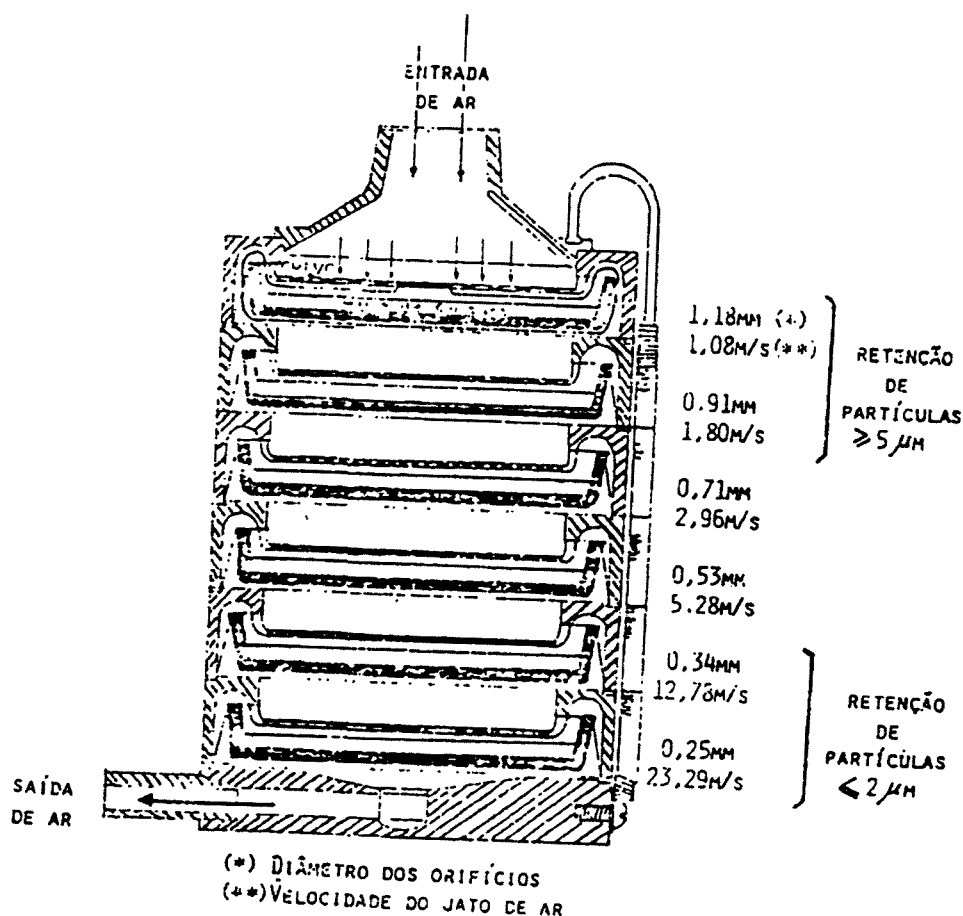


Figura 8– Desenho esquemático do amostrador de ar N6 - Andersen

4.3.2 Etapa I – Avaliação preliminar

Na Etapa I buscou-se avaliar diferentes tempos de amostragens e meios de cultura, além de identificar os prováveis pontos de coleta.

Para esta avaliação utilizou-se o plano de monitoramento de qualidade do ar intra planta, já adotado na Unidade em estudo. Através destes dados, verificou-se que tempos superiores a 15 minutos, em alguns pontos de coleta, podem inviabilizar a contagem de unidades formadoras de colônias, em função da presença de colônias invasoras de fungos, inclusive no ambiente externo.

Para a área de armazenamento dos resíduos e início da trituração não existiam dados para esta análise, os quais foram contemplados pela Etapa I deste estudo, quando foram realizadas amostragens nos meses de novembro/01 a abril/02, adotando-se tempos de amostragem de 6 e 11 minutos, para um volume fixo de 28,32 litros/minuto.

Nesse período, utilizou-se os meios de cultura Plate Count, Baird Parker e MaCconkey. Nesta primeira etapa, por se tratar de uma avaliação preliminar, foram realizadas apenas as contagens totais de unidades formadoras de colônias. As amostragens foram realizadas nos ambientes do fosso de recepção, operação, saída do sistema de filtragem e em um ponto externo e à montante da Unidade.

4.3.3 Etapa II - Avaliação microbiológica do ar na unidade em estudo

4.3.3.1 Número de amostras

Um dos objetivos deste trabalho é a caracterização preliminar da microbiota do ar dos pontos de coleta previamente estabelecidos, tratando-se, portanto, de um trabalho descritivo, não sendo possível a determinação do número de amostras estatisticamente representativo, já que para isto seria necessário conhecer, de forma qualitativa e quantitativa, a microbiota (população) da área de estudo e sua relação com fatores tais como a operação da Unidade, estações do ano, entre outros.

Como estes dados não existiam até o início deste projeto e considerando os recursos disponíveis para a execução desta pesquisa, definiu-se pela realização de sete amostragens, no período de junho/02 a dezembro/02, sendo realizada uma por mês.

Para cada ponto foram realizadas quatro coletas, utilizando-se quatro tipos diferentes de meios de cultura, de acordo com os grupos microbiológicos a serem pesquisados. Nos meses de novembro/02 e dezembro/02 foram utilizados cinco tipos de meio de cultura. A Tabela 15 apresenta o cronograma de amostragem e o número de coletas.

Não foram realizadas amostras em duplicata, em função dos custos previstos para o projeto, pois seriam necessários dois equipamentos similares para viabilizar amostragens simultâneas, para o mesmo ponto de coleta.

Tabela 15 – Número de coletas realizadas por dia de amostragem

PONTOS COLETA	DATAS DE COLETA							TOTAL COLETAS
	17/06/02	11/07/02	22/08/02	24/09/02	17/10/02	04/11/02	04/12/02	
Ambiente externo	04	04	04	04	04	05	05	30
Fosso de recepção	04	04	04	04	04	05	05	30
Saída Sistema de Exaustão	04	04	04	04	04	05	05	30
TOTAL COLETAS	12	12	12	12	12	15	15	90

4.3.3.2 Pontos de Coleta

Em função das dimensões físicas da Unidade objeto deste estudo os pontos selecionados foram:

- **PONTO 1 – Ambiente Externo:** área externa, à montante da Unidade, com o objetivo de se ter um parâmetro do ambiente natural, da região de estudo.
- **PONTO 2 – Fosso de Recepção dos RSS:** área de armazenamento do resíduo e início da trituração;
- **PONTO 3 – Saída do Sistema de Exaustão:** saída dos dutos do Sistema de Exaustão e filtragem do ar da Unidade;

A seleção destes pontos de coleta foi definida em função da Unidade ser constituída por um sistema totalmente fechado e as áreas potencialmente contaminadas estão sob pressão negativa e todo o ar destes ambientes segue para um sistema de filtragem, já detalhado neste trabalho. Portanto, o ponto de coleta principal para avaliação das emissões é a saída do sistema de filtragem (**Ponto 3** – saída do sistema de exaustão). Já, para a caracterização da microbiota, principal objetivo deste trabalho, selecionou-se uma área interna que teoricamente é a de maior contaminação, denominada

Ponto 2 – área de armazenamento e início da trituração, pois neste ponto os resíduos ainda não estão tratados e há uma concentração de material em suspensão, em função do processo de trituração. O **Ponto 1** será utilizado como referência para se avaliar a qualidade do ar interno em relação ao ar externo à Unidade. As Figuras 09, 10 e 11 identificam os pontos de amostragem definidos.



Figura 9 – Ponto de coleta 1 – Ambiente externo, à montante da Unidade (próximo à marginal Pinheiros).



Figura 10 – Ponto de coleta 2 – Área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração.

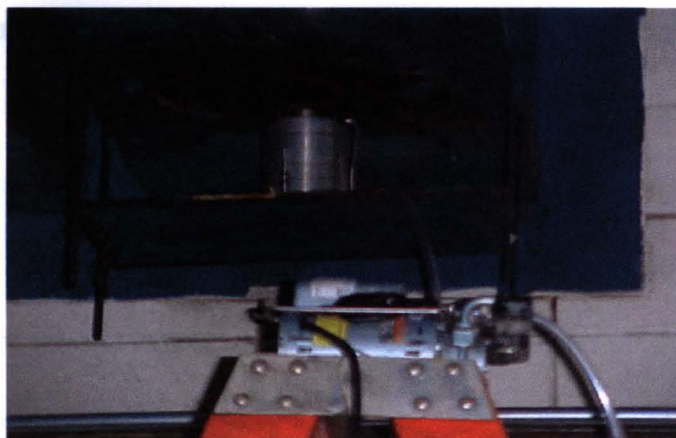


Figura 11 – Ponto de coleta 3 – Dutos do Sistema de Filtragem

4.3.3.3 Volumes amostrados

Adotou-se como tempo padrão de amostragem, para todos os pontos de coleta, o período de 11 minutos, que permite amostrar um volume maior de ar total de 311,3 litros e que a princípio não invalidaria as amostragens, em função da avaliação preliminar. Não foram adotados tempos diferenciados nas amostragens, para garantir o mínimo de resultados representativos, possíveis de serem interpretados numa mesma condição.

4.3.3.4 Dados gerais da amostragem

A definição do Ponto 1 – Ambiente externo foi estabelecido antes do início de cada dia amostragem, com auxílio de uma biruta, instalada no prédio da Unidade em estudo. Em função da direção do vento, determinou-se uma posição, na mesma direção do vento, mas à montante da Unidade em estudo.

Para os Pontos 1 e 2, o amostrador foi posicionado a 1,5 metros de altura em relação ao solo, conforme recomendado pela norma ASTM E 884-82 e Resolução ANVISA

RE nº 9 (Figuras 9 e 10). Para o Ponto 3, foi feita uma abertura no duto de saída do ar, em direção as chaminés, onde o amostrador foi posicionado, utilizando-se uma plataforma como suporte (Figura 11). Todas as amostragens foram realizadas no período diurno, entre 8h e 12h, em operação normal e contínua de recebimento e tratamento dos resíduos infectantes.

4.3.3.4.1 Parâmetros Climáticos

Foram definidos três parâmetros climáticos, utilizados durante todas as amostragens: *temperatura, umidade e direção dos ventos*, os quais foram registrados em formulário específico (Anexo II). As temperaturas e as umidades foram registradas através do equipamento Thermo Hygrometer, modelo MAM880D-8703, da marca TRACOM, calibrado em 30/01/02, pelo próprio fabricante. O objetivo do registro destes parâmetros foi o de avaliar associações destes às espécies identificadas e se existem variações ao longo das campanhas de amostragem. A direção do vento foi avaliada para se determinar o ponto de coleta à montante da Unidade e verificar a predominância dos ventos.

4.3.3.4.2 Monitoramento do Processo

Todas as amostragens foram realizadas em condições normais de processo. Para isto, foram registrados, através de formulário específico (Anexo II), os parâmetros relacionados ao sistema de exaustão e filtragem do ar interno, ou seja, as pressões registradas nos manômetros ligados às chaminés 1 e 2 do fosso de armazenamento dos resíduos (Ponto 3 de amostragem).

4.3.3.5 Indicadores microbiológicos

Com base na revisão bibliográfica e os objetivos deste trabalho as amostragens foram realizadas para determinação de contagem total de bactérias heterotróficas, pesquisa de bacilos Gram-negativos e cocos Gram-positivos e negativos, pois, sabe-se que alguns representantes destes grupos são responsáveis por doenças respiratórias primárias como as pneumonias ou estão relacionados às infecções hospitalares, além de estarem presentes nos resíduos de serviços de saúde.

4.3.3.6 Meios de Cultura

Para cada ponto de coleta foram utilizados 04 tipos de meio de cultura. Nos meses de novembro e dezembro/03 foram utilizados 05 tipos de meio de cultura, quando foi incluído o Agar Azida Sangue para avaliar a presença de estreptococos hemolíticos, já que através da revisão bibliográfica verificou-se a importância da pesquisa deste microrganismo.

4.3.3.6.1 Contagem Total de Unidades Formadoras de Colônias (UFC)

Para a determinação da contagem total de unidades formadoras de colônias foram utilizados dois meios de cultura desidratados: o PSA (Plate Count Agar) e TSA (Trypticase Soy Agar), recomendados para amostras ambientais, clínicas e de alimentos. O TSA é utilizado para isolar e cultivar microrganismos fastidiosos e o PCA para contagem de bactérias aeróbias, normalmente para determinação de populações.

O objetivo de se utilizar dois meios de cultura nutritivos foi o de se avaliar diferenças na recuperação dos microrganismos, nas condições de amostragem definidas, em especial para os bacilos Gram-negativos. Os meios de cultura, ambos da marca Merck, foram preparados de acordo com as recomendações do fabricante. Não foi adicionado nenhum tipo de inibidor ou componentes seletivos, para que fosse possível se avaliar a máxima eficiência do meio de cultura.

4.3.3.6.2 Meios de Cultura Seletivos e Diferenciais

Para cada um dos grupos pesquisados adotou-se um meio de cultura seletivo e diferencial, conforme apresentado na Tabela 16. O objetivo desta análise foi o de avaliar se os meios seletivos e diferenciais apresentavam sensibilidade adequada na recuperação do microrganismo, para amostras de ar, agilizando os processos de monitoramento ambiental. Os meios de cultura utilizados apresentam-se na forma desidratada e foram preparados de acordo com as recomendações do fabricante (Merck).

Tabela 16 - Meios de cultura seletivos e diferenciais e suas aplicações

MEIO DE CULTURA	APLICAÇÃO	PRINCÍPIO	CARACTERÍSTICAS COLÔNIAS
MacConkey Agar	Bactérias Gram-negativas	O meio de cultura contém cristal violeta e sais de bile que inibem bactérias Gram-positivas	Vermelhas, pink para os coliformes fecais e transparentes para as demais.
Baird Parker Agar Base	Bactérias do grupo <i>Staphylococcus</i>	A seletividade do meio se dá pela presença de Potássio Telurito que permite o crescimento somente dos <i>Staphylococcus</i> .	Pretas com ou sem halo
Azide Blood Agar Base, com 5% de hemácias de carneiro desfibrinada	Bactérias Gram-positiva, incluindo o gênero dos <i>Streptococcus</i>	O Azida é o agente inibidor para as bactérias Gram-negativas e o uso de sangue determina a hemólise	Vermelhas queimadas (cor de sangue) com ou sem halo

4.3.3.7 Temperaturas e tempos de incubação das amostras

Considerando-se que esta pesquisa busca a identificação de microrganismos que podem causar danos à saúde humana, a faixa de temperatura de incubação adotada foi a de $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Para o tempo de incubação foram utilizadas as recomendações das normas CETESB e Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (18ª edição), conforme apresentado na Tabela 17 abaixo.

