



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**INTER-RELAÇÕES ENTRE A QUALIDADE DO AR EXTERNO
E INTERNO EM ESPAÇOS HOSPITALARES: O Complexo de
Doenças Infecto-Contagiosas Dr.Clementino Fraga em
João Pessoa - Paraíba**

Sheila Azevedo Freire

JOÃO PESSOA
Julho/2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

SHEILA AZEVEDO FREIRE

**INTER-RELAÇÕES ENTRE A QUALIDADE DO AR EXTERNO
E INTERNO EM ESPAÇOS HOSPITALARES: O Complexo de
Doenças Infecto-Contagiosas Dr.Clementino Fraga em
João Pessoa - Paraíba**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre

Orientador: Profº Dr Francisco A. Gonçalves da Silva

F866i

Freire, Sheila Azevedo

Inter-relações entre a qualidade do ar externo e interno em espaços hospitalares: O Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Dr. Clementino Fraga em João Pessoa – Paraíba / Sheila Azevedo Freire. – João Pessoa, 2005.

116 p.;il._

Orientador: Francisco A. Gonçalves da Silva.

Dissertação (mestrado) – UFPB/CT

1. Qualidade do ar 2. Infecção Hospitalar 3. Arquitetura Hospitalar 4. Ventilação Natural.

UFPB/BC

CDU:674.71(043)

SHEILA AZEVEDO FREIRE

**INTER-RELAÇÕES ENTRE A QUALIDADE DO AR EXTERNO
E INTERNO EM ESPAÇOS HOSPITALARES: O Complexo de
Doenças Infecto-Contagiosas Dr.Clementino Fraga em
João Pessoa - Paraíba**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre

Aprovado em : _____ / _____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr Francisco A. Gonçalves da Silva

Profª Dr. Edeltrude Oliveira de Lima

Profº Dr. Edson Leite Ribeiro

Ao meu pai Edvaldo (in memoriam), a minha mãe
Heide e aos meus filhos Caio, Bárbara e Ingra.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Francisco Gonçalves, por acreditar em meu projeto e pelas valiosas contribuições na orientação desta pesquisa.

Ao Professor Adalberto Coelho da Costa, pela assessoria ao trabalho, pela disponibilidade e pela atenção.

Ao Dr. Raul Câmara superintendente do Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Dr. Clementino Fraga, por ter possibilitado a realização da pesquisa, e aos funcionários, pela colaboração durante a coleta dos dados.

À amiga Miriam Panet, pelas longas conversas que me garantiram força e estímulo.

À farmacêutica-bioquímica Suênia Taurino, pela colaboração na coleta das amostras e pela realização das análises laboratoriais.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e ao UNIPÊ – Centro Universitário de João Pessoa, pela ajuda financeira à pesquisa.

A Samuel, amigo e companheiro, pelo carinho, apoio, incentivo e participação.

Ao Laboratório de Bacteriologia do Departamento de Ciências Farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (DCF / CCS / UFPB), pela concessão do material para pesquisa e realização da etapa laboratorial.

Agradecimentos especiais a Caio Freire, Crishane Freire, Laerte Ramos, Líssia da Cruz, Matteo Ciacchi, Josemar Silveira, Jean Fachine, Amélia Panet, Professor Lauro Santos Filho, Teresa Lira e Rossana Honorato pelas valiosas contribuições oferecidas em diferentes etapas do trabalho.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização desta investigação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE GRÁFICOS	X
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS	XII
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1 INTRODUÇÃO	15
2 ESTUDOS ANTECEDENTES	20
3 UNIVERSO DE ESTUDO	27
3.1 Caracterização do objeto de estudo	29
3.2 Delimitação do objeto de estudo	35
4 ARQUITETURA HOSPITALAR: UM BREVE HISTÓRICO	37
5 BASE TEÓRICA	48
5.1 O vento e a sua distribuição na cidade de João Pessoa	48
5.2 Ventilação natural e o projeto de arquitetura	51
5.3 Edifícios Doentes	56
5.4 O meio ambiente hospitalar x infecção hospitalar	61
5.5 Variáveis termoambientais e os poluentes biológicos	65
5.6 Qualidade microbiológica do ar em ambientes interiores	70
6 METODOLOGIA	75
7 RESULTADOS	80
7.1 Avaliação das variáveis termoambientais	80
7.2 Microbiologia do ar interior	90
7.2.1 Microbiologia das amostras na superfície do piso	90
7.2.2 Microbiologia das amostras do ar	93
8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	97
8.1 Variáveis termoambientais	97
8.2 Microbiologia das amostras das superfícies do piso e do ar	101

9 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXOS	117
ANEXO A: PLANILHAS DE DADOS - MEDIÇÕES TERMOAMBIENTAIS	118
A1: Planilha de dados medições termoambientais - inverno	119
A2: Planilha de dados medições termoambientais - verão	120
ANEXO B: REGISTROS FOTOGRÁFICOS	121
B1: Estação meteorológica	122
B2: Termohigrômetro digital	122
B3: Localização estação meteorológica P1	122
B4: Equipamentos para amostragem do ar	123
B5: Amostragem do ar ambiental - recepção/espera do ambulatório (ponto PA2)	124
B6: Amostragem do ar ambiental - circulação acesso à internação (ponto PA3)	124
B7: Amostragem do ar ambiental - circulação laboratório 1 (ponto PA4)	125
B8: Amostragem do ar ambiental - espera DORT (ponto PA5)	125
B9: Coleta do material da superfície do piso - circulação internação	126
B10: Coleta do material da superfície do piso através da técnica "Square Sampling"	126
B11: Fachada sul do edifício - entrada para o ambulatório	127
B12: Circulação/espera pacientes ambulatório	127
ANEXO C: RELATÓRIOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO AR	128
ANEXO D: DESENHOS	136
D1: Planta baixa - Situação atual	
D2: Planta baixa - Locação dos pontos de amostragem na superfície do piso	
D3: Planta baixa - Locação estações meteorológicas e dos pontos de amostragem do ar	

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Regiões bioclimáticas do Estado da Paraíba segundo classificação de Köppen	27
Figura 02: Planta da cidade de João Pessoa	28
Figura 03: Foto aérea do Hospital Clementino Fraga.....	30
Figura 04: Implantação do Hospital – Desenho sem escala	32
Figura 05: Corte transversal - blocos de internação.....	33
Figura 06: Implantação do Hospital segundo zoneamento quanto ao risco de transmissão de doenças	34
Figura 07: Implantação do Hospital segundo zoneamento das unidades funcionais. Desenho sem escala	35
Figura 08: Ilustração do Hospital de Cheisea (Londres)	38
Figura 09: Enfermaria “Nightingale” St Thomas 1857	41
Figura 10: Hospital Lariboisiere, 1846-1854	42
Figura 11: Enfermarias projetadas por Casimir Tollet para o Hospital Montpellier.	43
Figura 12: Belfast Royal Victoria Hospital, 1903.....	45
Figura 13: Modelo Tricelular.....	49
Figura 14: Cadeia epidemiológica da infecção hospitalar.....	64
Figura 15: Tamanhos relativos de patógenos respiratórios.....	69
Figura 16: Fluxograma do método de avaliação da qualidade do ar externa e interna em E.A.S.....	69
Figura 17: Corte longitudinal - blocos de administração, serviços de apoio e diagnóstico e terapia.....	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Temperatura do ar externo e interno – Medições de verão	81
Gráfico 02: Temperatura do ar externo e interno – Medições de verão	82
Gráfico 03: Umidade relativa do ar externo e interno – medições de inverno....	83
Gráfico 04: Umidade relativa do ar externo e interno – Medições de verão.....	84
Gráfico 05: Velocidade do ar externo e interno – Medições de inverno.....	85
Gráfico 06: Velocidade do ar externo e interno – Medições de verão	86
Gráfico 07: Rosa-dos-ventos para o período de medições de inverno	88
Gráfico 08: Rosa-dos-ventos para o período de medições de verão	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Principais doenças relacionadas a edificações	25
Tabela 02: Atlas de vento do Aeroporto Castro Pinto – João Pessoa – Paraíba. .	50
Tabela 03: Perfis de velocidades para a cidade de João Pessoa - Paraíba	50
Tabela 04: Principais doenças relacionadas a edificações e os principais microorganismos envolvidos.	58
Tabela 05: Possíveis fontes de poluentes biológicos	60
Tabela 06: Possíveis fontes de infecção hospitalar veiculadas pelo ar	66
Tabela 07: Frequência de direções do vento (medições de inverno)	87
Tabela 08: Frequência de direções do vento (medições de verão)	87
Tabela 09: Grau de contaminação bacteriana do piso da recepção/espera ambulatorio e circulação de acesso à internação.....	91
Tabela 10: Distribuição dos microrganismos isolados e identificados nas amostras analisadas na recepção/espera do ambulatorio.....	92
Tabela 11: Distribuição dos microrganismos isolados e identificados nas amostras analisadas na circulação de acesso à internação	93
Tabela 12: Fungos isolados e identificados nas amostras analisadas nos quatro pontos de coleta.....	94
Tabela 13: Bactérias isoladas e identificadas na amostra analisada na recepção e espera do ambulatorio	95
Tabela 14: Resultados da análise dos exames físico-químicos do ar	96
Tabela 16: Relação interior/exterior de concentração de fungos <i>Aspergillus spp</i>	103
Tabela 17: Relação interior/exterior de concentração de fungos <i>Penicillium spp</i> em percentuais	103
Tabela 18: Relação interior/exterior de concentração de fungos <i>Penicillium spp</i> em percentuais	103

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
EAS	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
NBR	Norma Brasileira Revisada
QAI	Qualidade do Ar Interior
SED	Síndrome dos Edifícios Doentes
UFC	Unidade Formadora de Colônias

RESUMO

Este trabalho avaliou a qualidade do ar interior, do ponto de vista biológico e físico-químico do edifício hospitalar "Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Dr Clementino Fraga", localizado em João Pessoa – Paraíba, utilizando-se da técnica "Square Sampling", do método de amostragem de ar por impactação com acelerador linear e com séries de dados de temperatura, umidade do ar, velocidades e direção dos ventos interno e externo à edificação, coletados *in loco*, cujos resultados, comparados com os indicadores recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, apresentaram níveis inaceitáveis de contaminação do ar.

Palavras Chave: Qualidade do ar interior, Infecção hospitalar, arquitetura hospitalar, ventilação natural.

ABSTRACT

This work has evaluated the quality of indoor air, from both biological and physicochemical points of view, in the "Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Dr. Clementino Fraga", João Pessoa - Paraíba, using the "Square Sampling" technique, the air-exposing method by impactation with a linear accelerator, and a series of temperature, air humidity and speed and direction of internal and external winds data, collected in loco, and whose results, once compared with the indicators recommended by the "Agência Nacional de Vigilância Sanitária" - ANVISA (Portuguese for Sanitary Vigilance National Agency), have shown unacceptable levels of air contamination

Key words: Indoor air quality, Hospital infection, hospital architecture, natural ventilation.

1 INTRODUÇÃO

A World Health Organization (1998) dispondo sobre a qualidade do ar em ambiente interior, relata que alguns fatores referentes à arquitetura das edificações, ao número de pessoas no ambiente e à recirculação do ar podem também promover a disseminação de microrganismos pelo ar.

No que se refere à arquitetura das edificações, observa-se que a grande maioria dos hospitais, que vêm sendo construídos apresenta uma volumetria muito rígida, em que a utilização de recursos naturais de iluminação e ventilação é rejeitada na maioria dos ambientes, generalizando, desnecessariamente, o emprego de condicionamento de ar e de iluminação artificial.

Existem profissionais que defendem a criação de ambientes fechados, totalmente climatizados, em nome da garantia da qualidade do ar, como atitude de controle da proliferação de bactérias e microrganismos. Entretanto, esses profissionais esquecem de chamar a atenção para o fato de que esses sistemas de ventilação e de condicionamento de ar artificial são fontes de desenvolvimento de colônias de microrganismos. Por esta razão, necessitam de limpeza e manutenção adicionais, uso de filtros especiais nas entradas e saídas de ar, especialmente nas áreas críticas.

Do ponto de vista das soluções arquitetônicas, o tratamento das variáveis termoambientais, decorrentes das condições climáticas inerentes ao clima quente-úmido, permite alternativas de projeto que contemplem o acondicionamento natural do edifício, considerando os diferentes graus de exigências das atividades desenvolvidas nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, como é o caso do clima da cidade de João Pessoa.

Neste sentido, a ventilação natural é uma entre outras técnicas que deve interagir na concepção do projeto arquitetônico, adaptando-o às

características climáticas e microclimáticas do sítio onde está inserido, levando em consideração o potencial de ventilação.

Entretanto, o desprezo a estudos que priorizam o uso de técnicas naturais de climatização, para estabelecimentos assistenciais de saúde tem reproduzido uma tipologia hospitalar não condizente com a realidade tropical da cidade de João Pessoa, contribuindo para o aumento do recurso à climatização artificial que, além de gerar fontes de calor para o meio urbano, contribui para o aumento do consumo de energia em consequência de um uso indiscriminado de sistemas de condicionadores de ar. Em unidades urbanas, domésticas ou comerciais, o uso de sistemas de condicionadores de ar representa em média cerca de 40 a 60% do custo do consumo de energia. Em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), o mesmo se repete com uma peculiar agravante: a qualidade do ar interior está sempre vinculada à expectativa de perfeito funcionamento do sistema de ar condicionado central.

Um dos principais problemas encontrados para a melhoria da qualidade do ar, no interior dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) se deve ao fato de que sua importância não é reconhecida pela unanimidade das pessoas responsáveis por sua definição. Nos últimos anos a qualidade do ar em E.A.S. entrou na lista dos mitos de infecção hospitalar, onde a maior preocupação tem se dado em como resolver os problemas de instalações contaminantes, sem o mesmo rigor de normalização e controle dos processos construtivos.

A comunidade científica reconhece que infelizmente são muitas as dificuldades encontradas para determinar com segurança a causa da infecção contraída nos hospitais, considerando os fatores associados, pois estes fatores extrapolam a condição clínica do paciente, envolvendo a complexidade do ambiente externo. Por esta razão, nas últimas décadas, o tema infecção hospitalar tem sido abordado de forma cada vez mais aprofundada e pesquisado como uma importante questão de saúde pública, econômica e social.

A crescente especialização nas Instituições de Saúde e o desenvolvimento de equipamentos específicos, embora não ao alcance de todos,

têm minimizado, de certa maneira, as questões relativas à qualidade do ar e aos controles de temperatura e de umidade local. Neste sentido, destacam-se também a normalização de padrões das Instituições de Saúde e a melhoria nos níveis de exigências dos usuários, que vêm contribuindo para incrementar a demanda por ambientes cada vez mais controlados.

As mudanças conceituais, acerca dos mecanismos transmissores de agentes infecciosos, possibilitaram uma maior compreensão do papel do espaço físico na prevenção de infecções. Hoje, sabe-se que a maioria dos casos de infecção hospitalar é consequência do desequilíbrio da flora humana e não do ambiente externo onde a maior forma de transmissão de doenças se dá através das mãos ou de procedimentos invasivos. Quanto à ventilação, como agente veiculador de germens, o grande risco consiste nos microrganismos que se unem aos grãos de poeira em suspensão e que através do vento se propagam. No entanto, para que se efetive a contaminação, a predisposição e a vulnerabilidade do paciente são os fatores mais determinantes.

Infelizmente, os hospitais tendem a ser ambientes onde existe uma concentração de microrganismos prejudiciais à saúde. Desta forma, muitos estudos têm sido conduzidos, objetivando traçar a provável rota de contaminação no interior do edifício, a partir da suspensão de partículas no ar, consistindo parcialmente ou inteiramente de microrganismos que permanecem viáveis nos aerossóis eliminados. Estas partículas têm a característica de resistência à permanência no ar e de manter a sua infectividade por um longo período.

Embora o uso do ar condicionado seja indispensável em alguns ambientes hospitalares, em função da natureza das atividades e (ou) dos equipamentos a eles inerentes (como a sala de cirurgia), ou da exigência de controle especial das condições ambientais e da qualidade do ar, para o controle da infecção, a climatização artificial não é essencial à maioria dos setores de um hospital, sendo muitas vezes até indesejável, a exemplo, das áreas de espera da unidade de diagnóstico e de tratamento ambulatorial de doenças infecto-contagiosas como a tuberculose e a hanseníase (FREIRE, 2002).

Em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), especializados no tratamento de doenças infecto-contagiosas, um dos principais cuidados na prevenção e controle da infecção deve ser proveniente de uma boa qualidade do ar interior com uma boa taxa de renovação através de uma efetiva ventilação cruzada natural e/ou artificial. Nesse caso, o risco biológico de transmissão de algumas doenças deve ser avaliado em todo o estabelecimento e em todas as áreas de atendimento e/ou circulação de pacientes.

Diante do exposto, mediante a necessidade de investigar o papel da ventilação natural como agente veiculador de microrganismos, esta pesquisa apostou no potencial estudo do caso do Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Dr. Clementino Fraga, situado na cidade de João Pessoa, em sua posição referencial no tratamento especializado no estado da Paraíba.

Assim, este estudo teve como objetivo analisar a qualidade do ar no interior do edifício hospitalar considerando as variáveis termoambientais determinadas pelas condições climáticas externas locais e as variáveis de projeto arquitetônico para controle do microclima interior.

A estrutura de apresentação do trabalho desenvolvido está definida em nove capítulos. No capítulo 2, procede-se a uma revisão dos estudos antecedentes, contendo referências sobre a contribuição do ar na transmissão de doenças e a relação das condições termoambientais com a qualidade do ar interior. Na seqüência, com o capítulo 3, delimita-se o universo de estudo, caracterizando o objeto de pesquisa. Um breve histórico da arquitetura hospitalar é realizado no capítulo 4. No capítulo 5, define-se a base teórica da pesquisa. O capítulo 6 descreve os métodos e técnicas utilizados na pesquisa, organizados em etapas de trabalho. Os resultados da pesquisa são apresentados no capítulo 7 e analisados e discutidos no capítulo 8. Finalizando, com o capítulo 9, apresenta-se as conclusões, antecedendo as referências bibliográficas.

Os resultados desta pesquisa visam contribuir para a discussão sobre a importância da solução do projeto de arquitetura na prevenção de infecção hospitalar. Pretende ainda auxiliar os profissionais da área de saúde no planejamento de edifícios hospitalares para a valorização da ventilação e

iluminação natural nos ambientes funcionais, que demandam sistemas comuns de controle das condições ambientais higrotérmicas e de controle de qualidade do ar, bem como no atendimento às exigências de controle ambiental estabelecidas a partir das relações postas entre os edifícios de saúde e a estrutura urbana local.

2 ESTUDOS ANTECEDENTES

Ao longo dos anos, estudos e pesquisas nacionais e internacionais têm se mobilizado na busca do aprimoramento de mecanismos de prevenção de infecção hospitalar, em que o meio ambiente específico assume atenção especial.

Segundo um relatório apresentado pelo governo da Inglaterra, no ano de 2000, cinco mil pessoas morreram e mais de cem mil adoeceram vítimas de infecção hospitalar. Este relatório indicou que, na Escócia, morreram mais pessoas vítimas de infecção hospitalar do que de acidentes no trânsito. O Centers for Disease Control and Prevention (2000) estima que mais de dois milhões de pacientes por ano adquirem infecções nos hospitais norte-americanos enquanto são hospitalizados para tratamento de saúde, com um número de 88 mil de mortes (MILLS, 2003). No entanto, a rotina microbiológica de amostragem ambiental tem considerado a participação do ambiente, quando comparado com as demais fontes, como responsável por aproximadamente 15% dos casos de infecção hospitalar (SIQUEIRA, 2000; LACERDA et al., 2003).

Enquanto as pessoas são consideradas fontes de infecção primária, o meio ambiente constitui o reservatório e a via de transmissão do microrganismo. O assunto seria simplificado caso se pudesse estabelecer a relação entre os níveis de contaminação do ambiente e os índices de infecção. De um modo geral, o ambiente inanimado, desde que adequadamente limpo ou com carga microbiana em níveis toleráveis, não implica diretamente infecções hospitalares.

Fernandes (2000) relata que, embora o meio ambiente seja considerado, pela comunidade médica científica, como de menor importância na incidência de infecção hospitalar, alguns profissionais têm confundido menor importância com irrelevância. Acrescenta ainda, que o ambiente inanimado não pode ser encarado como tal, e que, além disso, seu papel é de menor importância somente após a instalação de medidas básicas de controle de contaminação ambiental.

Karman & Fiorentine (1994) consideram que a prevenção e o controle de infecção passam por um Planejamento Hospitalar Preditivo que vise, no âmbito da segurança, dotar os projetos arquitetônicos e de engenharia, ainda na fase de elaboração, de barreiras, de proteções, de meios e de recursos físicos, funcionais e operacionais, capazes de contribuir para a prevenção de infecção hospitalar, sem resvalar em soluções paliativas, menos confiáveis ou menos técnicas, relacionadas a pessoas, ambientes, circulações, práticas, equipamentos e instalações.

Embora o meio ambiente tenha um menor papel na transmissão de infecção hospitalar, no que diz respeito à qualidade do ar, o cuidado nos ambientes destinados à realização de procedimentos com maior controle do risco de passagem de germes (de pessoa para pessoa, de pessoa para ambiente e de ambiente para pessoa), tem se revelado um fator importante na prevenção e controle de infecção.