Tabela 17 - Tempos de incubação

Grupos microrganismos	Meio de cultura	Tempo de incubação	Normas
Bactérias heterotróficas	PCA e TSA	24h e 48h	CETESB L5.201
Bacilos Gram negativos	MacConkey Agar	24h e 48h	Standard Methods for the examination of water and wastewater
<i>Staphylococcus</i>	Baird Parker Agar Base	48h	CETESB L5.206
<i>Streptococcus</i>	Azide Blood Agar Base	24h, e 48h	Standard Methods for the examination of water and wastewater

4.3.3.8 Contagem de Unidades Formadoras de Colônias/ m³

Para todos os meios de cultura foi realizada a contagem de todas as colônias visíveis e que não apresentavam confluência. Para as placas que possuíam colônias invasoras, em especial de fungos, o critério adotado foi o de efetuar a contagem em porções representativas da placa, quando as colônias estivessem bem distribuídas, fora da

área ocupada pela colônia invasora e que esta não tenha excedido metade da área da placa (CETESB 1986).

O tempo de amostragem de 11 minutos, utilizado nas coletas, teve como objetivo assegurar uma contagem entre 30 e 300 colônias. Utilizou-se para as contagens um contador de colônias tipo Quebec. Os resultados foram anotados em formulários específicos, utilizados pelo laboratório de análise.

4.3.3.9 Expressão dos resultados

Os resultados da contagem foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por metro cúbico (UFC/m³), que representam o número de partículas viáveis por metro cúbico de ar amostrado.

Este cálculo é obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{UFC/ m}^3 = \frac{\text{n}^\circ \text{ total de colônias de todas as placas}}{\text{volume total amostrado (m}^3\text{)}}$$

Como a vazão da bomba do amostrador está ajustada para 1 pé cúbico, para efeito de cálculo é necessária a conversão para um metro cúbico, da seguinte forma:

1 CFM (cubit feet per minute) = 0,472 L/seg = 28,32 L/min = 0,02832 m³/min,
então: **volume total amostrado = 0,02832 m³/min x tempo total amostrado (min)**

Seguindo a Norma ASTM E 884, para as contagens onde pelo menos uma das placas apresentar valores maiores que 300 colônias ou houver crescimento de colônias invasoras de fungos, o resultado será expresso como “ > que” o valor efetivamente

encontrado. Se para todas as placas, as contagens forem maiores que 300 UFC o resultado será expresso como “TNTC” (too numerous to count).

4.3.3.10 Testes bioquímicos para identificação microbiológica

Em função dos recursos disponíveis para este projeto, a técnica adotada para a identificação microbiológica foi a série bioquímica, utilizando-se um produto denominado “Galeria API”, comercializado pela empresa BioMérieux, que consiste em um sistema padronizado que combina testes bioquímicos convencionais, realizados simultaneamente, que permite a identificação de uma extensa lista de bactérias.

Para isto, após a contagem das unidades formadoras de colônias, selecionou-se, quando possível, 05 colônias, de cada conjunto de 06 placas, adotando-se como critério a seleção de colônias isoladas, médias e com características morfológicas diferentes. Estas colônias foram cultivadas em caldo nutritivo, incubadas a $35^{\circ}\text{C}+2^{\circ}\text{C}$, por 24 horas. Após este período, uma alíquota deste caldo foi semeada em agar nutritivo e novamente incubada a $35^{\circ}\text{C}+2^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, assegurando o isolamento das colônias.

A partir das colônias isoladas, realizou-se a coloração de Gram, para diferenciar as bactérias Gram negativas das Gram positivas, com base na retenção ou não do corante cristal-violeta. Para as bactérias, nas quais o cristal violeta é retido, a coloração, quando observada através de microscópio, será azulada ou roxa, sendo denominadas bactérias Gram-positivas. Para as bactérias, onde o cristal-violeta é

removido e a safranina ou corante similar é retido, a bactéria apresentará coloração avermelhada ou rosa e será denominada Gram-negativa.

Através da bibliografia sabe-se que alguns representantes dos bacilos Gram-negativos, cocos Gram-positivos e negativos são os principais responsáveis por doenças de transmissão aérea. Assim, o segundo passo foi isolar estas colônias para posterior teste bioquímico e determinar o tipo de Galeria API a ser utilizada.

O princípio da Galeria API é avaliar as reações bioquímicas dos microrganismos pesquisados para uma série de testes com substratos conhecidos e que estatisticamente sabe-se o percentual de resultados positivos, para cada microrganismo que compõe a base de dados deste produto.

A galeria API é constituída por microtubos que contém substratos desidratados para a detecção de atividades enzimáticas ou de fermentação de açúcares. Estes testes são realizados a partir de um inóculo de suspensão densa da cultura pura, da colônia selecionada e isolada. As reações produzidas durante o período de incubação traduzem-se por alterações na cor do substrato ou reveladas por adição de reagentes. Da mesma forma, os tubos com testes de fermentação são inoculados com um meio enriquecido, contendo um indicador de pH, que re-hidrata os açúcares. A fermentação dos carboidratos leva à acidificação que se traduz por uma alteração de cor do indicador. A leitura de todas as reações é efetuada com o quadro de leitura de cores e a identificação é obtida através de um catálogo analítico do fabricante.

Para cada tipo de microrganismo ou grupo deve ser utilizada uma galeria específica.

A partir dos resultados da coloração de Gram, dos testes realizados nos meses de junho e julho/02, optou-se pela utilização das seguintes galerias:

❖ API 20 NE

Constituída por 08 testes convencionais e 12 testes de assimilação, conforme apresentado na Tabela 18, é indicada para a identificação de bacilos Gram-negativos.

Não é específica para bactérias entéricas, embora possa haver a identificação aproximada. Para a utilização desta galeria é necessário o teste prévio para oxidase, sendo que apenas as cepas com *oxidase (+)* devem ser submetidas aos testes desta galeria.

Tabela 18 – Galeria API 20 NE - Lista de testes bioquímicos

TESTES	SUBSTRATOS	REAÇÕES	RESULTADO	
			Negativo	Positivo
GLU	Glucose	assimilação	transparente	turvo
ARA	Arabinose			
MNE	Manose			
MAL	Maltose			
MAN	Manitol			
NAG	N-acetil-glucosamina			
GNT	Gluconato			
CAP	Caprato			
ADI	Adipato			
MLT	Malato			
CIT	Citrato			
PAC	Fenil-acetato			
NO ₃	Nitrato de potássio	Redução dos nitratos em nitritos	incolor	rosa à vermelho
		Redução dos nitratos em azoto	rosa	incolor
TRP	Triptofano	Formação de indol	Incolor, verde pálido ou amarelo	rosa
GLU	Glucose	Fermentação	azul à verde	amarelo
ADH	Arginina	Hidrólise da arginina	amarelo	laranja, rosa ou vermelho
URE	Uréia	Urease	Amarelo	laranja, rosa ou vermelho
ESC	Esculina	Hidrólise	amarelo	Cinza, castanho ou negro
GEL	Gelatina	Hidrólise (protease)	S/ pigmentação	Pigmento negro
PNPG	p-nitrofenil-β-D-galactopiranosido	β-galactosidase	incolor	amarelo

Fonte: Manual do fabricante BioMérieux, 2001.

❖ API Staph

Recomendada para identificar cocos Gram-positivos dos gêneros *Staphylococcus*, *Kocuria* e *Micrococcus*. É constituída de 19 testes enzimáticos, conforme apresentado na Tabela 19 abaixo. Para a utilização desta galeria é necessário o teste prévio para catalase, sendo que apenas as cepas com *catalase* (+) devem ser submetidas aos testes desta galeria.

Tabela 19 – Galeria API Staph - Lista de testes bioquímicos

TESTES	SUBSTRATOS	REAÇÕES	RESULTADO	
			Negativo	Positivo
GLU	D-Glucose	acidificação do meio, a partir do carboidrato.	vermelho	amarelo
FRU	D-Frutose			
MNE	D-Manose			
LAC	Lactose			
MAL	Maltose			
Ter	D-Trehalose			
MAN	D-Manitol			
XLT	Xilitol			
MEL	D-Melibiose			
NIT	Nitrato de potássio	Redução dos nitratos em nitritos	incolor à rosa pálido	vermelho
PAL	β -naftil ac fosfato	Fosfatase alcalina	amarelo	violeta
VP	Piruvato de sódio	Produção de acetil metil-cabitol	incolor à rosa pálido	violeta à rosa
RAF	Rafinose	Acidificação a partir do carboidrato	vermelho	amarelo
XYL	Xilose			
SAC	Sacarose			
MDG	α -metil-D-glucosido			
NAG	N-acetil-glucosamina			
ADH	Arginina	Hidrólise da arginina	amarelo	laranja à vermelho
URE	Uréia	Urease	Amarelo	vermelho à violeta

Fonte: Manual do Fabricante BioMérieux, 2001.

❖ **API Strep**

Associa 20 testes bioquímicos, conforme apresentado na Tabela 20, permitindo o diagnóstico do gênero ou espécie da maioria dos estreptococos e enterococos. Para a utilização desta galeria é necessário o teste prévio para catalase, sendo que apenas as cepas com *catalase* (-) devem ser submetidas aos testes desta galeria. É recomendado o teste de hemólise.

Tabela 20 - Galeria API Strep - Lista de testes bioquímicos

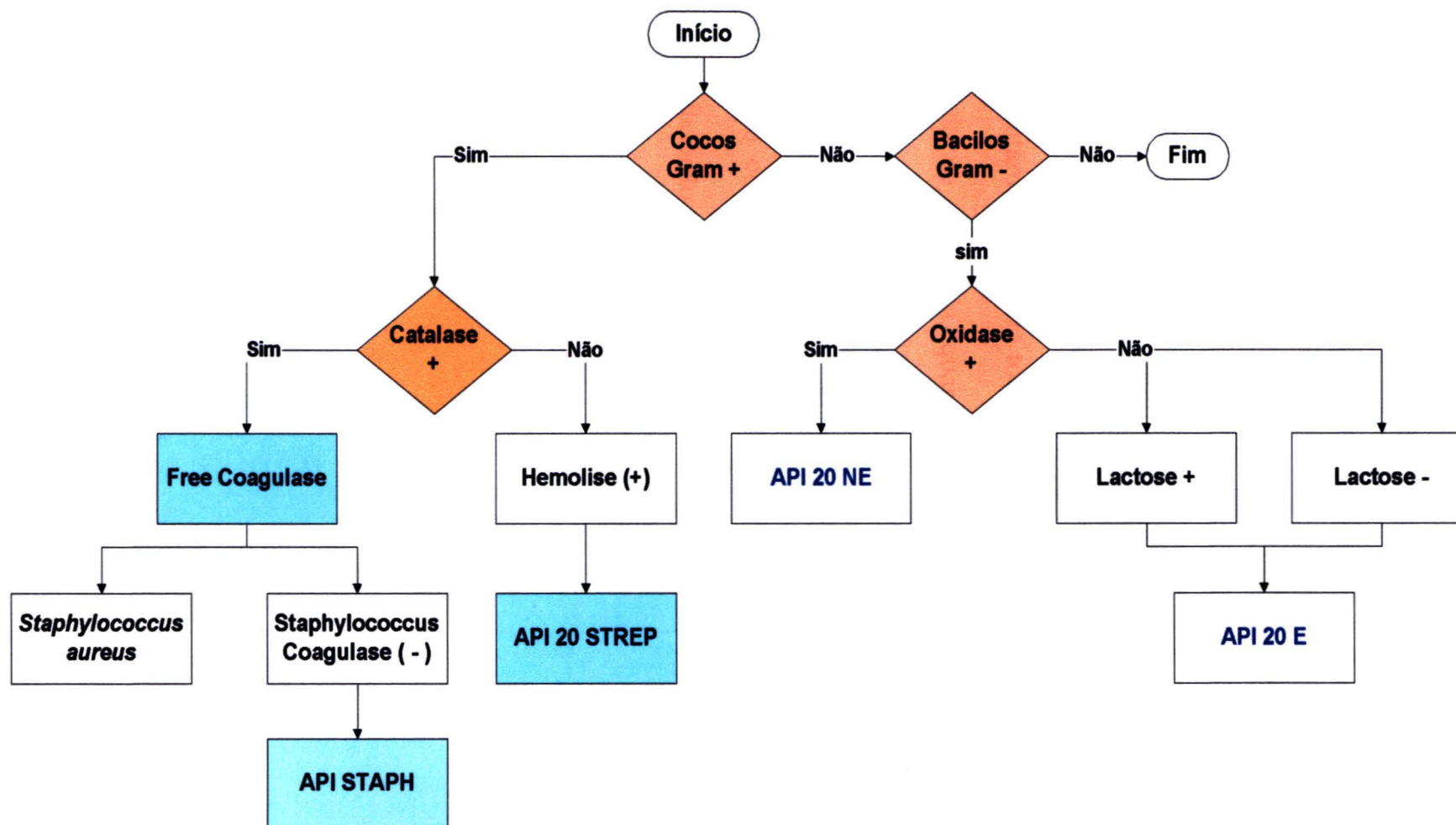
TESTES	SUBSTRATOS	REAÇÕES	RESULTADO	
			Negativo	Positivo
RIB	D-ribose	Acidificação	vermelho à laranja	amarelo
ARA	L-arabinose			
MAN	D-manitol			
SOR	D-sorbitol			
LAC	D-lactose			
TER	D-trealose			
INU	Inulina			
RAF	D-rafinose			
AMD	Amido			
VP	Piruvato de sódio	Produção de acetona	incolor	rosa à vermelho
HIP	Ácido hipúrico	Hidrólise	incolor à azul pálido	azul escuro à violeta
ESC	Esculina	Hidrólise	incolor	negro
PYRA	Ácido piroglutâmico	Arilamidase	incolor ou laranja pálido	laranja forte
αGAL	6-bromo-2-naftil-αD-galactopiranosido	α-GALactosidase	incolor	violeta
βGUR	Ácido naftol-ASBI-glucuronato	β-GURronidase	incolor	azul
βGAL	2-naftil-βD-galactopiranosido	β-GALactosidase	incolor	violeta
PAL	2-naftil fosfato	Fosfato alcalino	incolor	violeta
LAP	L-leucina-β-naftilamida	Leucina aminolpeptidase	incolor	laranja
ADH	L-arginina	Hidrólise da arginina	amarelo	laranja
GLYG	Glicogênio	Acidificação	vermelho à laranja	amarelo

Fonte: Manual do Fabricante BioMérieux, 2001.

Os resultados dos testes bioquímicos são expressos em percentual de identificação, que é um número entre 0-100%, representando o total de reações positivas que a cepa em estudo obteve quando comparada ao banco de dados já existente. Também, o resultado pode ser expresso em relação à “tipagem” da espécie, que é um número entre 0-1, representando a probabilidade de efetivamente ser a espécie indicada pelo teste. Esta análise é efetuada por reações específicas de cada espécie.

Por se tratar de um trabalho de caracterização da microbiota, adotou-se como referência a recomendação do fabricante, onde foram consideradas como resultado de caracterização apenas as espécies que obtiveram **percentual de identificação $\geq 75\%$ e/ou tipagem $\geq 0,5$** . Antes da utilização das galerias foram realizados testes de oxidase para os bacilos Gram-negativos, catalase para os cocos e hemólise para os cocos que obtiveram resultado catalase(-). A Figura 12 apresenta a seqüência de análises que determinaram a utilização de cada tipo de Galeria API.

Figura 12 - Fluxo para seleção da Galeria API



4.3.3.11 Controle de Qualidade

As amostragens e as análises laboratoriais foram realizadas por laboratório particular. Através de visita prévia ao laboratório, validaram-se as técnicas laboratoriais, o controle de qualidade adotado e os registros a serem utilizados. Para todos os dias de amostragem, o amostrador de Andersen era submetido, previamente, ao processo de desinfecção, através de autoclave, no laboratório. Para cada ponto de coleta e em cada amostragem, o equipamento era desinfetado com álcool 70% e ao final da amostragem, um conjunto de placas era inserido no equipamento desligado, para identificar eventual contaminação. Para todas as análises, os meios de cultura eram submetidos à avaliação de eficiência, quanto a sua especificidade e esterilização. Para as galerias API aceitou-se os testes de controle de qualidade realizados pelo fabricante, evidenciados pelos certificados de qualidade. Em todas as galerias um dos tubos é utilizado como controle de esterilidade, não sendo inoculada a cepa em estudo. Caso haja alteração de cor neste tubo, indicará eventual contaminação e o teste é cancelado.

5 RESULTADOS

O plano de amostragem proposto para este trabalho foi cumprido, conforme descrito no item Materiais e Métodos.

A Tabela 21 apresenta os resultados da Etapa I – Avaliação preliminar. Verifica-se que o maior valor de contagem total de unidades formadoras de colônias foi de 1.037, para o tempo de 6 minutos de amostragem, no meio de cultura Plate Count e no ponto de coleta de maior contaminação.

Tabela 21 – Resultados da Etapa I - Avaliação Preliminar

Pontos de coleta	Meio de cultura	Tempo de coleta	Volume amostrado	UFC/ m ³ (Contagem Total = Σ de 06 placas de meio de cultura/ volume amostrado)					
				13/11/01	07/01/02	16/01/02	05/02/02	26/03/02	10/04/02
FOSSO DE RECEPÇÃO	Plate Count	6	169,8	750	85	410	384	1037	491
	Baird Parker	11	311,3	--	--	--	--	213	146
	MCconkey	11	311,3	--	0	69	05	311	177
OPERAÇÃO	Baird Parker	11	311,3	0	0	0	0	0	0
SAÍDA DO SISTEMA DE FILTRAGEM	Plate Count	11	311,3	--	--	--	--	--	8
	Baird Parker	11	311,3	0	0	0	0	0	0
	MCconkey	11	311,3	--	--	--	--	0	0
AMBIENTE EXTERNO	Plate Count	11	311,3	120	334	--	--	--	--
	MCconkey	11	311,3	--	0	--	--	0	--
	Baird Parker	11	311,3	0	0	0	0	0	0

(--) não realizada amostragem

Este valor representa uma média de 172 UFC por placa do amostrador, não ultrapassando o valor de 300 UFC recomendado pela ASTM. Por meio destes resultados foi possível estabelecer o tempo padrão para as amostragens da Etapa II – Avaliação microbiológica do ar na unidade em estudo, para a qual foi utilizado, para todos os pontos de coleta, o período de 11 minutos, que permite amostrar um volume maior de ar, total de 311,3 litros.

A partir de junho/02 até dezembro/02 foram realizadas as amostragens da Etapa II – Avaliação microbiológica do ar na unidade em estudo. Durante as amostragens foram registrados dados de temperaturas e umidades dos pontos de coleta. A Tabela 22 apresenta o resultados dos dados climáticos do ambiente externo. Os resultados confirmam a frequência dos ventos de Sudeste, na região do empreendimento, conforme levantado no Estudo de Impacto Ambiental (AMBITERRA 1998).

Tabela 22 – Pontos de coleta da área externa e temperaturas e umidades registradas durante as amostragens.

DATA AMOSTRAGEM	DIREÇÃO DOS VENTOS	PONTO DE COLETA (ambiente externo à montante)	PARÂMETROS METEOROLÓGICOS (médias)		
			Condição	Temperatura (°C)	Umidade (%)
17/06/02	Noroeste	Almoxarifado	Bom	18,5°C	43,0
11/07/02	Leste	Próximo à marginal Pinheiros	nublado	15,7°C	65,5
22/08/02	Noroeste	Almoxarifado	Bom	24,0°C	32,9
24/09/02	Sudeste/ Leste	Próximo à marginal Pinheiros	Nublado com chuvisco	19,4°C	57,4
17/10/02	Sudeste/ Leste	Próximo à marginal Pinheiros	Bom	17,5°C	44,5
14/11/02	Sudeste	Próximo à marginal Pinheiros	Bom	25,5°C	48,4
04/12/02	Sudeste	Próximo à marginal Pinheiros	chuvoso	27,0°C	74,5

Com relação aos dados de dispersão de poluentes, os resultados da modelagem, em termos de concentrações máximas ao nível do solo, conforme apresentado no Anexo I, mostram que os valores mais expressivos referem-se às distâncias de 30 metros e 100 metros, com valores de concentrações de $28,42\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $19,64\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Estas distâncias compreendem a área do próprio empreendimento. Para o parâmetro material particulado (MP) os resultados da modelagem para a concentração máxima foram de $1,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, considerando-se a área de influência de 300 a 400 metros de distância, ou seja, o morro do Jaguaré.

Para todos os dias de amostragem foram monitoradas as condições do sistema de exaustão, através do registro da pressão dos manômetros deste sistema. Os filtros são considerados saturados se estiverem operando em pressões acima de 2,5 polegadas de coluna d'água. Verificou-se que para todos os dias de amostragem os valores de pressão dos filtros estavam abaixo do valor de referência, indicando que o sistema de exaustão operava em condições satisfatórias, conforme demonstrado na Tabela 23.

Tabela 23 – Registro das pressões dos filtros HEPA

DATA AMOSTRAGEM	PRESSÃO DOS FILTROS (polegadas de coluna d'água)	
	HEPA 1ª CHAMINÉ	HEPA 2ª CHAMINÉ
17/06/02	2,0	2,4
11/07/02	0,6	1,1
22/08/02	0,8	1,9
24/09/02	1,5	1,4
17/10/02	2,2	1,3
14/11/02	0,6	2,3
04/12/02	0,7	0,9

Os resultados de contagem de unidades formadoras de colônias por metro cúbico, de cada dia de amostragem e respectivas identificações são apresentados através das Tabelas 33 a 47, nas quais também constam o número de colônias selecionadas, suas características morfológicas, o número de cepas aprovadas para identificação bioquímica e os resultados desta identificação. Para uma melhor visualização dos resultados, os dados foram compilados e serão relatados por dia de amostragem.

Na amostragem de 17/06/02, conforme apresentado na Tabela 24 não houve crescimento de colônias de bactérias no Ponto 1 e 3. Também, não houve crescimento nas placas do meio de cultura Baird Parker do Ponto 2. Houve crescimento de fungos nas placas do 1º estágio do amostrador, nos meios de cultura PCA e TSA, do Ponto 2.

Tabela 24 – Sumário dos resultados de UFC/m³ – Dia 17/06/02

PONTO DE COLETA	MEIO DE CULTURA	CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	PARÂMETROS AMBIENTAIS			
				Temperatura (°C)		Umidade (%)	
				Min.	Max.	Min.	Max.
Ponto 2-Fosso de recepção dos RSS	PCA	>195	>626	26,0	27,0	42,8	43,6
	TSA	>182	>584				
	MC	3	10				
	BP	0	0				

Conforme apresentado na Tabela 25, na amostragem de 11/07/02 não houve crescimento de colônias de bactérias nos Pontos 1 e 3. Houve confluência de colônias de fungos, nos meios de cultura PCA e TSA, nas placas do 1º estágio do amostrador, no Ponto 1 e nas placas do 1º e 2º estágios, no Ponto 2.

Tabela 25 – Sumário dos resultados de UFC/m³ - Dia 11/07/02

PONTO DE COLETA	MEIO DE CULTURA	CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	PARÂMETROS AMBIENTAIS			
				Temperatura (°C)		Umidade (%)	
				Min.	Max.	Min.	Máx.
Ponto 2- Fosso de recepção dos RSS	PCA	>245	>786	19,7	25,9	55,0	58,7
	TSA	>76	>244				
	BP	77	247				
	MC	0	0				

Na amostragem de 22/08/02, conforme apresentado na Tabela 26, houve confluência de fungos nos Pontos 1 e 2, nas placas do 1º estágio do amostrador, dos meios de cultura PCA e TSA. Não houve crescimento nas placas do meio de cultura Baird Parker e MacConkey do Ponto 1 e McConkey do Ponto 2. Não houve crescimento no Ponto 3.

Tabela 26 - Sumário dos resultados de UFC/m³ - Dia 22/08/02

PONTO DE COLETA	MEIO DE CULTURA	CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	PARÂMETROS AMBIENTAIS			
				Temperatura (°C)		Umidade (%)	
				Min.	Max.	Min.	Máx.
Ponto 1 -Ambiente exteno	PCA	> 88	>282	18,0	19,0	42,5	43,0
	TSA	> 92	>295				
	BP	0	0				
	MC	0	0				
Ponto 2 -Fosso de recepção dos RSS	PCA	>113	>363	26,2	26,8	43,0	45,4
	TSA	>83	>266				
	BP	41	132				
	MC	0	0				

Conforme apresentado na Tabela 27 na amostragem de 24/09/02 não houve crescimento nos Pontos 1 e 3. Também, não houve crescimento de fungos em nenhum dos pontos e nas placas TSA e McConkey do Ponto 2.

Tabela 27 – Sumário dos resultados de UFC/m³ - Dia 24/09/02

PONTO DE COLETA	MEIO DE CULTURA	CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	PARÂMETROS AMBIENTAIS			
				Temperatura (°C)		Umidade (%)	
				Min.	Max.	Min.	Máx.
Ponto-2-Fosso de recepção dos RSS	PCA	2	6	18,2	24,9	49,6	55,5
	TSA	0	0				
	MC	0	0				
	BP	1	3				

Na amostragem de 17/10/02 não houve crescimento nos Pontos 1 e 3. No ponto 2 houve crescimento de fungos na placa do 1º estágio do amostrador, no meio de cultura TSA e não houve crescimento nos meios Baird Parker e McConkey, conforme apresentado na Tabela 28.

Tabela 28 – Sumário dos resultados de UFC/m³ - Dia 17/10/02

PONTO DE COLETA	MEIO DE CULTURA	CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	PARÂMETROS AMBIENTAIS			
				Temperatura (°C)		Umidade (%)	
				Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Ponto-2-Fosso de recepção dos RSS	PCA	2	6	26,1	31,0	40,4	47,4
	TSA	21	67				
	BP	0	0				
	MC	0	0				

Na amostragem de 14/11/02, conforme apresentado na Tabela 29 não houve crescimento nos Pontos 1 e 3. Houve confluência de fungos no Ponto 2, nas placas do 1º estágio do amostrador, dos meios PCA e TSA. Não houve crescimento nas placas do meio de cultura Baird Parker e MacConkey para o Ponto 2. Como até o mês de outubro não tinha sido verificado crescimento de cocos Gram-positivos, catalase(-), decidiu-se por realizar amostragens com o meio seletivo e diferencial Agar Azida Sangue, onde nesta amostragem apresentou crescimento.

Tabela 29 – Sumário dos resultados de UFC/m³ - Dia 14/11/02

PONTO DE COLETA	MEIO DE CULTURA	CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	PARÂMETROS AMBIENTAIS			
				Temperatura (°C)		Umidade (%)	
				Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Ponto 2- Fosso de recepção dos RSS	PCA	>27	>87	21,6	29,6	57,7	63,1
	TSA	>27	>87				
	BP	0	0				
	MC	0	0				
	Agar Azida Sangue	5	16				

Na amostragem de 04/12/02 não houve crescimento nas placas do meio de cultura Baird Parker, MacConkey e Agar Azida Sangue do Ponto 1. Houve confluência de fungos e bactérias no Ponto 2, nas placas do 1º, 2º e 3º estágio do amostrador, no meio de cultura PCA. Não houve crescimento no Ponto 3, conforme apresentado na Tabela 30.

Tabela 30 - Sumário dos resultados de UFC/m³ - Dia 04/12/02

PONTO DE COLETA	MEIO DE CULTURA	CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	PARÂMETROS AMBIENTAIS			
				Temperatura (°C)		Umidade (%)	
				Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Ponto 1- ambiente externo	PCA	8	26	26,7	27,3	74,0	75,0
	TSA	1	3				
	BP						
	MC						
	Agar Azida Sangue						
Ponto 2- Fosso de recepção dos RSS	PCA	24	77	32,5	40,7	47,9	51,3
	TSA	20	64				
	BP	2	6				
	MC	2	6				
	Agar Azida Sangue	3	10				

A Tabela 31 apresenta de forma sumarizada as bactérias identificadas no Ponto 2 e respectiva quantidade de colônias isoladas. A Tabela 32 apresenta os gêneros de fungos encontrados nas amostras que apresentaram confluência. Vale ressaltar, que o

objetivo deste trabalho não era a contagem e identificação de fungos, mas como conhecimento adicional estes microrganismos também foram considerados.