Alguns estudos consideram o ar como uma importante fonte de transmissão de infecção no meio ambiente hospitalar, onde a circulação do ar fresco, filtrado e em temperatura adequada tem se revelado um meio eficaz para a remoção da contaminação bacteriana por ele transportada. No entanto, nenhuma taxa de infecção hospitalar aerotransportada exata está disponível, visto que muitas dessas infecções aparecem em casa depois da hospitalização do paciente, razão pela qual as taxas de infecção hospitalar adquirida são provavelmente menosprezadas.

Schaall (1991) em seus estudos estima em 10% a contribuição do ar na transmissão de infecções hospitalares. Nos últimos anos, a taxa de infecção hospitalar adquirida global situou-se entre 5-10% na Europa e América do Norte (Emmerson 1995). No entanto, essas taxas variam amplamente entre os diferentes ambientes hospitalares e variam de 1% nos consultórios oftalmológicos e psiquiátricos para aproximadamente 30% em unidade de terapia intensiva (CDC 1985).

Nos últimos anos, muitos estudos foram desenvolvidos sobre o tema infecção hospitalar, e, hoje em dia, a avaliação do nível de contaminação microbiana do ar em lugares de risco é considerada um passo básico para prevenção de infecção (WHYTE et al. 1992).

No que se refere à infecção hospitalar aerotransportada, Pelczar et al. (1981) relata a sua ocorrência a partir da suspensão de partículas no ar, consistindo parcialmente ou inteiramente de microrganismos.

Os organismos introduzidos no ar podem ser transportados ao longo de alguns poucos centímetros ou algumas milhas; alguns morrem em questão de segundos; outros sobrevivem por semanas, meses ou mais. O destino final dos microrganismos transportados pelo ar é governado por um conjunto complexo de circunstâncias, incluindo as condições atmosféricas (umidade, luz solar, temperatura), as dimensões das partículas portadoras dos germes e a natureza dos microrganismos, ou seja, o grau de suscetibilidade ou resistência de uma espécie particular ao novo ambiente físico ou sua capacidade de formar esporos ou cistos resistentes (PELCZAR et. al. 1981).

Pannuti (1997) relata que, embora cuidados para conter a disseminação de aerossóis venham sendo tomados, surtos de varicela em hospitais transmitidos pelo ar têm sido relatados. Eickhoff (1993 apud Workshop by Healthy Buildings, 2000) acrescenta que vírus de sarampo e rubéola também podem ser disseminados pela rota aerotransportada Assim como os vírus entéricos, influenza e parainfluenza podem ser transmitidos pelo ar (SAWYER 1988 apud WORKSHOP BY HEALTHY BUILDINGS, 2000).

Breiman (1990 apud PANNUTI 1997 p.450), em demonstrações recentes, por PCR, de DNA do vírus da varicela-zóster, em amostras colhidas em ambientes contíguos aos quartos de isolamento de pacientes com varicela e herpes-zóster, comprovam as dificuldades de controle da transmissão de doenças aerotransportadas, apesar destas unidades terem sido construídas adequadamente e de possuírem gradiente negativo de pressão.

Andrade & Angerami (1999), destacam os fatores relacionados ao ambiente, dentre as práticas para o controle da infecção hospitalar, onde

predominam a preocupação com as medidas de higiene, o processamento de artigos médico-hospitalares e a estrutura física do hospital.

No que se refere à estrutura física, devido à necessidade quase constante de atualização e expansão dos serviços médicos, reformas e construção são ocorrências comuns em estabelecimentos de saúde. onde são lançados esporos de fungos e bactérias durante reformas, manutenção e construção. Os esporos são pequenos e permanecem durante muito tempo aerotransportados podendo atingir longas distâncias. Exposição para esporos de fungos se constitui em uma ameaça muito séria para os pacientes imunocomprometidos.

O Center for Disease Control and Prevention (CDC, 1986) aponta freqüentes pneumonias hospitalares, causadas por *Aspergillus* spp que foram isolados do ar não filtrado, na poeira em suspensão causada por reformas ou construção de edifícios, em superfícies horizontais e no sistema de ventilação, causando danos a pacientes imunodeprimidos.

Embora os registros de diferentes espécies de fungos associados a doenças em pacientes imunocomprometidos transmitidos pelo ar sejam esporádicos, infecções fúngicas estão relacionadas ao *Aspergillus*. Os primeiros surtos de aspergilose invasiva¹ apareceram em 1974, atingindo pacientes com leucemia e transplante renal; nos anos seguintes, outros surtos foram registrados e sempre associados à contaminação do ar com esporos de *Aspergillus* (PERRAUD et al., 1987; DEWHURST et al., 1990; STOUT et al., 1982; FIELDS et al., 1989 apud PANNUTI, 1997). Casos de aspergilose têm sido relatados como produtos de infecção hospitalar e evidenciado três principais elementos que contribuem para a doença: a presença de paciente imunodeprimido; a insuficiência dos equipamentos de tratamento de ar e a presença de construção ou reforma dentro ou em áreas do próprio lote do serviço de saúde ou ainda de lotes vizinhos, a eles adjacentes (CORNETT et al. (1999).

¹ São fungos agentes de micoses profundas, isto é, invadem órgãos e tornam-se sistêmicas. Fungos que independente dos status imunológico do hospedeiro produzem infecção micótica: *Paracoccidioides brasiliensis*, *Histoplasma capsulatum*, *Blastomyces dermatitides*, *Coccidioides immitis*, *Aspergillus fumigatus*, *Cryptococcus neoformans*.

A ABNT NBR 7256:2005 – Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações, chama a atenção para reparos, reformas, ampliações ou obras de qualquer porte em EAS que liberam no ar poeiras e fungos *Aspergillus spp* e outros microrganismos, nocivos para os pacientes imunodeprimidos, assim como obras de escavação, demolição e construção externas na proximidade do EAS, que podem elevar a concentração no ar ambiente de poeira e de *Aspergillus spp* e outros microrganismos em níveis predominantemente superiores ao normal.

Cornet et al.. (1999) compararam a superfície do ambiente contaminado por *Aspergillus*, em 3 Unidades do Departamento de Hematologia de um hospital, durante 3 períodos: antes, durante e após a reforma. O resultado demonstrou que houve uma contaminação significativa nas amostras por *Aspergillus* durante o período de reforma.

Carter e Barr (1997 apud MUNHÓZ & SOARES, 2000) em seus estudos relatam surtos de aspergilose relacionados às reformas e construções, destacando o tipo de instituição, pacientes e a cadeia epidemiológica (Tabela 01).

Tabela 01 - Principais doenças relacionadas a edificações
 Fonte: MUNHÓZ & SOARES, 2000

Surtos Hospitalares Relacionados a Reformas e Construções						
Agente Etiológico	Hospital	Grupo de Risco	Atividade	Contaminação	Total de Casos	Total de óbitos
<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A.fumigatus</i> <i>A.niger</i>	Militar	Neoplasias Corticoterapia	Reforma	Ambiente Interno	11	11
<i>A.fumigatus</i>	Veteranos	Transplante Renal	Reforma	Fundo falso no teto	3	1
<i>Aspergillus Zigomicetos</i>	Pediátrico	Neoplasias	Construção e reforma	Ambiente demolido Sistema de Ar condicionado Tráfego	5	5
<i>Aspergillus Zigomicetos</i>	UTI Neonatal	Prematuridade	Reforma	Fundo falso no teto	2	2
<i>Aspergillus flavus</i>	Universitário	Neoplasias Pneumopatas	Construção	Sistema de Ar condicionado	22	1
<i>Legionella sp</i>	Veteranos	Imunocomprometidos Neoplasias Transplante Renal	Construção	Ambiente Externo	49	15
<i>Legionella sp</i>	Psiquiátrico	Enfermaria com janela aberta nas proximidades do jardim	Construção e Manutenção do gramado	Aérea	81	12

Para Feldmam (1995 apud GAVA, 2002, p.19), um programa de monitoramento para contaminantes do ar como poeira, esporos de *Aspergillus fumigatus* e *endotoxinas* pode ser um instrumento valioso no controle da saúde pública e ambiental.

Pesquisas de métodos de detecção e identificação de microrganismos têm sido desenvolvidas a partir de uma necessidade cada vez maior de monitoramento do ar interior em consequência do surgimento de sintomas associados aos microrganismos presentes.

Para Pelczar et. al. (1981) o grau de contaminação do ar interno é influenciado por fatores tais como as taxas de ventilação, o número de pessoas que ocupam o ambiente, a natureza e o grau de atividade exercida.

Estudos apresentados por Fisk e Rosenfeld (1997); Seppanen et al. (1999) demonstraram um aumento na incidência de enfermidades respiratórias

causadas por agentes infecciosos (vírus e bactérias) quando associados à alta densidade de ocupantes no ambiente e às características de ventilação do edifício. Acrescenta ainda que criando estratégias de tratamento do ar, tais como filtragem, renovação do ar, procedimentos de desinfecção e controle de diferença de pressão nos ambientes, pode ajudar no controle da incidência de enfermidades.

Alguns estudos mostram a relação entre as condições térmicas e de umidade com a qualidade do ar. Siqueira (2000), em seus estudos, relacionou o aumento da temperatura do ar interior com os sintomas da SED (Síndrome do Edifício Doente) e com a percepção de piora da qualidade do ar interior.

Seppanen et al.. (1999), demonstraram que, embora a ventilação não seja o único determinante da qualidade do ar interior, resultados na melhoria da saúde de seus ocupantes foram relacionados ao aumento da taxa de ventilação.

Apesar de muitos estudos, alguns dos quais aqui citados, terem sido desenvolvidos sobre a qualidade do ar interior em estabelecimentos de saúde, muito ainda há de ser pesquisado relativo à metodologia, à interpretação de dados e aos níveis máximos aceitáveis de contaminação no interior do ambiente hospitalar. Medidas de avaliação dos impactos causados pela contaminação do ar sobre a saúde são muito complexas, embora valiosas na saúde pública e ambiental. Por isso a necessidade de continuar avançando no conhecimento científico desta problemática.

3 UNIVERSO DE ESTUDO

O Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Dr. Clementino Fraga localiza-se na cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba. Esta cidade está situada na porção oriental a 7 08 'S e 34° 53 'W. Em consequência da sua localização geográfica, a cidade de João Pessoa se caracteriza por temperaturas médias anuais elevadas, sem estações térmicas, no entanto, com estação úmida definida. Possui um regime pluviométrico acentuado, concentrado nos meses de maio, junho e julho, com umidade relativa do ar elevada, com apenas dois meses secos.

Segundo a classificação bioclimática de Köppen (1884 complementada e atualizada para os dias atuais -, figura 01), o clima de João Pessoa é do tipo mediterrâneo ou nordestino subseco, com temperatura média anual em torno de 25°C e umidade relativa do ar em torno de 80% (SILVA, 1999).