Tabela 31 – Bactérias identificadas no Ponto 2 – área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração e respectiva frequência

BACTÉRIAS	NÚMERO DE COLÔNIAS ISOLADAS
BACILOS GRAM (-)	
<i>Aeromonas caviae/hidrophila</i>	06
<i>Aeromonas salm. salmonicida</i>	01
<i>Agrobacterim radiobacter</i>	01
<i>Brevundimonas diminuta</i>	01
<i>Burkholderia cepacia</i>	04
<i>Chryseomonas indologenes</i>	01
<i>Chryseomonas lutela</i>	02
<i>Flavimonas oryzihabitans</i>	01
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	01
<i>Pasteurella spp</i>	01
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	01
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	01
COCOS GRAM (+)	
<i>Staphylococcus cohnii ureal</i>	02
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	01
<i>Staphylococcus xylosus</i>	03
<i>Staphylococcus warneri</i>	01
<i>Staphylococcus hominis</i>	01
<i>Kocuria rósea/varians (Micrococcus)</i>	01
<i>Micrococcus spp</i>	01
<i>Aerococcus viridans</i>	04
<i>Listeria spp</i>	01

Tabela 32 – Gênero de fungos encontrados no ponto 1 – área externa e ponto 2 – área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração

DATA	PONTO 1 - AMBIENTE EXTERNO	PONTO 2 – ÁREA DE ARMAZENAMENTO DOS RESÍDUOS NÃO TRATADOS
17/06/02	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Rhodotorula rubra</i> <i>Aureobasidium sp</i>	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i>
11/07/02	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Trichoderma sp</i> <i>Byssochlamys sp</i>	<i>Aspergillus sp</i> <i>Cladosporium sp</i>
22/08/02	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Rhodotorula rubra</i>	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Rhodotorula rubra</i>
24/09/02	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Rhodotorula rubra</i>	<i>Aspergillus sp</i> <i>Cladosporium sp</i>
17/10/02	<i>Cladosporium sp</i> <i>Alternaria sp</i>	<i>Aspergillus sp</i> <i>Cladosporium sp</i>
14/11/02	<i>Aspergillus sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Trichoderma sp</i>	<i>Aspergillus sp</i> <i>Trichoderma sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Rhodotorula rubra</i>
04/12/02	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i> <i>Trichoderma sp</i>	<i>Aspergillus sp</i> <i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i>

TABELA 33: RESULTADOS DE CONTAGEM - AMOSTRAGEM DIA 17/06/2002

PONTO COLETA	MEIO CULTURA	PLACAS DE MEIO DE CULTURA**						CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	N° DE COLÔNIAS ISOLADAS	N° COLÔNIAS P/ IDENTIFICAÇÃO	N° COLÔNIAS IDENTIFICADAS
		P1	P2	P3	P4	P5	P6					
AMBIENTE EXTERNO	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSSO DE RECEPÇÃO RSS	PCA	4 + F	32	55	32	14	58	195	626	5	2	2
	TSA	8 + F	34	30	54	24	32	182	584	5	4	3
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	1	1	0	0	1	3	10	3	1	1
SAÍDA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PCA = Plate count agar

TSA = Tryptic Soy Agar

BP = Parker Agar

MC = MacConkey Agar

F = presença de fungos

nr = ensaios não realizados

** = cada placa representa um estágio no amostrador modelo NA-6, marca Andersen

TABELA 34 - Resultados de identificação microbiológica da amostragem do dia 17/06/02

PONTO COLETA	IDENT. COLÔNIA	MEIO CULTURA	CARACTERÍSTICAS COLÔNIA	COLOR. GRAM	REAÇÕES BIOQUÍMICAS		RESULTADO GALERIA API	% IDENT.	TIP.
					CATALASE	OXIDASE			
FOSSO DE RECEPÇÃO DOS RSS	1	PCA	creme redonda lisa	bacilo (-)		-			
	2	PCA	amarela redonda lisa	bacilo (-)		+	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	97,5	0,76
	3	PCA	amarela redonda lisa	bacilo (-)		+	<i>Chryseomonas indologenes</i>	99,5	0,94
	4	PCA	creme redonda lisa	bacilo (-)		-			
	5	PCA	amarela redonda lisa	bacilo (-)		+			
	6	TSA	branca lisa pequena	cocos (+)	+	-	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	87,2	0,83
	7	TSA	creme uniforme	bacilo (-)		+			
	8	TSA	amarela redonda pequena	cocos (+)	+	-	<i>Kocuria rosea/ varians</i>	91,7	0,49
	9	TSA	creme redonda	bacilo (-)		+	<i>Aeromonas caviae/ hidrophila</i>	97,8	0,61
	10	TSA	alaranjada redonda	bacilo (-)		-			
	11	Mconkey	pink redonda rugosa	bacilo (-)		-			
	12	Mconkey	amarelada redonda	bacilo (-)		+	<i>Aeromonas caviae/ hidrophila</i>	99,2	0,73
	13	Mconkey	amarelada centro rosa	bacilo (-)		-			

TABELA 35: RESULTADOS DE CONTAGEM - AMOSTRAGEM DIA 11/07/2002

PONTO COLETA	MEIO CULTURA	PLACAS DE MEIO DE CULTURA**						CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	Nº DE COLÔNIAS ISOLADAS	Nº COLÔNIAS P/ IDENTIFICAÇÃO	Nº COLÔNIAS IDENTIFICADAS
		P1	P2	P3	P4	P5	P6					
AMBIENTE EXTERNO	PCA	0+F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0+F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSSO DE RECEPÇÃO RSS	PCA	115+F	50+F	42	84	98	21	245	786	5	1	0
	TSA	66+F	26	13	12	18	7	76	244	5	3	3
	BP	22	10	6	19	17	3	77	247	5	3	3
	MC	7	2	4	4	3	0	20	64	5	2	2
SAÍDA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PCA = Plate count agar

TSA = Tryptic Soy Agar

BP = Parker Agar

MC = MacConkey Agar

F = presença de fungos

nr = ensaios não realizados

** = cada placa representa um estágio no amostrador modelo NA-6, marca Andersen

TABELA 36 - Resultados de identificação microbiológica da amostragem do dia 11/07/02

PONTO COLETA	IDENT. COLÔNIA	MEIO CULTURA	CARACTERÍSTICAS COLÔNIA	COLOR. GRAM	REAÇÕES BIOQUÍMICAS		RESULTADO GALERIA API	% IDENT.	TIP.
					CATALASE	OXIDASE			
FOSSO DE RECEPÇÃO DOS RSS	1	PCA	creme redonda lisa	bacilo (-)		-			
	2	PCA	creme com halo	bacilo (-)		+			
	3	PCA	creme com halo	bacilo (-)		+	<i>Myroides spp</i>	61,2	0,67
	4	PCA	creme lisa grande	bacilo (-)		-			
	5	PCA	creme lisa	bacilo (-)		-			
	6	TSA	esporulada branca	bacilo (-)		+	<i>Chryseomonas luteola</i>	95,2	0,29
	7	TSA	creme lisa	bacilo (-)		+			
	8	TSA	creme lisa	bacilo (-)		+	<i>Aeromonas caviae/ hydrophila</i>	93,5	0,52
	9	TSA	creme lisa	bacilo (-)		+			
	10	TSA	creme rugosa	cocos(+)	+		<i>Staphilococcus xylosus</i>	99,8	0,83
	11	BP	preta com halo	cocos(+)	+		<i>Staphilococcus cohnii ureal</i>	99,9	0,84
	12	BP	preta sem halo	bacilo (-)	+				
	13	BP	preta com halo	cocos(+)	+		<i>Micrococcus spp</i>	99,2	0,24
	14	BP	preta com halo	cocos(+)	+		<i>Staphilococcus cohnii ureal</i>	99,8	0,87
	15	BP	preta sem halo	bacilo (-)					
	16	Mconkey	redonda grande pink	bacilo (-)		+	<i>Aeromonas caviae/hydrophila</i>	93,5	0,52
	17	Mconkey	redonda pequena rosa	bacilo (-)		-			
	18	Mconkey	pink grande	bacilo (-)		-			
	19	Mconkey	rosa pequena	bacilo (-)		+	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	85,2	0,14
	20	Mconkey	rosa pequena	bacilo (-)		+			

TABELA 37: RESULTADOS DE CONTAGEM - AMOSTRAGEM DIA 22/08/2002

PONTO COLETA	MEIO CULTURA	PLACAS DE MEIO DE CULTURA**						CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	Nº DE COLÔNIAS ISOLADAS	Nº COLÔNIAS P/ IDENTIFICAÇÃO	Nº COLÔNIAS IDENTIFICADAS
		P1	P2	P3	P4	P5	P6					
AMBIENTE EXTERNO	PCA	F	11	31	16	5	25	88	282	5	0	0
	TSA	F	26	21	8	12	25	92	295	5	1	1
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSSO DE RECEPÇÃO RSS	PCA	2 + F	30	34	19	6	22	113	363	5	4	4
	TSA	5 + F	13	21	10	13	21	83	266	4	1	1
	BP	1	7	5	3	7	18	41	132	3	1	1
	MC	6	2	4	2	2	8	24	77	4	2	2
SAÍDA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PCA = Plate count agar

TSA = Tryptic Soy Agar

BP = Parker Agar

MC = MacConkey Agar

F = presença de fungos

nr = ensaios não realizados

** = cada placa representa um estágio no amostrador modelo NA-6, marca Andersen

TABELA 38 - RESULTADOS DE IDENTIFICAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA AMOSTRAGEM DO DIA 22/08/2002

PONTO COLETA	IDENT. COLÔNIA	MEIO CULTURA	CARACTERÍSTICAS COLÔNIA	COLOR. GRAM	REAÇÕES BIOQUÍMICAS		RESULTADO GALERIA API	% IDENT.	TIP.
					CATALASE	OXIDASE			
FOSSO DE RECEPÇÃO DOS RSS	1	PCA	amarela c/ borda rugosa	bacilo (-)		+	<i>Brevun. diminuta</i>	88,5	1
	2	PCA	branca opaca grande	bacilo (-)		+	<i>Aeromonas salm. salmonicida</i>	99,9	0,61
	3	PCA	branca leitosa média	bacilo (-)		+	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	81,7	0,14
	4	PCA	branca leitosa média	bacilo (-)		+			
	5	PCA	branca brilho pequena	cocos (+)	+		<i>Staphylococcus xylosus</i>	94,6	0,48
	6	TSA	transparente opaca média	bacilo (+)					
	7	TSA	laranja brilho pequena	bacilo (+)					
	8	TSA	amarela brilho pequena	bacilo (+)					
	9	TSA	amarela brilho média	bacilo (-)		+	<i>Aeromonas Hydro/cavie</i>	96,6	0,65
	10	BP	preta c/ halo pequena	cocos (+)	+		<i>Staphylococcus xylosus</i>	87,9	0,43
	11	BP	preta c/ halo pequena	bacilo (+)					
	12	BP	preta s/ halo pequena	bacilo (+)					
	13	Mconkey	rosa clara	bacilo (-)		+	<i>Burkholdaria cepacia</i>	72	0,44
	14	Mconkey	pink c/ halo	bacilo (-)		+	<i>Burkholdaria cepacia</i>	95	0,46
	15	Mconkey	pink s/ halo	bacilo (-)		+			
	16	Mconkey	pink s/ halo	bacilo (-)		+			
AMBIENTE EXTERNO	17	PCA	branca opaca grande	bacilo (+)					
	18	PCA	laranja brilho grande	bacilo (+)					
	19	PCA	branca grande rugosa	bacilo (+)					
	20	PCA	branca brilho pequena	bacilo (+)					
	21	PCA	branca grande rugosa	bacilo (+)					
	22	TSA	amarelada c/ brilho média	bacilo (+)					
	23	TSA	branca grande rugosa	bacilo (+)					
	24	TSA	branca pequena	bacilo (+)					
	25	TSA	branca pequena	bacilo (+)					
	26	TSA	rosa rugosa	bacilo (-)		+	<i>P. mendocina</i>	44,3	0,81

TABELA 39: RESULTADOS DA AMOSTRAGEM DIA 24/09/2002

PONTO COLETA	MEIO CULTURA	PLACAS DE MEIO DE CULTURA**						CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	Nº DE COLÔNIAS ISOLADAS	Nº COLÔNIAS P/ IDENTIFICAÇÃO	Nº COLÔNIAS IDENTIFICADAS
		P1	P2	P3	P4	P5	P6					
AMBIENTE EXTERNO	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSSO DE RECEPÇÃO RSS	PCA	0	0	0	0	0	2	2	6	2	2	1
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	1	0	0	0	0	1	3	1	1	1
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAÍDA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PCA = Plate count agar
 TSA = Tryptic Soy Agar
 BP = Parker Agar
 MC = MacConkey Agar

F = presença de fungos
 nr = ensaios não realizados

** = cada placa representa um estágio no amostrador modelo NA-6, marca Andersen

TABELA 41: RESULTADOS DA AMOSTRAGEM DIA 17/10/2002

PONTO COLETA	MEIO CULTURA	PLACAS DE MEIO DE CULTURA**						CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	N° DE COLÔNIAS ISOLADAS	N° COLÔNIAS P/ IDENTIFICAÇÃO	N° COLÔNIAS IDENTIFICADAS
		P1	P2	P3	P4	P5	P6					
AMBIENTE EXTERNO												
	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSSO DE RECEPÇÃO RSS												
	PCA	2	0	0	0	0	0	2	6	2	2	1
	TSA	F	2	2	13	0	4	21	67	5	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAÍDA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO												
	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PCA = Plate count agar

TSA = Tryptic Soy Agar

BP = Parker Agar

MC = MacConkey Agar

F = presença de fungos

nr = ensaios não realizados

** = cada placa representa um estágio no amostrador modelo NA-6, marca Andersen

TABELA 42 - Resultados de identificação microbiológica da amostragem do dia 17/10/02

PONTO COLETA	IDENT. COLÔNIA	MEIO CULTURA	CARACTERÍSTICAS COLÔNIA	COLOR. GRAM	REAÇÕES BIOQUÍMICAS		RESULTADO GALERIA API	% IDENT.	TIP.
					CATALASE	OXIDASE			
FOSSO DE RECEPÇÃO DOS RSS	1	PCA	amarela c/ brilho peq.	bacilo (-)		+	<i>Burkholderia cepacia</i>	90,6	0,32
	2	PCA	laranja c/ brilho peq.	bacilo (+)		-			
	3	TSA	laranja c/ brilho peq.	bacilo (+)		-			
	4	TSA	amarela c/ brilho peq.	bacilo (+)		-			
	5	TSA	amarela c/ brilho peq.	bacilo (+)		-			
	6	TSA	creme leitosa grande	bacilo (+)		-			
	7	TSA	creme c/brilho peq.	bacilo (+)		-			