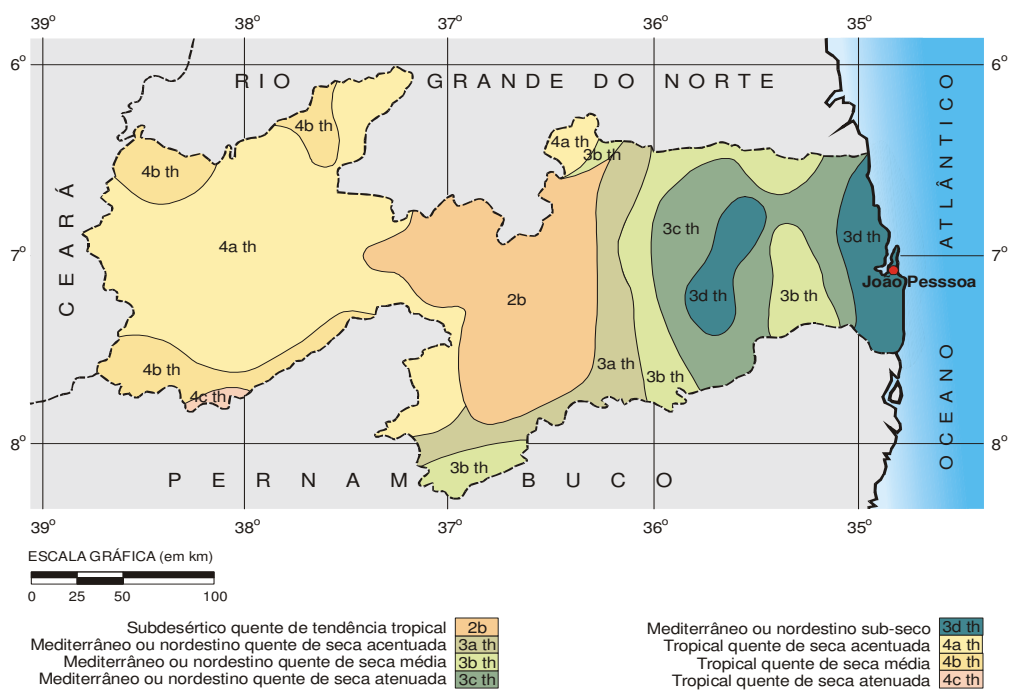
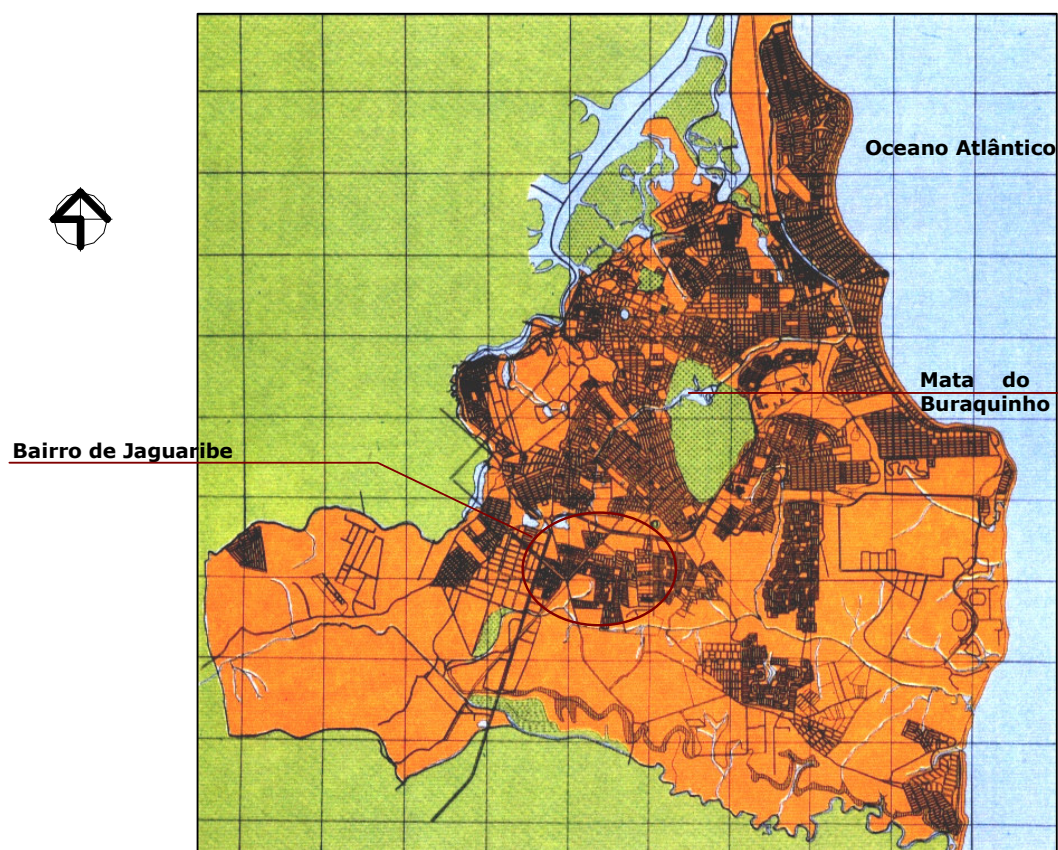


Figura 01: Regiões bioclimáticas do Estado da Paraíba segundo classificação de Köppen
Fonte: Atlas do Estado da Paraíba, apud Silva, 1999. p.28.

O Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Dr. Clementino Fraga se localiza no bairro de Jaguaribe, parte sudoeste da cidade de João Pessoa, próximo à reserva florestal de 515 ha da Mata do Buraquinho, com uso residencial predominante e pouco adensado. Portanto com poucas superfícies para acúmulo de radiação solar direta, o que proporciona a existência de uma temperatura mais amena (figura 02).



Escala Gráfica

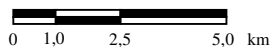


Figura 02: Planta da cidade de João Pessoa
Fonte: Plano Diretor de João Pessoa (1992)

3.1 Caracterização do objeto de estudo

O Complexo de Doenças Infecto-contagiosas Clementino Fraga é um hospital de médio porte, responsável pela política de assistência e atendimento aos portadores de doenças infecto-contagiosas, com referência ao tratamento especializado no Estado da Paraíba. O estabelecimento atende o público em geral, de forma gratuita, e é mantido pela Secretaria de Saúde do Estado.

Inicialmente criado para o atendimento dos pacientes portadores de tuberculose, o hospital funcionava na antiga Maternidade do Estado, no bairro de Jaguaribe. No entanto, a necessidade de um hospital destinado aos pacientes portadores de doenças infecciosas levou à construção de um novo prédio. Construído em 1959, o edifício apresenta algumas características encontradas na arquitetura moderna, como a flexibilidade na planta a partir de uma modulação estrutural, a presença de grandes panos de aberturas com vidro e venezianas e o predomínio da valorização da função sobre a forma.

Atualmente o hospital tem capacidade para 64 leitos e atende em média 500 pacientes/dia nos serviços de diagnóstico e tratamento ambulatorial de dermatologia sanitária, pneumologia sanitária, infectologia, no tratamento de portadores de DST/HIV/AIDS e outras doenças infecto-contagiosas. No momento encontra-se em reforma e ampliação, para recuperar a estrutura física existente, implementar os serviços para o atendimento das demais doenças infecto-contagiosas e aumentar para 148 o número de leitos de internação. Depois de concluída a obra de ampliação, o hospital terá uma área de 9.400,00m² aproximadamente.

O hospital está implantado em um terreno com área de 18.096,30m², com forma geométrica irregular limitando-se, ao Norte, com a Av. Cap. José Pessoa, ao Sul, com a rua Ester Borges Bastos, a Oeste com a rua Professor Renato Carneiro da Cunha e, a Leste, com o Hospital Napoleão Laureano. As três ruas lindeiras são pavimentadas, no entanto, apenas duas são importantes para o sistema viário local por serem vias pelas quais circula o transporte coletivo.

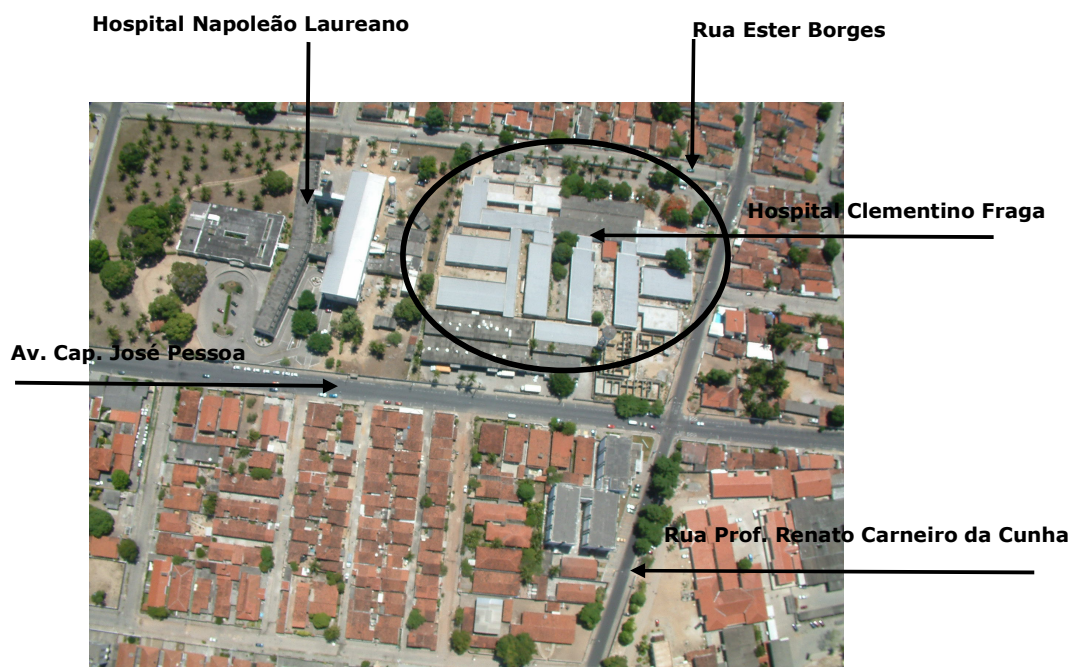


Figura 03: Foto aérea do Hospital
 Fonte: Prefeitura Municipal de João Pessoa - SEPLAN

O entorno imediato é constituído por residências unifamiliares e algumas instituições de serviços. As edificações vizinhas, em sua maioria, são de um único pavimento (Figura 03).

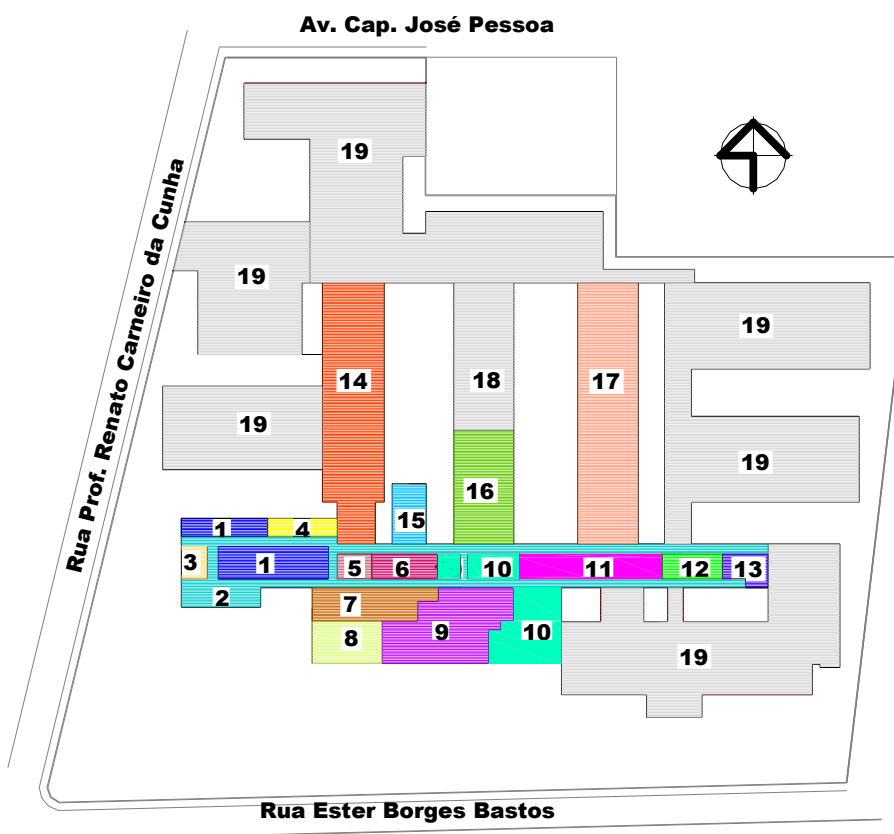
O partido arquitetônico adotado é do tipo pavilhonar, com um só pavimento. O edifício em funcionamento é composto por três blocos em paralelos, que contém as áreas de internação, ligados por uma circulação a um bloco maior destinado à administração, ao ambulatório, a serviços de apoio e diagnóstico e à terapia. Os demais blocos encontram-se em construção.

O partido estrutural recorre a pilares e vigas em concreto armado e laje inclinada, definindo a cobertura em uma água, cumprindo as paredes em alvenarias apenas a função de vedação. Esta solução resulta em pé direito alto, o que proporciona amplas aberturas, localizadas em toda extensão do edifício. A solução demonstra uma preocupação no que diz respeito à iluminação e à ventilação naturais disponíveis na região, no planejamento inicial de todo o edifício, posta pelo entendimento sanitaria da época de garantir penetração da radiação solar e de ventilação cruzada nos principais ambientes. No entanto,

percebe-se que essa valorização foi perdendo-se ao passar dos anos com as mudanças de atividades, administrações ou reformas no edifício.

O bloco que contém o ambulatório, os serviços de apoio, a administração e o de diagnóstico e de terapia é seccionado por uma circulação que percorre todo o hospital no sentido transversal do terreno, ficando suas maiores fachadas orientadas para as direções norte-sul.

Os setores de diagnóstico e de tratamento ambulatorial de doenças infecto-contagiosas, como a tuberculose e a hanseníase, se distribuem ao longo de duas circulações, sendo uma destinada à circulação de pacientes, funcionários e de acesso às internações e a outra à circulação de pacientes externos e visitantes ao mesmo tempo em que é utilizada como área de espera (Figura 04). Essa distribuição torna a maioria dos ambientes desses setores, à exceção de alguns consultórios, da sala de enfermagem, da sala de demonstração, do hospital-dia, da recepção e espera, dependente de iluminação e ventilação artificial. Dentre os ambientes destacados, chamamos a atenção para o ambiente de recepção e espera do tratamento ambulatorial, responsável pelo registro, triagem e espera dos pacientes do hospital com uma área de 62 m², onde se misturam pacientes com doenças infecto-contagiosas e acompanhantes.



LEGENDA

1 Consultórios;	10 Administração;	19 Em Construção;
2 Espera/circulação;	11 Laboratório;	
3 Sala de Demonstração;	12 Raio X;	
4 Hospital-Dia;	13 Arquivo	
5 Pequenas Cirurgias;	14 Internação AIDS;	
6 Fisioterapia;	15 Central de Esterilização de Materias;	
7 Lavanderia;	16 Farmácia;	
8 Almoxarifado;	17 Internação Tuberculose;	
9 Cozinha;	18 Internação em reforma;	

Figura 04 – Esquema da Implantação do Hospital – Desenho sem escala

Os blocos em paralelo, que contêm a internação, são intercalados por pátios e jardins e interligados transversalmente por um longo corredor de circulação com amplas janelas baixas (Figura 05). Esses pátios e jardins, de

acordo com a concepção inicial do hospital, que previa o atendimento à tuberculose, têm por finalidade proporcionar ventilação e iluminação natural, com o objetivo de diminuir o risco de contágio da doença que poderia se dar pelo ar.

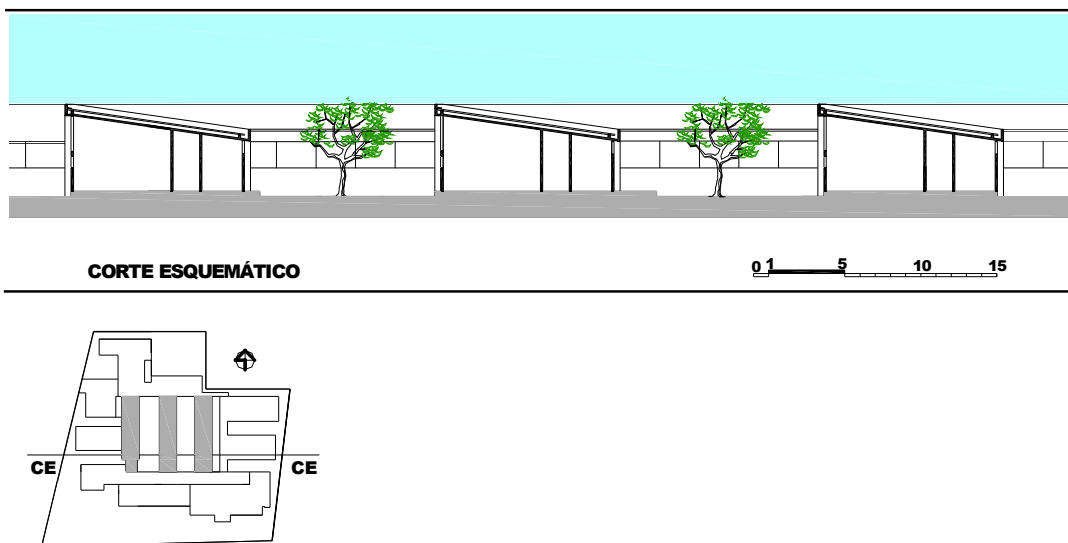


Figura 05 – Corte transversal - blocos de internação

Os blocos de internação organizam-se a partir de uma circulação central, no sentido longitudinal do terreno (sul-norte), ficando para a orientação leste as enfermarias e para o oeste os ambientes de apoio. Nesta lateral, as janelas são do tipo de correr, em veneziana com madeira e vidro, possuem peitoril de 1,40m e uma altura de 3,10m e se encontram distribuídas ao longo de toda extensão do edifício. À orientação oeste, onde se localizam os ambientes de apoio, as aberturas estão posicionadas a 2,30m do piso, na maior extensão do edifício.

Quanto aos ambientes que compõem a planta física do hospital, segundo o risco de transmissão de infecção classificados pelo Ministério da Saúde através da RDC50/2002 em áreas críticas, semicríticas e não-críticas, se encontram distribuídos como segue na figura 06.

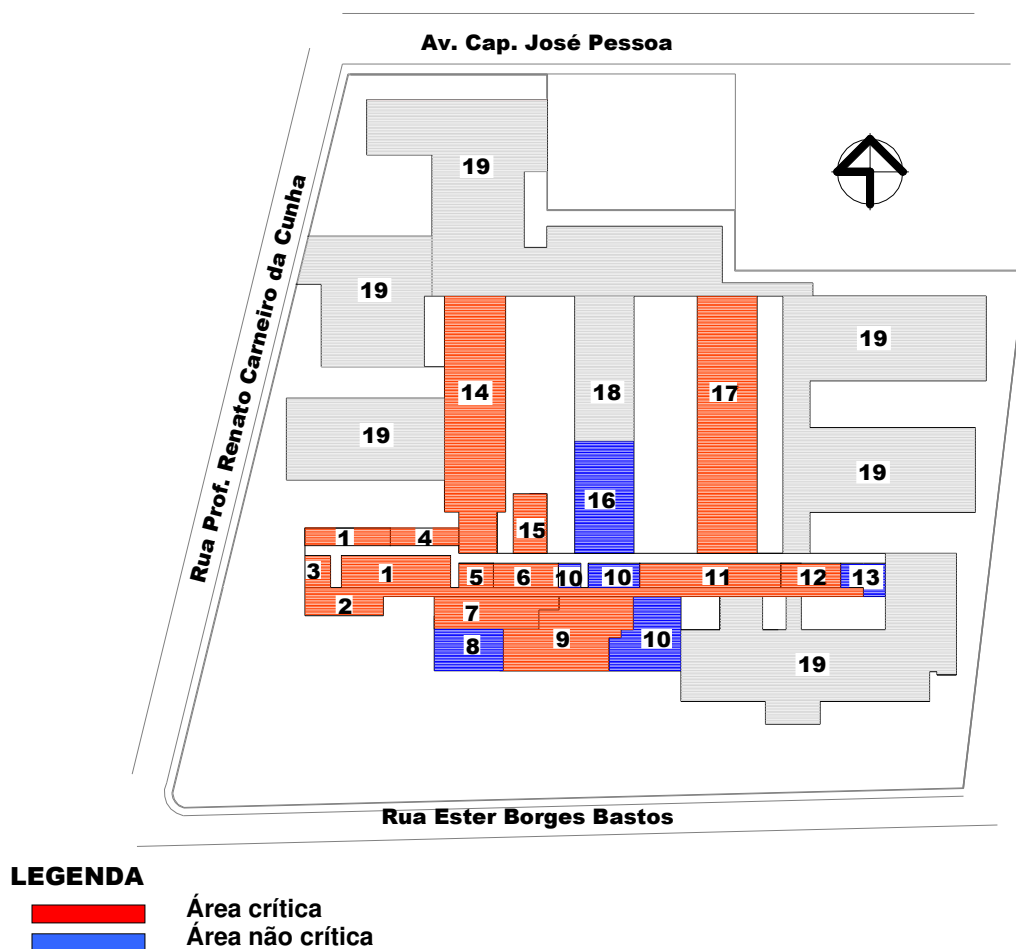
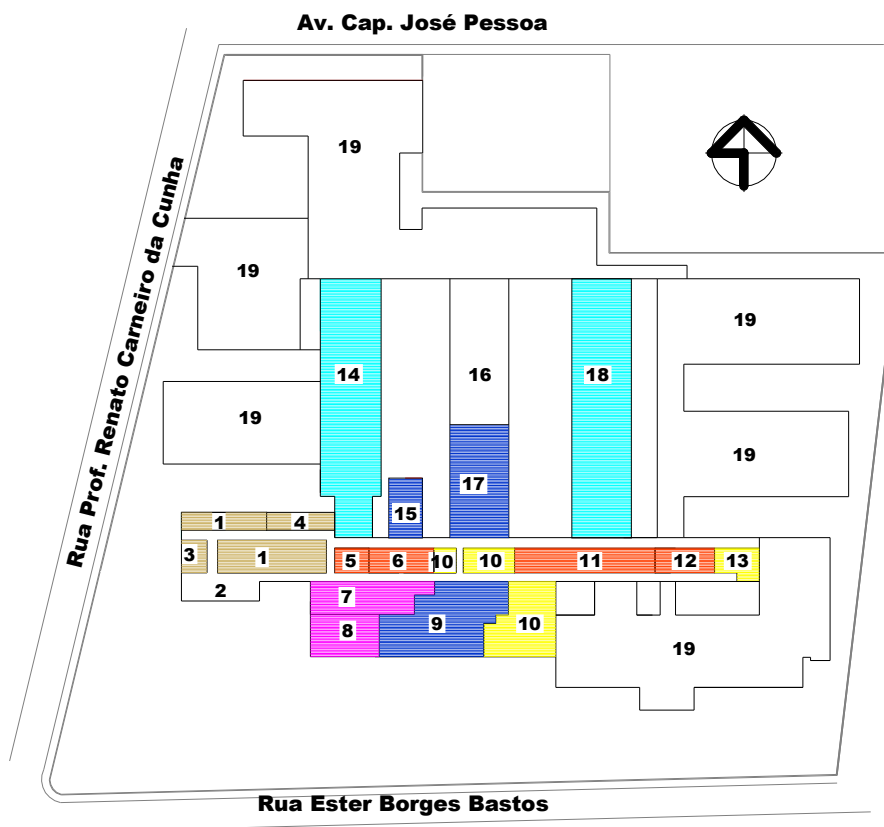