TABELA 43: RESULTADOS DA AMOSTRAGEM DIA 14/11/2002

PONTO COLETA	MEIO CULTURA	PLACAS DE MEIO DE CULTURA**						CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	Nº DE COLÔNIAS ISOLADAS	Nº COLÔNIAS P/ IDENTIFICAÇÃO	Nº COLÔNIAS IDENTIFICADAS
		P1	P2	P3	P4	P5	P6					
AMBIENTE EXTERNO												
	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AGAR SANGUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FOSSO DE RECEPÇÃO RSS												
	PCA	5 + F	22	0	0	0	0	27	87	5	2	2
	TSA	3 + F	24	0	0	0	0	27	87	5	2	1
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AGAR SANGUE	5	0	0	0	0	0	5	16	5	5	2	
SAÍDA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO												
	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AGAR SANGUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

PCA = Plate count agar
TSA = Tryptic Soy Agar
BP = Parker Agar
MC = MacConkey Agar

F = presença de fungos

nr = ensaios não realizados

** = cada placa representa um estágio no amostrador modelo NA-6, marca Andersen

TABELA 44 - RESULTADOS DE IDENTIFICAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA AMOSTRAGEM DO DIA 14/11/2002

PONTO COLETA	IDENT. COLÔNIA	MEIO CULTURA	CARACTERÍSTICAS COLÔNIA	COLOR. GRAM	REAÇÕES BIOQUÍMICAS			RESULTADO GALERIA API	% IDENT.	TTP.
					CATALASE	OXIDASE	HEMÓLISE			
FOSSO DE RECEPÇÃO DOS RSS	1	PCA	amarela cremosa c/ brilho	bacilo (-)		+		<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	97,6	0,61
	2	PCA	creme grande opaca	bacilo (-)		-				
	3	PCA	creme grande opaca	bacilo (-)		-				
	4	PCA	branca rugosa c/ brilho	bacilo (-)		+		<i>Agrob.radiobacter</i>	88,5	0,14
	5	PCA	creme grande opaca	bacilo (-)		-				
	6	TSA	branca grande cremosa	cocos (+)	+			perfil não aceitável		
	7	TSA	creme grande opaca	bacilo (-)		+		<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	91,4	0,41
	8	TSA	creme grande opaca	bacilo (-)		+				
	9	TSA	creme grande opaca	bacilo (-)		+				
	10	TSA	creme grande opaca	bacilo (-)		+				
	11	Agar sangue	vermelha grande	cocos (+)	-		+	<i>Aerococcus viridians</i>	99,8	0,48
	12	Agar sangue	vermelha grande	cocos (+)	-		+	perfil não aceitável		
	13	Agar sangue	vermelha grande	cocos (+)	-		+	<i>Aerococcus viridians</i>	99,9	0,42
	14	Agar sangue	vermelha grande	cocos (+)	-		+	perfil não aceitável		
	15	Agar sangue	vermelha grande	cocos (+)	-		+	perfil não aceitável		

TABELA 45: RESULTADOS DA AMOSTRAGEM DIA 04/12/2002

PONTO COLETA	MEIO CULTURA	PLACAS DE MEIO DE CULTURA**						CONTAGEM TOTAL	UFC/m ³	Nº DE COLÔNIAS ISOLADAS	Nº COLÔNIAS P/ IDENTIFICAÇÃO	Nº COLÔNIAS IDENTIFICADAS	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6						
AMBIENTE EXTERNO	PCA	0	8	0	0	0	0	8	26	5	0	0	
	TSA	0	0	0	0	0	1	1	3	1	1	0	
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AGAR SANGUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FOSSO DE RECEPÇÃO RSS	PCA	C	C	C	7	0	17	24	77	5	3	2	
	TSA	20	0	0	0	0	0	20	64	5	0	0	
	BP	2	0	0	0	0	0	2	6	2	2	1	
	MC	0	1	1	0	0	0	2	6	2	2	2	
	AGAR SANGUE	3	0	0	0	0	0	3	10	3	3	3	
SAÍDA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO	PCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AGAR SANGUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

PCA = Plate count agar
 TSA = Tryptic Soy Agar
 BP = Baird Parker Agar
 MC = MacConkey
 Agar Sangue = Azida Sangue Agar

C = confluência bactérias

nr = ensaios não realizados

** = cada placa representa um estágio no amostrador modelo NA-6, marca Andersen

TABELA 46 - Resultados de identificação microbiológica da amostragem do dia 04/12/02

PONTO COLETA	IDENT. COLÔNIA	MEIO CULTURA	CARACTERÍSTICAS COLÔNIA	COLOR. GRAM	REAÇÕES BIOQUÍMICAS			RESULTADO GALERIA API	% IDENT.	TIP.
					CATALASE	OXIDASE	HEMÓLISE			
FOSSO DE RECEPÇÃO DOS RSS	1	PCA	creme pequena opaca	bacilo (-)		+		perfil não aceitável		
	2	PCA	verde limão grande c/ brilho	bacilo (-)		+		<i>Chryseomonas lutela</i>	99,9	0,84
	3	PCA	verde limão grande c/ brilho	bacilo (-)		+		<i>Pasteurella spp</i>	93	0,76
	4	PCA	creme pequena opaca	bacilo (+)		-				
	5	PCA	creme pequena opaca	bacilo (+)		-				
	6	TSA	branca rugosa	bacilo (+)						
	7	TSA	creme pequena opaca	bacilo (+)						
	8	TSA	creme pequena opaca	bacilo (+)						
	9	TSA	branca pequena rugosa	bacilo (+)						
	10	TSA	branca pequena rugosa	bacilo (+)						
	11	BP	preta c/ halo pequena	cocos (+)	+			perfil não aceitável		
	12	BP	preta c/ halo pequena	cocos (+)	+			<i>Staphylococcus hominis</i>	81	0,93
	13	MC	rosa claro opaca pequena	bacilo (-)		+		<i>Flavimonas oryzihabitans</i>	99,9	0,71
	14	MC	vermelha grande cremosa	bacilo (-)		-		<i>V.parahaemolyticus</i>	77	0,34
	15	Agar sangue	vermelha grande	cocos (+)	-		+	<i>Aerococcus viridians</i>	96,7	0,41
	16	Agar sangue	vermelha pequena	cocos (+)	-		+	<i>Listeria spp</i>	97,4	0,34
	17	Agar sangue	vermelha grande	cocos (+)	-		+	<i>Aerococcus viridians</i>	97,6	0,5
AMBIENTE EXTERNO	18	PCA	creme pequena opaca	bacilo (+)						
	19	PCA	creme pequena opaca	bacilo (+)						
	20	PCA	creme opaca	bacilo (+)						
	21	PCA	creme opaca	bacilo (+)						
	22	PCA	creme pequena opaca	bacilo (+)						
	23	TSA	branca pequena rugosa	bacilo (-)				perfil não aceitável		

TABELA 47 - Sumário dos resultados de identificação microbiológica do Ponto 2 - área de armazenamento dos resíduos não tratados

DATA COLETA	COLOR. GRAM	CATALASE	OXIDASE	HEMÓLISE	REF. GALERIA	RESULTADO GALERIA API	% IDENTIFICAÇÃO	TIPAGEM	Temperatura (°C)		Umidade (%)	
									min.	máx.	min.	máx.
17-jun-02	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	97,50	0,76	26,0	27,0	42,8	43,6
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Chryseobacterium indologenes</i>	99,50	0,94				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Aeromonas caviae/ hidrophila</i>	97,80	0,61				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Aeromonas caviae/ hidrophila</i>	99,20	0,73				
	cocos (+)	+			API STAPH	<i>Kocuria rosea/ varians</i>	91,70	0,49				
	cocos (+)	+	-		API STAPH	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	87,20	0,83				
11-jul-02	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Chryseomonas luteola</i>	95,20	0,29	19,7	25,9	55,0	58,7
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Aeromonas caviae/ hydrophila</i>	93,50	0,52				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Aeromonas caviae/hydrophila</i>	93,50	0,52				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	85,20	0,14				
	cocos(+)	+			API STAPH	<i>Staphylococcus xylosus</i>	99,80	0,83				
	cocos(+)	+			API STAPH	<i>Staphylococcus cohnii ureal</i>	99,90	0,84				
	cocos(+)	+			API STAPH	<i>Micrococcus spp</i>	99,20	0,24				
	cocos(+)	+			API STAPH	<i>Staphylococcus cohnii ureal</i>	99,80	0,87				
22-ago-02	bacilo (-)				API 20NE	<i>Brevundimonas diminuta</i>	88,50	1,00	26,2	26,8	43,0	45,4
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Aeromonas salmonicida salmonicida</i>	99,90	0,61				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	81,70	0,14				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Aeromonas hydrophila/cavie</i>	96,60	0,65				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Burkholderia cepacia</i>	72,00	0,44				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Burkholderia cepacia</i>	95,00	0,46				
	cocos (+)	+			API STAPH	<i>Staphylococcus xylosus</i>	87,90	0,43				
	cocos (+)	+			API STAPH	<i>Staphylococcus xylosus</i>	94,60	0,48				
24-set-02	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Burkholderia cepacia</i>	99,80	0,46	18,2	24,9	49,6	55,5
	cocos (+)	+			API STAPH	<i>Staphylococcus warneri</i>	90,30	0,79				
17-out-02	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Burkholderia cepacia</i>	90,60	0,32	26,1	31,0	40,4	47,4
14-nov-02	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Agrobacterium radiobacter</i>	88,50	0,14	21,6	29,6	57,7	63,1
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	97,60	0,61				
	cocos (+)	-		+	API STREP	<i>Aerococcus viridians</i>	99,80	0,48				
	cocos (+)	-		+	API STREP	<i>Aerococcus viridians</i>	99,90	0,42				
04-dez-02	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Chryseomonas lutela</i>	99,90	0,84	32,5	40,7	47,9	51,3
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Pasteurella spp</i>	93,00	0,76				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	77,00	0,34				
	bacilo (-)		+		API 20NE	<i>Flavimonas oryzihabitans</i>	99,90	0,71				
	cocos (+)			+	API STREP	<i>Aerococcus viridans</i>	96,70	0,41				
	cocos (+)			+	API STREP	<i>Listeria spp</i>	97,40	0,34				
	cocos (+)			+	API STREP	<i>Aerococcus viridans</i>	97,60	0,50				
	cocos (+)	+			API STAPH	<i>Staphylococcus hominis</i>	81,00	0,93				

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como explicitado em capítulos anteriores, a legislação pertinente não insere padrões que possibilitem avaliar com significância os resultados obtidos nas amostragens e respectivas análises dos microrganismos pesquisados, nos pontos de coleta selecionados.

De qualquer modo, uma primeira evidência é a de que a área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração, como descrita ao longo do trabalho como uma área fechada e estanque, indubitavelmente concorrem para impedir e/ou minimizar os riscos de uma contaminação ambiental.

Deve-se levar em conta ainda, a favor da segurança, que todo o ar deste ambiente é encaminhado ao sistema de exaustão e filtragem, através de filtros “HEPA”, com retenção de partículas de até 0,12 μm , e quando operados em pressões adequadas, representam um importante mecanismo de controle da poluição. Os resultados das amostragens do Ponto 3 – Sistema de exaustão e filtragem do ar confirmam estes dados, indicando, para o período analisado, a eficiência dos filtros classe A3 na remoção de microrganismos, conforme citado por MACINTYRE (1990).

Com relação à modelagem para determinação da distância onde ocorrerá a máxima concentração relativa à emissão de um eventual poluente e a concentração nas áreas de influência mais próximas do empreendimento, verificou-se que estas distâncias encontram-se dentro da área do empreendimento (entre 30 e 100 metros), confirmando o previsto no Estudo de Impacto Ambiental (AMBITERRA 1998).

Avaliando-se a área de influência mais próxima ao empreendimento em relação às fontes de emissão atmosférica do empreendimento (chaminés), o morro do Jaguaré, com distâncias de 300-400 metros, sofrerá maior influência, em função dos ventos de maior predominância na região (sudeste). Através dos resultados da modelagem de dispersão, para a qual se adotou o parâmetro material particulado (MP), verifica-se que a máxima concentração no morro do Jaguaré será de $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, ou seja, 88 vezes menor que o padrão de qualidade do ar para partículas inaláveis ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Considerando-se os resultados das amostragens de material particulado, realizadas nas chaminés do empreendimento, em 2000, verifica-se que a concentração média aritmética encontrada foi de $1,3 \text{mg}/\text{Nm}^3$, ou seja, 30 vezes menor que o limite de emissão para incineradores ($50 \text{mg}/\text{Nm}^3$), conforme norma CETESB E1.5011 (AMBITERRA 2000b), podendo-se inferir que a probabilidade das áreas de influência serem afetadas por material particulado ou bioaerossóis provenientes das fontes de emissão da Unidade é muita baixa. Segundo CAVINATTO (1991) pode haver uma diminuição rápida das concentrações de microrganismos no ar em função de fatores ambientais e morfológicos.

Para os resultados microbiológicos da área externa (Ponto 1), à montante da Unidade, verifica-se que das sete campanhas, somente duas (30% das amostragens) apresentaram crescimento, no mês de agosto com contagens **>88 UFC's (PCA)** e **>92 UFC's (TSA)**, e no mês de dezembro com contagens de **08 UFC's (PCA)** e **03 UFC's (TSA)**.

Os eventos intermitentes podem estar associados aos fatores climatológicos, em função da intensidade dos ventos e dispersão, concentração de partículas em suspensão, condição do tempo (chuvoso, seco), e as fontes de emissão, o que implica em uma análise mais profunda na determinação dos tempos de amostragem e avaliação das áreas do entorno às áreas de estudo.

Nenhuma das colônias isoladas foi confirmada na identificação, já que se tratavam de bacilos Gram-positivos, os quais não foram contemplados por este estudo.

Ressalta-se que para todas as amostragens do Ponto 1 foi verificado o crescimento de fungos e a diversidade destes microrganismos foi maior neste ponto em relação aos outros, com a identificação de 8 gêneros, sendo o *Cladosporium* (7 amostragens), *Aspergillus* (6 amostragens) e *Penicillium* (5 amostragens) os mais freqüentes. Estes microrganismos são citados por PELCZAR (1996) como sendo comuns em ambientes externos, inclusive em altitudes elevadas.

Os dados obtidos neste trabalho não foram suficientes para uma análise da determinação de um indicador e um índice de normalidade do que se espera encontrar no ambiente externo e a tendência epidemiológica de amplificação dos poluentes, nos ambientes fechados de Unidades de tratamento de resíduos infectantes, a exemplo do descrito na Resolução ANVISA RE nº 09 (2003) para ambientes climatizados.

Não foi possível determinar uma correlação dos resultados do Ponto 1 com os dados meteorológicos das campanhas de agosto/02 e dezembro/02, já que foram bem distintas em cada uma das situações, com condições boas e chuvosa, respectivamente. Também não foi considerada a possibilidade de contaminação das amostras, já que houve crescimento de colônias em meios de cultura diferentes (PCA e TSA), para amostragens distintas, além de não ter ocorrido crescimento nos meios seletivos e na placa de meio de cultura de controle de qualidade do amostrador.