Figura 06: Esquema da Implantação do Hospital segundo zoneamento quanto ao risco de transmissão de doenças – Desenho sem escala

No que diz respeito ao zoneamento do hospital, a partir do estudo das unidades funcionais, estas se localizam conforme representado na figura 07.



LEGENDA

1/2/3/4	Atendimento Ambulatorial
5/6/11/12	Apoio ao Diagnóstico e Terapia
7/8	Apoio Logístico
9/15/17	Apoio Técnico
10/13	Apoio Administrativo
14/18	Internação
16	Internação em Reforma
19	Em Construção

Figura 07: Esquema da Implantação do Hospital segundo zoneamento das unidades funcionais - Desenho sem escala

3.2 Delimitação do objeto de estudo

No hospital em estudo, dentre os ambientes que merecem especial atenção, destacam-se as áreas de atendimento da pneumologia e dermatologia sanitária, que cuidam dos programas de "Controle e acompanhamento de

doenças transmissíveis” através do diagnóstico e tratamento ambulatorial de doenças, como a tuberculose e a hanseníase, que necessitam de especial controle da qualidade interna do ar. Nestes ambientes, não é permitido o uso de sistemas de condicionadores de ar e as condições especiais de controle da qualidade do ar ficam a cargo de uma efetiva ventilação cruzada de ar natural ou provocada por sistemas mecânicos de ventiladores e exaustores.

No sentido do caráter experimental investigativo dos objetivos da pesquisa, o presente trabalho limitou-se a analisar a qualidade do ar nos ambientes de espera da unidade de ambulatório e da circulação de acesso às unidades de internação, considerando-se as exigências de ventilação e de exaustão e as estratégias do projeto de arquitetura utilizadas na implantação do edifício e da precariedade de recursos.

4 ARQUITETURA HOSPITALAR: UM BREVE HISTÓRICO

Na história da assistência à saúde, a arquitetura vem buscando dar respostas de ordem física, conforme as específicas transformações científicas e tecnológicas no tempo.

Durante séculos, os hospitais eram locais onde as pessoas doentes eram isoladas. A assistência, entretanto, contraditoriamente impelia aqueles sob cuidados médicos a ambientes sombrios, úmidos, sem higiene e sem iluminação natural. Exemplos desses locais eram os leprosários da Idade Média. Esses edifícios eram geralmente localizados fora da cidade e tinham por finalidade o abrigo a viajantes e o acolhimento de pessoas gravemente doentes para uma morte digna (FERNANDES, 2000).

O hospital também era essencialmente uma instituição de assistência aos pobres, bem como de exclusão e separação, isolando os mais pobres e os doentes, como forma de minimizar os riscos à sociedade. O objetivo do edifício era muito mais de proteger os que estavam fora do que o atendimento aos pacientes. Segundo Foucault (1979, p. 88) "*o mecanismo da exclusão era o mecanismo do exílio, da purificação do espaço urbano*".

O hospital permanece com essas características até o começo do século XVIII e o Hospital Geral, lugar de internamento, onde se justapõem e se misturam doentes, loucos, devassos, prostitutas, etc., é ainda, em meados do século XVII, uma espécie de instrumento misto de exclusão, assistência e transformação espiritual, em que a função médica não aparece (FOUCAULT, 1979, p. 102).

Esse mecanismo de exclusão, de exílio, foi suscitado pela lepra e substituído mais tarde por um outro modelo político-médico, dessa vez, estabelecido contra a peste. Um modelo não mais de exclusão, mas de

internamento; não mais de isolamento fora da cidade, mas, ao contrário, de análise minuciosa da cidade.

Nessa época acreditava-se que o ar tinha influência direta sobre o organismo humano por veicular miasma ou porque as qualidades de frio, quente, úmido, poluído, quando elevadas, agiam diretamente sobre o organismo. O ar era considerado um dos grandes fatores patogênicos no meio urbano. Neste sentido, a preocupação em manter a qualidade do ar na cidade era fundamental, o que passava pelo controle de lugares potencialmente geradores de doenças, endemias ou epidemias, como os cemitérios, os ossuários, os matadouros e hospitais no intuito de manter o bom estado de saúde da população (FOUCAULT, 1979).

Para a localização dos hospitais, era essencial que se ajustassem ao estudo sanitário da cidade, de forma a afastar a característica de lugar sombrio no centro da cidade, para onde as pessoas se dirigiam no momento da morte e onde se difundiam miasmas, ar poluído, água suja e etc. (FOUCAULT, 1979).

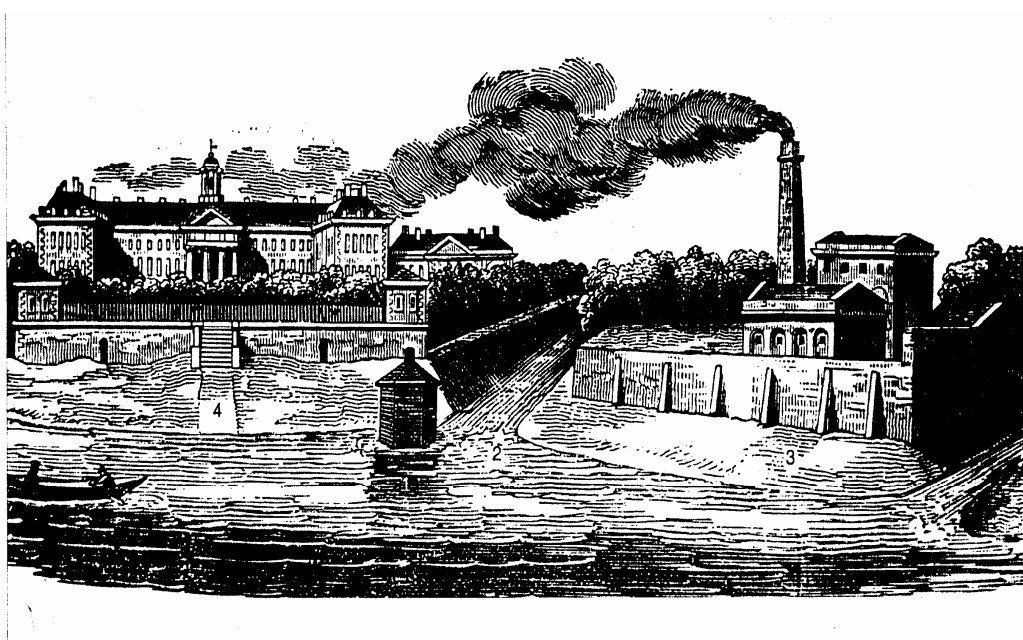


Figura 08 – Ilustração feita em 1828 mostrando que o Hospital de Cheisea (Londres) (4) utilizava água (1) contaminada pelo esgoto da cidade (2), além de sofrer poluição aérea vinda de uma fábrica (3)

Fonte: Miguel Munhoz – Arquitetura Hospitalar

As transformações ocorridas no século XVIII, sobretudo com os avanços da medicina, possibilitaram que os hospitais passassem a exercer uma ação terapêutica mais efetiva. A partir da vigência deste conceito surge um novo olhar sobre o hospital, onde as questões de ordem funcional e espacial têm uma nova importância para o processo de concepção projetual. O hospital deixa de ser um local onde as pessoas eram internadas para morrer e passa a ser um local de cura e medicalização.

A consciência do hospital como instrumento de cura aparece por volta de 1780 "e é assinalada por uma nova prática: a visita e a observação sistemática e comparada dos hospitais" (FOUCAULT, 1979, p. 99). A partir de 1775, é realizada na Europa uma série de viagens, destacando-se entre elas a do inglês Howard e o francês Tenon que realizaram pesquisas sistemáticas em hospitais, prisões e lazaretos, a pedido da Academia Real de Ciências, como forma de ajudar a reconstrução do Hotel-Dieu² de Paris. Essas visitas relataram a precariedade dos edifícios hospitalares pesquisados, chamando atenção para as características funcionais, fornecendo informações sobre o número de doentes por hospital, a relação entre o número de doentes por leitos e a área útil do hospital, a extensão e o pé direito das salas, o volume cúbico de ar por paciente e a taxa de mortalidade e de cura em cada hospital (FOUCAULT, 1979, SILVA, 2001 e RIQUIER, 1998).