As considerações ora efetuadas serão focadas no Ponto 2 – Área de Armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração, que pelos resultados obtidos pode ser caracterizada como uma área de significativas concentrações de bactérias e assim, potencialmente contaminada, em especial quando se comparam os resultados de contagem e colônias isoladas das amostras com resultados positivos em relação àqueles encontrados no Ponto 1 – Ambiente externo.

As contagens para este ponto variaram de **6 a >786 UFC's (PCA)** e **0 a > 584 UFC's (TSA)**. Das sete amostragens, quatro apresentaram resultados “> *que*” para ambos os meios de cultura, o que inviabiliza qualquer análise estatística entre os resultados e entre os meios de cultura.

Não foram adotados tempos diferenciados nas amostragens, para que se assegurasse uma quantidade de resultados possíveis de serem interpretados em uma mesma condição. Através dos resultados do Ponto 2 verifica-se que há necessidade de uma análise mais profunda na determinação dos tempos de amostragem, associadas à outros fatores como variações operacionais ou ambientais durante um período maior de tempo, o que provavelmente implicará em um número maior de amostras.

Com relação aos parâmetros monitorados neste ponto, a temperatura média registrada foi de 26,89°C e desvio padrão de 5°C. Não foi possível estabelecer uma correlação entre as temperaturas e as contagens totais, em função do número insuficiente de amostras com valores absolutos.

Apenas a título de ilustração, a Figura 13 apresenta, o perfil de crescimento em relação ao perfil de temperaturas registradas no Ponto 2.

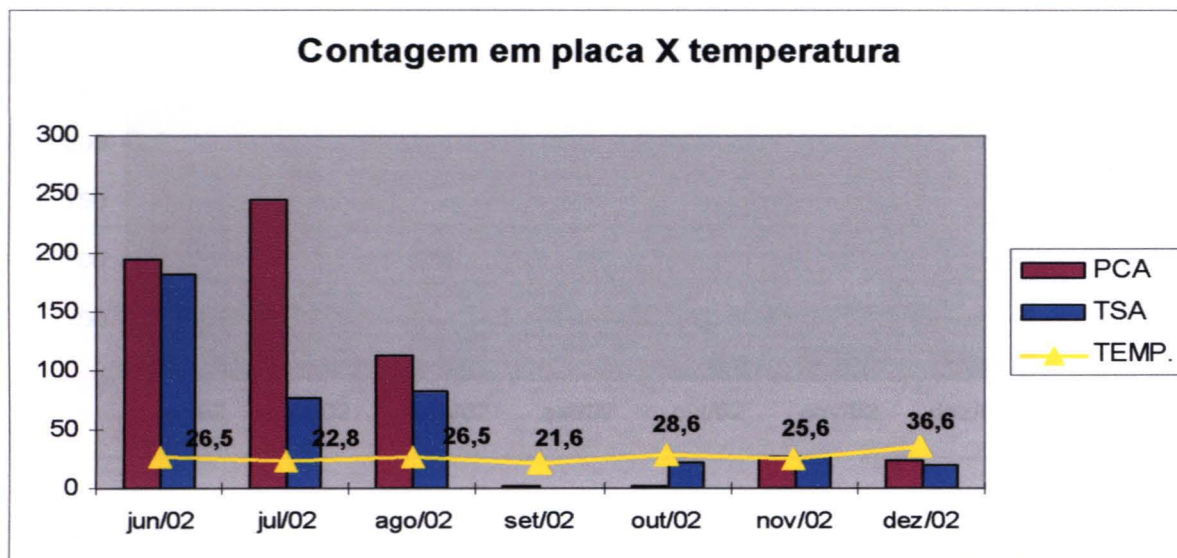


Figura 13 – Resultados de contagem em placa e temperaturas registradas no Ponto 2 – área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração.

Da mesma forma, não foi possível estabelecer uma correlação entre os valores de umidade e as contagens totais. A média registrada no Ponto 2 – Área de Armazenamento dos resíduos e início da trituração foi de **50,11%** e desvio padrão de **7%**. A Figura 14, também ilustra o perfil de contagem em placa e a umidade registrada no Ponto 2.

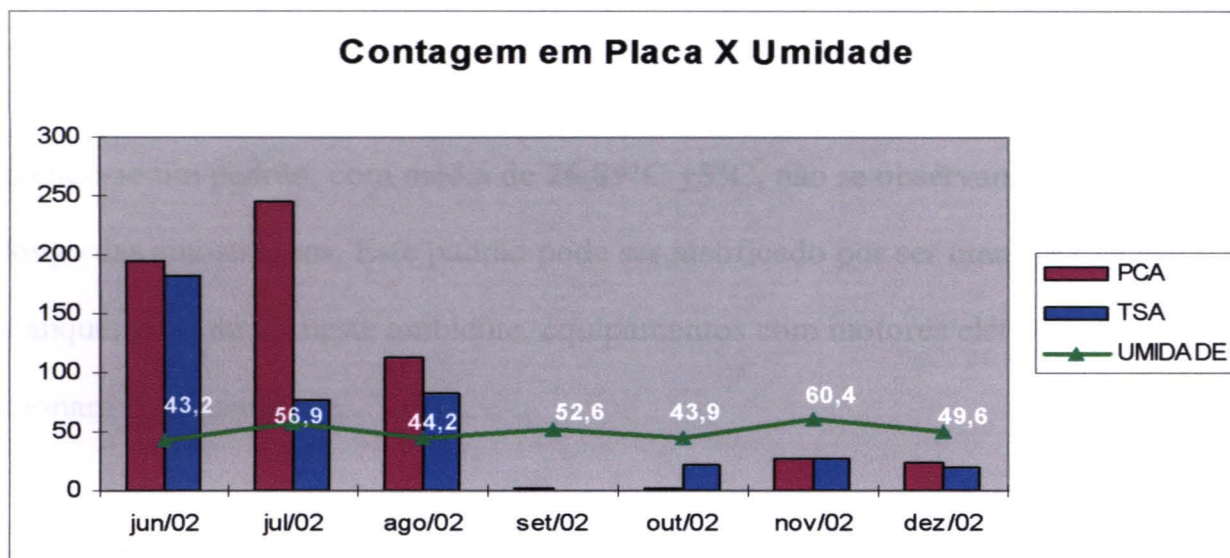


Figura 14 – Resultados de contagem em placa e umidade registrados no Ponto 2 área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração.

Não foi possível estabelecer uma correlação entre as contagens e o volume de ocupação do Ponto 2, já que a quantidade de resíduo armazenado não está diretamente relacionada à operação, pois o sistema funciona continuamente, com tempos de operação fixos, independente da quantidade armazenada. Apenas a título de ilustração a Figura 15 apresenta o perfil de contagem com o percentual de ocupação da área de armazenamento dos resíduos.

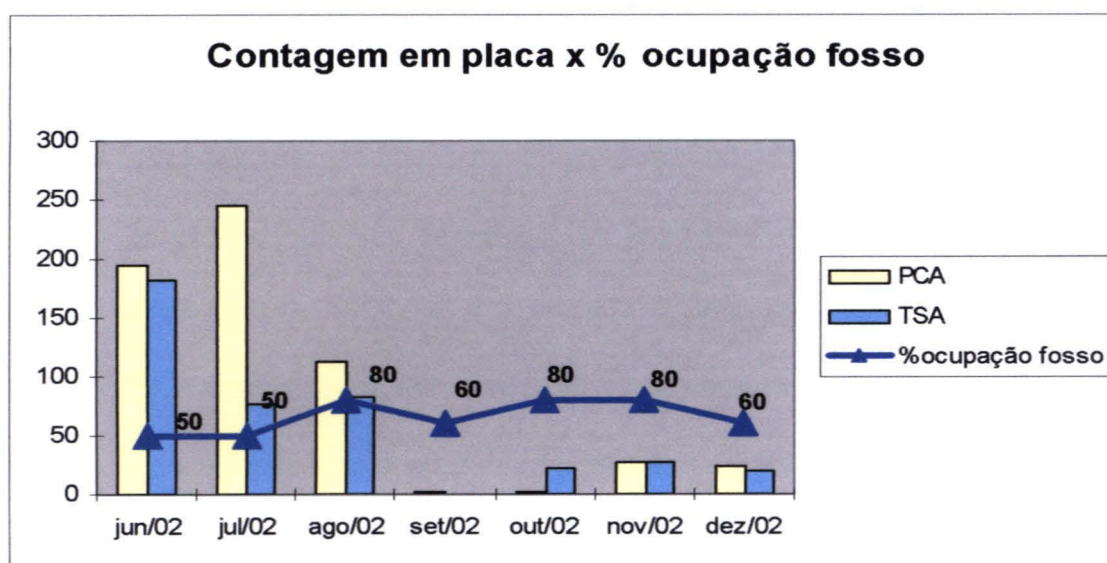


Figura 15– Resultados de contagem em placa e % de ocupação do fosso.

Analisando-se o parâmetro de temperatura do ambiente externo e interno, verifica-se que as temperaturas da área de armazenamento são superiores ao ambiente externo, mantendo-se um padrão, com média de $26,89^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, não se observando diferenças ao longo das amostragens. Este padrão pode ser justificado por ser uma área fechada e estanque, além de ter neste ambiente, equipamentos com motores elétricos que funcionam continuamente.

Embora não se tenha estabelecido um padrão para a umidade, na área de armazenamento dos resíduos observa-se uma variação menor em relação ao ambiente externo, com desvio padrão de 7% e 14%, respectivamente. A umidade da área de armazenamento está relacionada ao tipo de resíduo e sua qualidade, em especial os provenientes de estabelecimentos de saúde que não segregam, acondicionam e armazenam adequadamente.

A Figura 16 apresenta as diferenças entre os parâmetros temperatura e umidade para as áreas internas e externas.

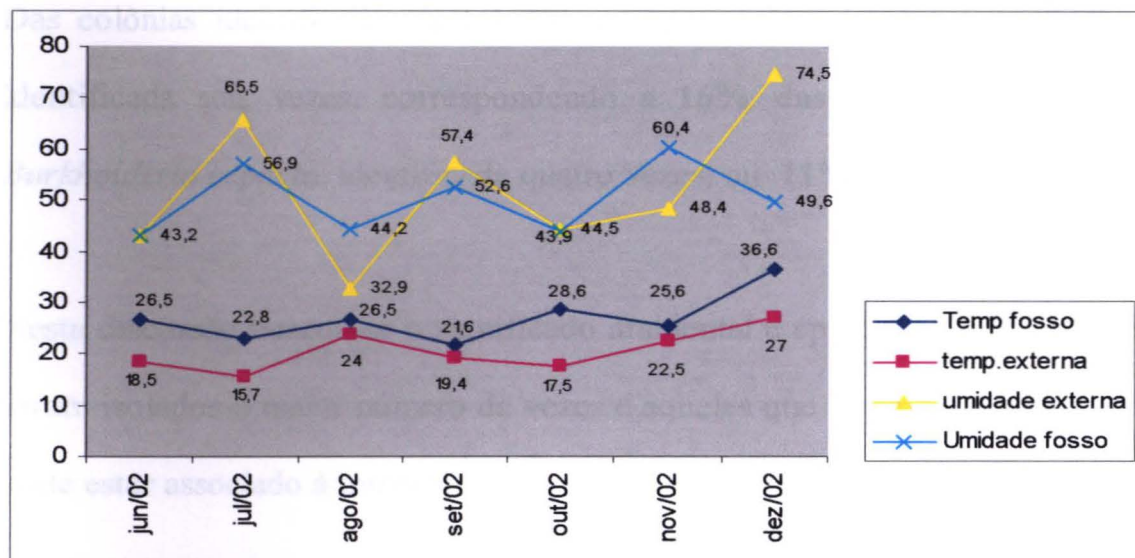


Figura 16 – Comparação das temperaturas e umidades dos ambientes externos e internos.

Como a área de armazenamento dos resíduos não tratados é uma área estanque, fechada, a qual não está exposta diretamente ao sol, com a manutenção dos fatores temperatura e umidade, além das partículas em suspensão, este micro-ambiente torna-se favorável ao desenvolvimento e amplificação de microrganismos, onde a variação das concentrações será determinada pela variação dos fatores citados acima.

Do ponto de vista de saúde pública é interessante fazer referência aos gêneros e espécies de bactérias encontradas. Foram registrados **14 gêneros** e identificadas **18 espécies de bactérias**, muitas passíveis de patogenicidade como as dos gêneros *Pausterella*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* e outras, o que suscita cuidados e constitui, independentemente da frequência no aparecimento, um indicador de contaminação do ar, exigindo medidas de controle preventivo.

Das colônias identificadas (**total=38**), a espécie *Aeromonas caviae/hydrophila* foi identificada seis vezes, correspondendo a **16% das identificações**, seguida de *Burkholderia cepacia*, identificada quatro vezes, ou **11% das identificações**.

Nesta discussão buscou-se o significado ambiental e epidemiológico dos grupos que foram isolados o maior número de vezes e aqueles que mesmo em menor frequência pode estar associado à transmissão aérea.

No caso das *Aeromonas*, gênero identificado o maior número de vezes, não foi encontrada na revisão bibliográfica referências entre o seu significado epidemiológico e doenças respiratórias em seres humanos. Segundo o FDA – Food and Drug Administration (2003) existem registros de gastroenterites e septicemia, causadas pelas *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae* e *Aeromonas sobria*, veiculadas por água, peixes ou frutos do mar contaminados.

A presença de *Aeromonas* nas amostras de ar deve estar relacionada ao ambiente úmido e com as temperaturas estáveis, favoráveis ao crescimento destes microrganismos, além da própria característica dos resíduos de serviços de saúde do município de São Paulo, que ainda destinam os resíduos provenientes de copas e cozinhas junto com os resíduos infectantes.

A *Burkholderia cepacia* tem sido relatada como agente responsável por casos de infecção hospitalar, causadoras de infecções no pulmão para indivíduos com fibrose cística, já que este microrganismo apresenta multiresistência aos antibióticos.

Segundo TARANTINO (1990), a fibrose cística é o resultado de um defeito genético no transporte de sódio e a *B.cepacia* e *P.aeruginosa* são as principais responsáveis por complicações pulmonares e pela letalidade dos indivíduos com esta doença. Segundo o autor a *B.cepacia* não está associada às pneumonias decorrentes de infecções hospitalares.