A partir desta investigação fica clara uma correlação entre os fenômenos patológicos e espaciais; ou seja, uma relação entre a taxa de mortalidade e as condições espaciais. Tal fato é atribuído à proximidade entre algumas áreas funcionais (enfermarias de feridos próximas de enfermarias de parturientes, ou doentes de febre-maligna na mesma enfermaria de feridos), aos

² A reconstrução do Hotel Dieu provoca discussões acaloradas sobre a questão hospitalar na França. O Hotel Dieu era um hospital construído em 829 dC, considerado o mais antigo de Paris. No começo do séc. XVIII, um incêndio chama a atenção da opinião pública para as condições deploráveis desse hospital; durante os seguintes 50 anos sua reconstrução será debatida. Os problemas do Hotel Dieu passam então em 1758 a ser responsabilidade da Academia de Ciências. Em 1772 ocorre um novo incêndio ainda maior do que o do começo do século. Em 1788 a Academia de Ciências de Paris deu início a uma discussão para elaboração do novo programa hospitalar criando uma comissão para opinar sobre a reconstrução do Hotel Dieu, cuja comissão era composta entre outros por Lavoisier, Laplace, Tenon e Daubeton (MIQUELIN, 1992, p. 43)

deslocamentos (a circulação de pessoas no interior do hospital), em particular a trajetos espaciais de materiais limpo/sujo/contaminado, à ventilação etc. Para Tenon esta trajetória "*deve explicar vários fatos patológicos próprios do hospital*". (FOUCAULT, 1979, p. 100)

Tudo isto mostra que o hospital, em sua estrutura espacial, é um meio que intervém sobre o doente. "A arquitetura hospitalar é um instrumento de cura de mesmo estatuto que um regime alimentar, uma sangria ou um gesto médico. O espaço hospitalar é medicalizado em sua função e seus efeitos. Esta é a primeira característica da transformação do hospital no final do século XVIII". A arquitetura do hospital deve ser fator e instrumento de cura. (FOUCAULT, 1979, p. 109)

As pesquisas desenvolvidas por Tenon resultam em um conjunto de normas arquitetônicas e funcionais, bem como em uma série de regras de organização interna do hospital, como forma de impedir o perigo do contágio, entre as quais: a separação dos pacientes internados por sexo, por tipo de doenças e a interdição ao uso de leitos coletivos³ (SILVA, 2001 e RIQUIER, 1998). Como consequência, Tenon propõe um modelo pavilhonar horizontal do espaço hospitalar (SILVA, 2001). Esse modelo era baseado na enfermaria aberta ou futuramente conhecida como enfermaria "Nightingale"⁴ (Figura 09).

³ Nesta época, a utilização de cada um dos leitos hospitalares por vários pacientes ao mesmo tempo é corrente. Cada uma das imensas enfermarias abrigava em torno de quarenta leitos e o número de pacientes por leito chegava a oito. Os pacientes permaneciam nus ao longo de todo o período em que estavam hospitalizados (SILVA, 2001, parte 1/6, p.6).

⁴ A enfermeira Florence Nightingale, em suas nota sobre hospitais questionava a teoria dos "miasmas". Baseada nas suas experiências da guerra da Criméia, ela sugeria que os defeitos dos hospitais existentes residiam principalmente na falta de padrões adequados de iluminação e ventilação naturais, áreas mínimas por leito e na própria superlotação. A partir das observações sobre o sistema pavilhonar ela estabeleceu as bases e dimensões do que ficou posteriormente conhecida como "enfermaria Nightingale". Era basicamente um salão longo e estreito com os leitos dispostos perpendicularmente em relação às paredes perimetrais; um pé direito generoso, e janelas altas entre um leito e outro de ambos os lados do salão garantiam ventilação cruzada e iluminação natural. As instalações sanitárias ficavam numa das extremidades com ventilação em três faces do bloco. Locais para isolamento do paciente terminal, escritório da enfermeira chefe, utilidades, copa e depósito ocupavam o espaço intermediário entre o salão e o corredor de ligação com outros pavilhões. Um posto de enfermagem é implantado no centro do salão, onde também ficava o sistema de calefação (quando existente) ou lareira... A "Enfermaria Nightingale" constituiu-se no elemento mais importante e característico da anatomia do hospital no fim do século XIX. Essa anatomia dividia as funções de internação, cirurgia e diagnósticos, consultórios para atendimento ambulatorial e de casualidade, administração e serviços de apoio em edifícios / construções específicas e mais apropriadas a cada uso (MIQUELIN, 1992, p. 46).

Com a adoção desta forma, que permitia a ventilação cruzada e uma excelente iluminação natural, Tenon acreditava ter resolvido o que era considerado o maior produtor de insalubridade nos hospitais: a estagnação do ar e a umidade. Ele efetuou também uma série de estudos volumétricos para estabelecer a relação entre as dimensões de cada pavilhão de enfermos e o número de leitos das enfermarias como meio de assegurar o volume mínimo ideal de ar renovado para cada paciente (SILVA, 2001, parte1/6, p.4).

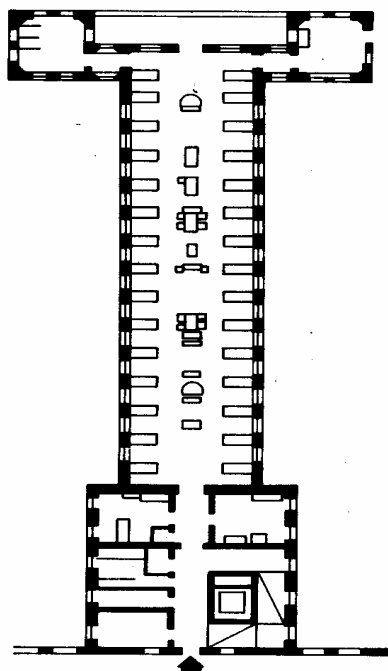


Figura 09: Enfermaria "Nightingale" St Thomas 1857
Fonte: "Hospitals" apud Miquelin, 1992.p.47 - Desenho sem escala

O Hospital Laribosière, construído em Paris (figura 10), é um exemplo deste modelo sugerido por Tenon, projetado por Gauthier, no século XIX. O edifício é composto por dois grupos de 5 pavilhões (com 33 leitos) paralelos, separados por áreas de jardins e ligados por um corredor, definindo um pátio interno (MIQUELIN, 1992).

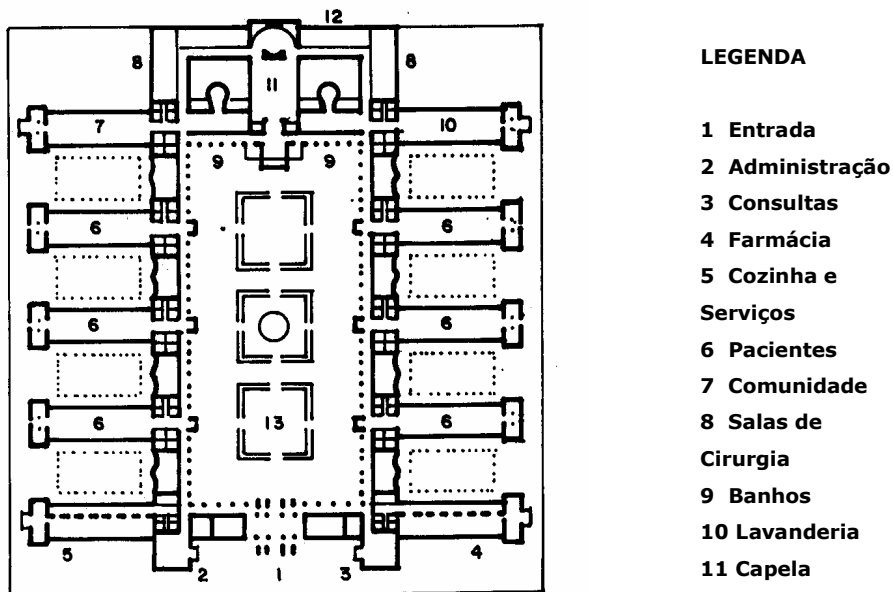


Figura 10: Hospital Lariboisiere, 1846-1854

Fonte: Arq. Gaultier, doc. Monumentos Históricos da França, *apud* Miquelin, 1992.p. – Desenho sem escala

O Hospital pavilhonar foi “considerado como a solução arquitetônica ideal, numa época em que os trabalhos de Pasteur (1864) sobre o papel das bactérias, como agente de enfermidades, e os de Koch (1876), sobre os perigos do contágio, indicavam a necessidade de afastar ou isolar os pacientes que sofriam de enfermidades potencialmente contagiosas” (TOLEDO, 2002; p. 20).

Outras descobertas foram fundamentais para a arquitetura hospitalar neste período, como a anestesia, e a anti-sepsia desenvolvida por Lister⁵, baseados nos resultados da aplicação dos trabalhos de Pasteur na “Teoria dos Germes”, e a sua contribuição para o controle da infecção hospitalar.

⁵ Em 1865, Joseph Lister, cirurgião inglês lançou as bases da assepsia cirúrgica estabelecendo que antes de cada intervenção cirúrgica todos os instrumentos utilizados durante o procedimento fossem submetidos à desinfecção em uma solução de ácido fênico diluído em água. Apoiado nas teorias microbiológicas de Pasteur, Lister recomendava que o pessoal associado ao ato cirúrgico lavasse as mãos em solução fênica e que as salas cirúrgicas fossem vaporizadas com a mesma solução (SILVA, 2001; parte 1, p.).

Nesta época e até o início do século XIX, dois conceitos dominavam o pensamento médico: a teoria da geração espontânea e a teoria dos miasmas⁶, este último considerado o principal responsável pela contaminação hospitalar nos estudos sobre o tema, onde propostas de soluções viriam a ser sugeridas (FERNANDES 2000). Dentre elas destaca-se a construção de paredes com seção em arco, como uma solução para a renovação do ar nas enfermarias, desenvolvida pelo engenheiro Casimir Tollet (1872) (figura 11). A sua contribuição, para além desta proposta e dos inúmeros hospitais construídos, alcança a França, a Itália e a Espanha. Casimir Tollet juntamente com Henry C. Burdette (1891) fizeram uma revisão da arquitetura hospitalar, levantando as características físicas dos hospitais, estudando sistematicamente o espaçamento entre camas, as condições de insolação e de ventilação das alas, as instalações de calefação, a circulação do ar, custos por paciente e coeficiente de mortalidade, e comparando os resultados obtidos com parâmetros internacionais (TOLEDO, 2004, p. 96).