A presença deste microrganismo nas amostras de ar deve estar relacionada, provavelmente, a sua origem nosocomial, pois segundo PARKE (2000) as *B.cepacia* são encontradas nos ambientes úmidos e em fluidos corporais usados nos hospitais, tais como sabonetes líquidos, em sistemas de inalação, de cateteres venosos, em instrumentos utilizados no trato urinário, entre outros.

O gênero *Pasteurella*, comumente encontrado em membranas mucosas do trato respiratório superior e trato digestivo de mamíferos e aves, mas raramente no ser humano (BERGEY 1984a), a espécie *Aerococcus viridans* reportada em casos de bacteremia e endocardites (SON 2001) e a espécie *Listeria monocytogenes* responsável pela doença conhecida como “listeriose”, relacionada às infecções gastrointestinais (FAO e WHO 2001) não são citadas com importância epidemiológica na transmissão aérea.

As *Chryseomonas* apresentam um nível muito alto de similaridade genética com a *P.aeruginosa*, em até 94%. Embora as *Chryseomonas* não tenham sido descritas como um microrganismo patogênico, mas devido a sua similaridade com a *Pseudomonas aeruginosa*, vale ressaltar que este último é um dos microrganismos

mais prevalentes nas infecções hospitalares, em todo o mundo. Segundo TARANTINO (1999) as *P.aeruginosa* e outros bacilos Gram negativos são responsáveis por 40% das pneumonias nosocomiais, mas segundo o Center for Disease Control (CDC 2001) a transmissão aérea não é o principal mecanismo de infecção destes microrganismos.

Dentre os cocos Gram positivos, os *Staphylococcus* foram os de maior representatividade nas amostras de ar, com **8 identificações** e com a maior diversidade de espécies (**5 identificações**).

Segundo WIESER e BUSSE (2000), os *Staphylococcus* estão presentes naturalmente no meio ambiente e também podem ser encontrados na pele e membranas mucosas de animais, inclusive do homem. Também os autores citam que estes microrganismos têm sido isolados em outras fontes tais como solo, esgoto, lodo, água, poeira e no ar.

Até pouco tempo, somente a espécie *S.aureus*, coagulase-positiva, era considerada como patogênica e é a espécie que está diretamente relacionada à transmissão aérea, junto com os estreptococos.

Nas amostras de ar do Ponto 2 foram identificadas as espécies *S.cohnii ureal*, *S.epidermidis*, *S.xylosum*, *S.warneri* e *S.hominis*, que segundo KLOSS e WOLFSHOL (1982) nas duas últimas décadas, estes representantes dos estafilococos coagulase-negativa têm emergido como patógenos significantes, especialmente nas

infecções em indivíduos com sistema imunológico deficiente. Nos anos 80, muitas pesquisas mostraram alta frequência das bactérias *S.epidermidis*, *S.saprophyticus* e *S.haemolyticus* associadas às infecções humanas, quando comparadas com outras espécies de estafilococos coagulase-negativa.

WIESER e BUSSE (2000) reportam casos de bacteremias e endocardites associadas às cepas de *S.hominis*, *S.capitis*, *S.lugdunensis*, *S.warneri* e *S.saccharolyticus*. Segundo os autores, o *Staphylococcus epidermidis*, dentre as espécies coagulase negativa, é a mais prevalente em doenças associadas às bacteremias, infecções no trato urinário e eventos pós cateterismo, agindo como microrganismo oportunista.

MARTINEAU e col. (1996) também relata a espécie *S.xylosus* em casos de infecções por contaminação em cateter e a espécie *S.cohnii* em septicemia em pacientes com câncer de colón.

Novamente, a presença das espécies de *Stapylococcus* no ar está relacionada à caracterização do resíduo infectante.

Comparando-se o relatório de monitoramento ambiental da Unidade de Tratamento em estudo (AMBITERRA 2000a), no qual apresenta o resultado de concentrações de *P.aeruginosa* e *S.aureus* de 38 amostras de resíduos não tratados, verifica-se que as concentrações são significativas, na ordem de 10^8 NMP/100g e 10^5 UFC/g, respectivamente, confirmando o risco potencial citado por REGO e NODA (1995) para os resíduos infectantes. Embora estas espécies não tenham sido identificadas nas

amostras de ar, podem reforçar as argumentações quanto à presença dos grupos identificados neste estudo.

Analisando-se os dados de forma mais abrangente, verificou-se que a prevalência dos microrganismos do gênero *Aeromonas*, *Burkholderia*, *Chryseomonas* e *Pseudomonas* é favorecida pelo tipo de resíduo processado, ou seja, de origem orgânica e com alto teor de umidade, além das condições ambientais (temperatura e umidade) do ambiente de estudo (Ponto 2 - área de armazenamento de resíduos não tratados). Estes microrganismos, além do grupo *Aerococcus* e *Listeria* possuem como principal veículo de transmissão o processo de ingestão de alimentos e água contaminados ou por contato direto com material contaminado, tendo baixo significado epidemiológico com a transmissão aérea. Os dados referentes às bactérias Gram-negativas convergem para a citação de TARANTINO (1999), que relata que estes microrganismos raramente estão associados aos episódios de transmissão do ar, pois geralmente requerem ambientes úmidos para seu crescimento.

Já, o grupo dos *Staphylococcus*, segundo CDC (2001) apresenta maior significado para a análise de transmissão aérea.

Ressalta-se que em todas as amostras do Ponto 2 foi verificada a presença de fungos, identificando-se 5 gêneros diferentes, com predominância dos *Aspergillus* (07 amostragens), *Cladosporium* (07 amostragens) e *Penicillium* (03 amostragens). A presença destes microrganismos está associada ao fator umidade, conforme discutido anteriormente, que é mantida neste ambiente com poucas variações e que pode

influenciar na diversidade de gêneros, neste caso com menor diversidade. Pode-se inferir também que há uma contribuição externa, em termos de espécies, já que o ambiente possui pressão negativa havendo entrada de ar externo para o ambiente interno, o que poderia explicar a presença de gêneros diferentes em algumas amostragens.

Das 91 colônias isoladas, 53 (58%) foram identificadas como bacilos Gram-negativos, 20 (22%) eram cocos Gram-positivos e 18 (20%) bacilos Gram-positivos. RAMÍREZ (2002) em seu trabalho de qualidade de ar em ambientes de estação de tratamento de esgoto cita que 50% das bactérias encontradas eram Gram-negativas.

A utilização do amostrador tipo impactador de seis estágios permitiu avaliar o perfil e potencial de penetração dos microrganismos no sistema respiratório humano. Das sete amostragens, seis (87%) apresentaram resultados de contagem até o estágio nº 6 do amostrador, o que corresponde a tamanhos entre $1,1\mu\text{m} - 0,65\mu\text{m}$.

Independentemente dos meios de transmissão específicos de cada um dos microrganismos identificados neste estudo, todos possuem tamanhos que permitem alcançar estruturas importantes do sistema respiratório, ou seja, os bronquíolos terminais ($2,1\mu\text{m} - 1,1\mu\text{m}$) e alvéolos pulmonares ($1,1\mu\text{m} - 0,65\mu\text{m}$).

Neste contexto, a pesquisa ora efetuada foi importante no sentido de caracterizar, ainda que qualitativamente, a contaminação existente e em paralelo a avaliar a eficiência do sistema de controle preventivo.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos com este estudo permitem as seguintes conclusões:

- Os pontos de amostragem: *Ponto 1 – área externa, à montante da unidade* e o *Ponto 3 – sistema de exaustão e filtragem da unidade* não apresentaram resultados de contagem de bactérias significativos, podendo ser adotados como pontos de monitoramento ambiental;
- O *Ponto 2 – área de armazenamento dos resíduos não tratados e início da trituração* apresentou valores de contagem em placa, por volume amostrado, que variam de $6 a >786 \text{ UFC/m}^3$ (meio de cultura PCA) e $0 a >584 \text{ UFC/m}^3$ (meio de cultura TSA), demonstrando que os resíduos não tratados são fontes potenciais de contaminação por bactérias;
- O sistema de tratamento de ar adotado pela Unidade em estudo, o qual mantém os ambientes potencialmente contaminados isolados e estanques, associados aos sistemas de filtragem de ar, *possuem alta eficiência*, sendo importantes mecanismos de controle da poluição;
- Os microrganismos do grupo *Staphylococcus* são bons indicadores de qualidade microbiológica do ar, por sua representatividade nas amostras e significado epidemiológico na transmissão aérea;

Desta forma, recomenda-se a adoção de planos de monitoramento da qualidade microbiológica do ar, em unidades de tratamento de resíduos infectantes, como contribuição para o controle e prevenção da poluição, além da atualização de instrumentos normativos para padrões de qualidade do ar.

8 REFERÊNCIAS

1. [ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos de serviços de saúde. **NBR 12807**. Brasil. 1993.
2. [ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Transporte de Resíduos. **NBR 13221**. Brasil. 2000.
3. [ACGIH[®]] American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs[®] e BEIs[®]. Limites de Exposição (TLVs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs). [ABHO] **Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais**. São Paulo; 2001.
4. Almeida IT. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. São Paulo; 1999. [Dissertação de mestrado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - área de concentração: Engenharia Mineral].
5. Almeida IT, Assunção JV, Eston SM. Suspended particulate matter characteristic in a university campus area in São Paulo city, Brazil. **Global Conference. International Union of Air Pollution Prevention Associations/ Associação Brasileira de Ecologia e Prevenção da Poluição do Ar**; 2002.
6. Ambiterra Consultoria Ambiental. **EIA/RIMA-ETD - Tratamento de Resíduos de Saúde através de processo de desativação eletro térmica**. São Paulo; 1998.v.1.
7. Ambiterra Consultoria Ambiental. PCO-0204 – Pesquisa de Marcadores Epidemiológicos Hospitalares. **Relatório 04**. São Paulo; 2000a.
8. Ambiterra Consultoria Ambiental. PCO-0201 – Emissões Atmosféricas. **Relatório 04**. São Paulo; 2000b.

9. Anderson K, Morris G, Kennedy H, et al. Aspergillosis in immunocompromised pediatric patients. **Associations with building hygiene, design, and indoor air.** 1996; 51:256-261.
10. Anderson K. *Pseudomonas pyocyanea* disseminated from air cooling apparatus. *Med J Austr.* 1959; p.529-532.
11. Andersen Air Samples Inc. Operator's Manual. Single Stage/N6 Microbial Sampler. [manual "on line"]. Acesso em 04/03/02. <http://www.thermoandersen.com>.
12. [ANVISA]. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Padrões referenciais de Qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 jan 2003.
13. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Industrial ventilation: a manual of recommended practice.** Michigan. USA; 1988.
14. Assunção JV. Poluição atmosférica. In: Castellano EG. Ed. **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias.** São Paulo; 1998.p.271-308. Academia de Ciências do Estado de São Paulo.
15. [BERGEY's] Hriegand NR, Holt JG. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Volumes 1.** USA: Willians & Willians; 1984a.
16. [BERGEY's] Smeath PHA, Smair N, Sharpe ME, Holt JG. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Volumes 2.** USA: Willians & Willians; 1984b.
17. Bethune DW, Blowers R, Parker M, Pask EA. **Dispersal of *S.aureus* by patients and surgical staff.** 1965; 1:480-483;

18. Carducci A e col. **Assessing airborne biological hazard from Urban wastewater treatment.**2000; 34: 1173-1178.
19. Cavinatto VM. **Potencial de contaminação aérea por aerossóis biológicos.** São Paulo; 1991 [Dissertação de mestrado - Instituto de Biociências daUSP].
20. [CDC] Center for Disease Control and Prevention. **Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities.** EUA; 2001.
21. [CDC] Center for Disease Control and Prevention. Basic Information about SARS. [relatório “on line”]. Acesso em 08/05/03.<
<http://www.cd.gov/ncidod/sars>>.
22. [CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Terminologia de Poluição do ar. **Normatização Técnica Saneamento Ambiental – NT-05.** São Paulo; 1978.
23. [CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Bactérias heterotróficas. Contagem em placas. Método de ensaio. **Norma L5.201.** São Paulo;1986.
24. [CETESB]. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Staphylococcus aureus*. Determinação pela técnica de membrana filtrante. **Norma L5.206.** São Paulo; 1993.
25. [CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório Anual da Qualidade do Ar do Estado de São Paulo - 2001.** São Paulo; 2002.
26. [CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Resíduos hospitalares. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental;** 1983. Rio de Janeiro.Brasil. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária.

27. Collins CH, Kennedy DA. The microbiological hazards of municipal and clinical wastes. **Journal of Applied Bacteriology** 1987; 62:385-402.
28. [CONAMA] Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 03, de 28/06/1990: dispõe sobre padrões de qualidade do ar – PRONAR. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 ago 1990.
29. [CONAMA] Brasil. **Resolução CONAMA nº 05, de 05/08/93**. Determina o tratamento dos resíduos de serviços de saúde. Ministério do Meio Ambiente. Brasília; 1993.
30. [CONAMA] Brasil. **Resolução CONAMA nº 283, de 12/07/01**. Estabelece a classificação dos resíduos de serviços de saúde. Ministério do Meio Ambiente Brasília; 2001.
31. Costa AB. **Caracterização de bactérias do complexo *Aeromonas* isoladas de peixes de água doce e sua atividade patogênica**. Piracicaba; 2003. [Tese de doutorado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz].
32. [FAO/WHO] Joint FAO/WHO Expert Consultation on Risk Assessment of Microbiological Hazards in Foods: **Risk characterization of *Salmonella spp* in eggs and broiler chickens and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods**. FAO, Food and Nutrition 2001; [paper 72].
33. [FDA] U.S. Food & Drug Administration. **Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook**. [manual “on line”]. Acesso em 23/08/03. <<http://www.vi.cfsan.fda.gov/~mov/chap17.html>>.
34. Fannin KF. Methods for detecting viable microbial aerosols. **IIT Research Institute**. Illinois;1980.

35. FUNASA] Fundação Nacional da Saúde. Ministério da Saúde. Vigilância Epidemiológica. **Síndrome Respiratória Aguda Grave**. [artigo “on line”]. Acesso em 14/07/03. <http://www.funasa.gov.br/epi/sars/situacao_sars.htm>
36. Goveia VR. **Avaliação de uma Unidade de Isolamento Respiratório para Tuberculose com Pressão Negativa**. São Paulo. 2000. [Tese de mestrado - Escola Paulista de Medicina].
37. Guarro JNM, Akiti T, Gene J, Barreiro MDGC, Gonçalves RT. Fungemia due to *Fusarium sacchari* in an immunosuppressed patient. **J Clin Microbiol** 2000, 38:419-421.
38. Gunther WNR e col. In: Ambiterra Consultoria Ambiental. **EIA/RIMA-ETD - Tratamento de Resíduos de Saúde através de processo de desativação eletro térmica**. São Paulo; 1998.v.1.
39. [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro; 2000. Tabela 110 - Quantidade diária de lixo coletado, por unidade de destino final do lixo coletado, segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais – 2000. [relatório “on line”]. Acesso em 10/07/03. <<http://www.ibge.org.br>>.
40. [ISO] International Organization for Standardization. Air Quality – Particle Size Fraction Definitions for Health-Related Sampling. **ISO 7708:1995**. Geneva; 1995.
41. Johnson KR. *Mycobacterium tuberculosis* transmitted to worker at medical waste treatment facility. **Journal of the American Medical Association (JAMA)** 2000; 284:1682-1688; 1701-1702.

42. Kammy RJ e col. Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* from medical wastes. **Journal of the American Medical Association JAMA 2000**; 284:1683-1688.
43. Kemp PC, Dingle P, Charlick J. **Seasonal variations of viable airborne bacteria concentrations in one building over three years.** Australia; 1998.
44. Kenline PA e Scarpino PV. Bacterial air pollution from sewage treatment plants. **Am.Ind.Hyg.Assoc.Jour 1972**; 33:346-352.
45. Kloss WE, Wolfshohl JF. Identification of *Staphylococcus* species with the API STAPH-Ident system. **Journal Clin Microbiol 1982**; 16: 509-516.
46. Kowalski WJ e Bahnfleth W. Airborne Respiratory Diseases and Mechanical Systems for Control of Microbes. **Architectural Engineering Department of Pennsylvania State University.** USA; 1998.
47. Kundsinn RB. Architectural design and indoor microbial pollution. **Oxford University Press.** 1988.
48. [LIMPURB] Departamento de Limpeza Urbana do Município de São Paulo. **LIMPURB - Relatório Técnico SIGIL – 1998.** São Paulo; 1998.
49. Macintyre AJ. **Ventilação industrial e controle de poluição.** 2ª ed. Rio de Janeiro:Guanabara; 1990.
50. Martineau F, Picard FJ, Roy PH, Quéllette M. Species and ubiquitous DNA-based assays for rapid identification of *Staphylococcus epidermidis*. **Journal Clin Microbiol 1996**; 34: 2888-2893.
51. McDonald LC, Walker M, Carson L, et al. Outbreak of *Acinetobacter spp* bloodstream infections in a nursery associated with contaminated aerosols and air conditioners. **Pediatr Infect Dis J 1998**; 17:716-722.

52. McIntyre DM. An epidemic of *Streptococcus pyrogenes* puerpural and postoperative sepsis with an unusual site. **Am J Obstet Gynecol** 1968; 101:308-314.
53. Mattoso VDB. **Classificação, quantificação e análise microbiológica dos resíduos de serviços de saúde de Santa Casa de Misericórdia de São Carlos.** São Paulo; 1996. [Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, da USP].
54. Meson K. **Initial assessment of potencial biological emissions from medical waste treatment technologies.** In: [USEPA] Environmental Protection Agency. USA; 1996. <<http://www.epa.org>>
55. Ministério da Saúde. **Plano Nacional de Controle de Tuberculose.** Brasília; 1999.
56. Orofino FVG. **Aplicação de um sistema de suporte multicritério – safaty for Windows, na gestão dos resíduos sólidos de serviços de saúde – caso do hospital celso Ramos.** Santa Catarina; 1996. [Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina]
57. Overberger PA, Wadowsky RM, Schaper MM. Evaluation of airborne particulates and fungi during hospital renovation. **Am Ind Hyg Assoc J.** 1995; 56:706-712.
58. Pelczar MJ. **Microbiologia. Conceitos e aplicação. Volume 2.** São Paulo: Makron; p.329-330.
59. Prefeitura do Município de São Paulo. **Diretrizes para a Destinação Final de Resíduos Sólidos no Município de São Paulo.** São Paulo; 1992.

60. Poon C. Studies of the instantaneous death of airborne *E.coli*. **Am.Jour.Epid.** 1996, 84:1-9.
61. Pruss A, Giroult EE, Rushbrook P. **Safe management of wastes from Health-Care activities**. In: World Health Organization. Geneve; 1999.
62. Ramirez MCAR. Riscos sanitarios por aerosols de la planta de tratamiento de agua en un centro universitario. In: Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária; 2003.
63. Rao CY, Burge HA, Chang JCS. Review of quantitative standards and guidelines for fungi in indoor air. **Jour Air & Waste Manage Assoc.** 1996; 46:899-906.
64. Rego RC, Noda R, Formaggia DMME. **Gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. São Paulo; 1995.
65. Roberts C, Youngs ER, Gilbert RJ. Dissemination of *Bacillus cereus* in a maternity unit. **J Infect** 1985; 10: 228-232.
66. Rutala WA, Odette RL, Samsa GP. Management of infectious waste by US hospital. **Journal of American Medical Association** 1989; 262:1635-1640.
67. Santos BC, Rojas BL. Método para estimar el riesgo poblacional atribuible a una estación de transferencia de desechos sólidos municipales. **Salud Pública de México** 1992; Vol 34, nº 5.
68. São Paulo (Estado). Decreto n. 8.468, de 08 de setembro de 1976. Diretrizes para prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 13 set 1976.
69. Silva ACN. Estudo de fatores de riscos ambientais relacionados aos microrganismos patogênicos existentes nos resíduos sólidos de serviços de saúde.

- In: **Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária.** São Paulo: ABES; 2002
70. Silva LTCV. **Caracterização do resíduo hospitalar: uma inferência a patogenicidade.** São Paulo; 1993. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas].
71. Siqueira LFG. Os ambientes Interiores e a Síndrome dos Edifícios Doentes. **Revista Brasindoor 1998; 8: v.2.**
72. Snider GL. Tuberculosis then and now: A personal perspective on the last 50 years. In: **Annals of Internal Medicine 1997.** 126: 237-243.
73. Soares, SR; Benetti, LB, Silva MMAC, Oliveira CMM, Bertoncini RC, Crhistakis S. Avaliação da evolução microbiológica em resíduos hospitalares infecciosos. In: **Anais Seminário Nacional de Microbiologia Aplicada ao Saneamento, 2000.** Vitória. p. 200-211.
74. Son JS. Penicillin-resistant *Aerococcus viridans* bacteremia associated with granulocytopenia. *Journal Korean Medical Scienci*, vol 17: 113-115. 2002.
75. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18^a ed. Washington.
76. Streifel AJ. Design and maintenance of hospital ventilation systems and prevention of airborne nosocomial infections. In: **Hospital Epidemiology and Infection Control, 2º ed.** Philadelphia; 1999: p. 1211-1221.
77. Sutton PM, Nicas M; Reinisch F, Harrison RJ. Evaluating the control of tuberculosis among healthcare workers: adherence to CDC guidelines of three hospitals in California. **Infect. Control Hosp. Epidemiol. 1998; (19).**

78. Tarantino AB. **Doenças Pulmonares**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara; 1990. p.125-171.
79. Technical Assistance Manual. **State regulatory oversight of medical waste treatment Technologies**. A report of the state and territorial association on alternate treatment technologies. Atlanta; 1994.
80. [USEPA] Environmental Protection Agency. **Workbook of screening techniques for assessing impacts of toxic air pollutants**. EPA-454/R-92-024. 1992 [manual “on line”]. Acesso em 20/10/03. <http://www.epa.gov>.
81. [USEPA] Environmental Protection Agency. **Evaluation Biological Emissions from alternative medical waste treatment technologies**; 1993.
82. [USEPA] www.epa.gov/airs/criteria.html. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS 1999). Consulta em 23/07/03
83. [WHO] World Health Organization. **Communicable diseases surveillance and response (CSR)**. 2003 [relatório “on line”]. Acesso em 15/05/03. <http://www.who.int/csr/disease>.
84. [WHO] World Health Organization. **Air quality guidelines**. 1999. [manual on line”]. Acesso em 15/05/03. http://www.who.int/emvironmental_information/air_guidelines/introduction.htm.
85. [WHO] World Health Organization. WHO Report on Global Surveillance of Epidemic-prone infectious diseases. [relatório on line”]. Acesso em 15/05/03. <http://www.who.int/csr/resources/publications>
86. [WHO] World Health Organization. **Meningococcal disease**. 2001; 08 (76): 57-64. [paper on line”]. Acesso em 17/07/03. www.who.int/csr/meningoccal.

87. Wieser M, Busse HJ. Rapid identification of *Staphylococcus epidermidis*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. 2000; 50: 1087-1093.
88. Zanon U. Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar: realidade epidemiológica ou ficção sanitária? **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 1990; 23:163-170.

ANEXOS

ANEXO I – Resultados da Modelagem de Dispersão de Material Particulado

BUOY. FLUX = 1.384 M**4/S**3; MOM. FLUX = 70.897 M**4/S**2.

FINAL STABLE PLUME HEIGHT (M) = 37.4

DISTANCE TO FINAL RISE (M) = 200.2

TERR HT (M)	DIST (M)	*VALLEY 24-HR CALCS*			**SIMPLE TERRAIN 24-HR CALCS**				
		MAX 24-HR CONC (UG/M**3)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK BASE (M)	CONC (UG/M**3)	PLUME HT ABOVE STK HGT (M)	U10M SC	USTK (M/S)	
30.	300.	1.681	.6165	37.4	1.681	26.8	6	1.0	1.1

BUOY. FLUX = 1.384 M**4/S**3; MOM. FLUX = 70.897 M**4/S**2.

*** FULL METEOROLOGY ***

*** SCREEN AUTOMATED DISTANCES ***

*** TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
30.	28.42	6	1.5	1.6	10000.0	36.39	7.03	6.65	NO
100.	19.64	6	2.0	2.2	10000.0	29.74	10.79	7.46	SS
200.	7.292	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	22.51	15.98	NO
300.	4.177	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	32.11	21.35	NO
400.	2.777	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	41.56	26.43	NO
500.	2.064	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	50.79	31.19	NO
600.	1.648	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	59.76	35.65	NO
700.	1.375	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	68.49	39.85	NO
800.	1.179	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	76.98	43.82	NO
900.	1.030	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	85.24	47.59	NO
1000.	.9121	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	93.28	51.17	NO
1100.	.8169	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	101.12	54.60	NO
1200.	.7382	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	108.77	57.88	NO
1300.	.6721	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	116.24	61.03	NO
1400.	.6158	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	123.54	64.07	NO
1500.	.5675	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	130.67	67.00	NO
1600.	.5256	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	137.65	69.84	NO
1700.	.4889	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	144.48	72.59	NO
1800.	.4566	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	151.17	75.25	NO
1900.	.4280	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	157.73	77.84	NO
2000.	.4024	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	164.16	80.36	NO
2100.	.3796	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	170.47	82.82	NO
2200.	.3590	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	176.66	85.22	NO
2300.	.3403	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	182.75	87.56	NO
2400.	.3234	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	188.73	89.85	NO
2500.	.3080	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	194.60	92.08	NO
2600.	.2938	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	200.39	94.28	NO
2700.	.2809	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	206.07	96.42	NO
2800.	.2689	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	211.67	98.53	NO
2900.	.2579	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	217.19	100.59	NO

3000.	.2477	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	222.62	102.62	NO
3500.	.2063	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	248.63	112.26	NO
4000.	.1763	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	272.98	121.19	NO
4500.	.1536	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	295.92	129.54	NO
5000.	.1360	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	317.63	137.41	NO
5500.	.1219	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	338.29	144.87	NO
6000.	.1103	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	358.02	151.98	NO
6500.	.1007	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	376.92	158.78	NO
7000.	.9264E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	395.08	165.31	NO
7500.	.8573E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	412.57	171.60	NO
8000.	.7976E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	429.46	177.67	NO
8500.	.7456E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	445.81	183.54	NO
9000.	.6998E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	461.65	189.24	NO
9500.	.6592E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	477.04	194.77	NO
10000.	.6231E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	491.99	200.15	NO
15000.	.4014E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	623.69	247.66	NO
20000.	.2956E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	733.37	287.47	NO
25000.	.2338E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	829.19	322.42	NO
30000.	.1933E-01	6	1.0	1.1	10000.0	39.78	915.29	353.94	NO
40000.	.1617E-01	4	1.0	1.1	320.0	60.87	1552.29	1553.22	NO
50000.	.1438E-01	4	1.0	1.1	320.0	60.87	1745.80	1750.05	NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 30. M:
46. 65.17 5 2.0 2.2 10000.0 27.33 5.12 3.63 SS

DIST = DISTANCE FROM THE SOURCE
CONC = MAXIMUM GROUND LEVEL CONCENTRATION
STAB = ATMOSPHERIC STABILITY CLASS (1=A, 2=B, 3=C, 4=D, 5=E, 6=F)
U10M = WIND SPEED AT THE 10-M LEVEL
USTK = WIND SPEED AT STACK HEIGHT
MIX HT = MIXING HEIGHT
PLUME HT= PLUME CENTERLINE HEIGHT
SIGMA Y = LATERAL DISPERSION PARAMETER
SIGMA Z = VERTICAL DISPERSION PARAMETER
DWASH = BUILDING DOWNWASH:
DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

*** SCREEN DISCRETE DISTANCES ***

*** TERRAIN HEIGHT OF 7. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES ***

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
300.	4.637	6	1.0	1.1	10000.0	32.78	32.11	21.35	NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

 * SUMMARY OF TERRAIN HEIGHTS ENTERED FOR *
 * SIMPLE ELEVATED TERRAIN PROCEDURE *

TERRAIN HT (M)	DISTANCE RANGE (M)	
	MINIMUM	MAXIMUM
0.	30.	50000.
7.	300.	--

*** CAVITY CALCULATION - 1 ***
 CONC (UG/M**3) = .0000
 CRIT WS @10M (M/S) = 99.99
 CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99
 DILUTION WS (M/S) = 99.99
 CAVITY HT (M) = 11.19
 CAVITY LENGTH (M) = 30.00
 ALONGWIND DIM (M) = 20.00

*** CAVITY CALCULATION - 2 ***
 CONC (UG/M**3) = .0000
 CRIT WS @10M (M/S) = 99.99
 CRIT WS @ HS (M/S) = 99.99
 DILUTION WS (M/S) = 99.99
 CAVITY HT (M) = 10.32
 CAVITY LENGTH (M) = 23.33
 ALONGWIND DIM (M) = 30.00

CAVITY CONC NOT CALCULATED FOR CRIT WS > 20.0 M/S. CONC SET = 0.0