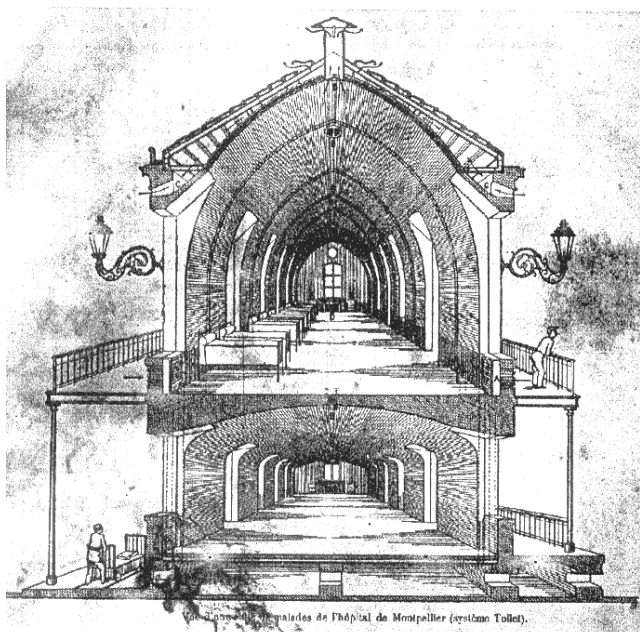


Figura 11: Enfermarias projetadas por Casimir Tollet para o Hospital Montpellier.
Fonte: Tollet, 1892 apud Toledo, 2002.p.21

⁶ No meio do século XVIII, a propagação de doenças era atribuída a gases ou "miasmas" gerados por matéria orgânica em decomposição (MIQUELIN, 1992; p. 49). Os defensores da teoria da geração espontânea acreditavam que os microrganismos podiam se originar espontaneamente e que o ar era essencial para a produção espontânea desses seres.

A valorização da ventilação e da iluminação natural influencia a concepção do edifício hospitalar durante todo o século XIX, sendo exemplos decorrentes: o New King's College Hospital em Londres, o Hospital de Bispebjerg em Copenhague, o Johns Hopkins Hospital nos Estados Unidos, entre outros.

No entanto, essa valorização surgiu por razões equivocadas, isto é, surgiu baseada na "teoria dos miasmas". Dessa forma, auxiliado por conhecimentos adquiridos na atividade naval e industrial, os planejadores passaram a dar mais atenção ao sistema de ventilação, à distância entre os edifícios e à localização dos sanitários. Entre os hospitais que propunham sistema de ventilação, tem-se o Hospital Lariboisiere⁷, o St Eloi e o Belfast Royal Victoria Hospital, Com destaque para o Belfast Royal Victoria Hospital⁸, por ser o primeiro edifício complexo não industrial a dispor de um sistema de condicionamento de ar para o conforto de seus usuários. Projetado e construído no início do século XX por Henman & Cooper de Birmingham, tornou-se modelo pioneiro na definição de padrão para sistemas de condicionamento de ar (MIQUELIN; 1992)(Figura 12).

7 O Hospital Lariboisiere possui um sistema de ventilação bastante refinado, apesar das críticas justas quanto ao insuflamento de ar ocorrer nos pavilhões masculinos e a exaustão nos femininos. De qualquer maneira, em função da generosidade do pé direito e do sistema de ventilação, as enfermarias dispunham de 56 m³ de ar por paciente, um recorde para a época; atualmente, dentro da maioria das recomendações européias, num quarto com dois leitos há uma previsão de 24 m³ de ar por paciente (MIQUELIN, 1992, p.44).

8 A concepção do Hospital foi baseada no princípio do tratamento de ar que define e orienta a concepção do conjunto. O sistema é constituído por uma central única de ventilação e tratamento de ar com dois ventiladores co-axiais acionados por uma máquina a vapor que utiliza o excedente energético da lavanderia contígua. O ar é insuflado a baixa velocidade por um duto de distribuição de 150 metros de extensão por 2,75m de largura e uma altura decrescente de 6,10m – na saída da central - até 1,85m - na extremidade oposta. A velocidade de insuflamento é maior no verão do que no inverno. Os dutos secundários de distribuição nascem da parte superior do duto de principal e conduzem o ar até o compartimento de internação. Insuflado na parte superior dos compartimentos, o ar é extraído na parte inferior através de um outro duto paralelo ao de insuflamento... Dentro da Central, por trás das grelhas de captação, o ar exterior passa através de um filtro tecido com fibras de coco e constantemente umedecido deste... A umidificação dos filtros de fibra de coco tem que ser máxima no inverno, pois esta é a época mais problemática em Belfast sob o ponto de vista da poluição ambiental (MIQUELIN, 1992, p.50).

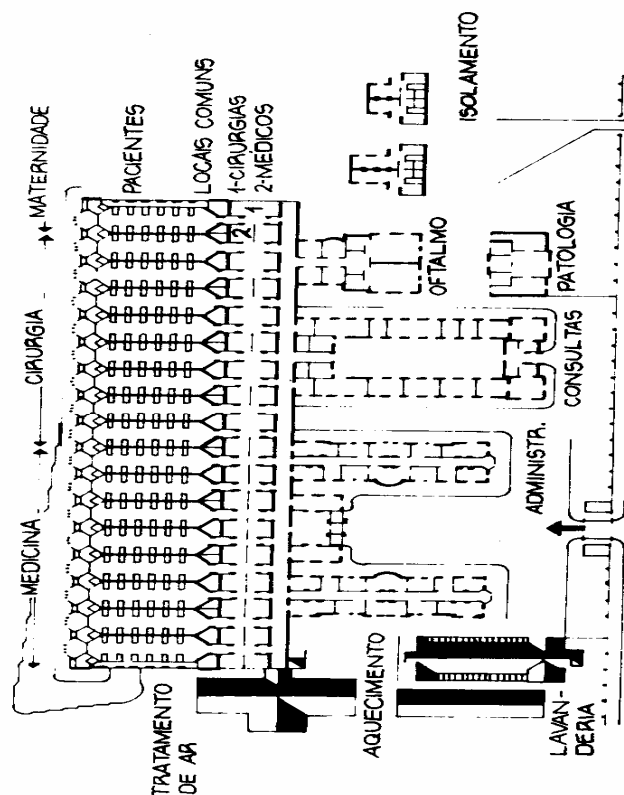


Figura 12: Belfast Royal Victoria Hospital, 1903
 Fonte: "R BRANHAM" apud Miquelin, 1992.p.51

O período entre o final do século XIX e o início do séc. XX é marcado por grandes descobertas no campo médico e científico. Essas descobertas, por sua vez, passam a modificar atitudes e conceitos do planejamento hospitalar. Em consequência, surge um novo partido arquitetônico, conhecido como monobloco vertical, em substituição ao sistema de arquitetura pavilhonar. O novo modelo incorporava duas inovações tecnológicas da construção civil: o uso do concreto armado e o de elevadores (FOUCAULT, 1979).

Ao mesmo tempo o modelo pavilhonar sofria sérias críticas, dentre elas, o alto custo de implantação devido ao preço crescente dos terrenos urbanos, à escassez de mão de obra na área de enfermagem e à desvantagem dos grandes percursos impostos aos pacientes e funcionários, como também às redes de infra-estrutura.

Um outro fator que contribuiu para a decadência do modelo pavilhonar, segundo Miquelin (1992) está relacionado ao fato de que:

Os “progressos terapêuticos” estariam reduzindo drasticamente a média de permanência dos pacientes internados. Muitos administradores e mesmo médicos passam, então, a ser mais tolerantes com a diminuição da qualidade de alguns aspectos das condições ambientais – presença de jardins, iluminação e ventilação naturais, por exemplo (MIQUELIN, 1992, p.53).

Esse modelo monobloco vertical satisfazia à necessidade de pavilhões isolados, questionados pela nova compreensão dos mecanismos de transmissão das doenças, principalmente no que diz respeito ao controle das infecções.

A compreensão dos conhecimentos quanto aos mecanismos de transmissão de agentes infecciosos têm se caracterizado por grandes mudanças nos últimos anos, no intuito de “*desmistificar a infecção hospitalar*”. A partir dos novos conceitos em construção, grande parte das infecções hospitalares provém da própria flora endógena do paciente, da microbiótica humana. (KARMAN & FIORENTIN, 1997). Esses conhecimentos possibilitaram uma melhor compreensão do papel do ambiente físico no controle da infecção hospitalar:

Os projetos de arquitetura dos estabelecimentos assistenciais de saúde podem auxiliar no controle de infecção hospitalar, mas o atual estado da arte das ciências médicas e biológicas demonstra que a contribuição do meio ambiente inanimado para a aquisição e difusão de infecções hospitalares é insignificante, embora se registrem casos de reservatórios de patógenos nas superfícies ou veiculadas pelo ar. Por tais razões as condutas de higienização abrangente de pessoas, ambientes e utensílios comparecem como fundamentais, na prevenção da infecção hospitalar (GUTIERREZ, 1996, p.2).

Tais condutas, por sua vez, requerem do ambiente físico “facilidade à realização dos procedimentos assistenciais” (GUTIERREZ, 1996, p.2). Ao mesmo tempo, esta compreensão permite que sejam “evitadas muitas soluções onerosas e preocupações por parte de administradores e de técnicos dos E.A.S., caso se atente ao mecanismo da infecção cruzada e de transferência de agentes patogênicos potencialmente contaminantes [...]”, (GUTIERREZ, 1996, p.3), a não

aplicação desses conhecimentos faz com que, no projeto arquitetônico, se dêem os acréscimos de percursos, corredores, portas, guichês e paredes, que por sua vez são soluções onerosas, quando muitas dessas medidas podem ser eliminadas através da utilização de correta técnica de higienização e embalagem dos materiais, sejam limpos ou sujos, deixando-os aptos a serem transportados com segurança (GUTIERREZ, 1996; KARMAN & FIORENTIN, 1997 e BRASIL, 1996)..

Esse reconhecimento se traduz no “abandono de uma postura que atribuía a maior parcela de responsabilidade na transmissão de agentes infecciosos ao meio ambiente físico, para uma posição em que essa responsabilidade é assumida conjuntamente pelos procedimentos funcionais e soluções arquitetônicas” (KARMAN e FIORENTIN, 1997), buscando uma inter-relação, integração e interdependência entre arquitetura, operacionalização, apoio (instalação, equipamento e suprimentos) e administração dos hospitais.

O estágio atual do conhecimento dá lugar a soluções com base técnica de maior suporte científico e conhecimento de causa, relegando ao passado, preceitos e procedimentos tidos como válidos, tais como: cantos curvos, redução de superfícies horizontais, barreiras entre berços, lâmpadas germicidas em dutos de ar condicionado, sobre portas de ambientes limpos e sobre campo operatório, elevadores privativos para o transporte de lixo, roupa suja e material contaminado e outros, mais voltados a condições ambientais e físicas, onde as preocupações são voltadas para condutas funcionais, para recursos técnicos, de arquitetura e engenharia.

5 BASE TEÓRICA

5.1 O vento e a sua distribuição na cidade de João Pessoa

O vento pode ser definido como sendo massas de ar que escoam (velocidades) orientadas (direções) dos centros de altas (anticiclones) para os de baixa pressões (ciclones) (SILVA, 1999). Seu movimento resulta:

(...) das diferentes densidades assumidas pelas massas de ar devido ao seu aquecimento heterogêneo pelo contato com grandes superfícies da face da Terra e em função das características térmicas dessas frente à variação da distribuição da radiação solar consoante cada latitude geográfica (gradientes de pressão); do movimento de rotação da Terra, cujo efeito defletor provoca uma deriva na direção do vento, imprimindo-lhe redirecionamentos para a direita e para a esquerda nos hemisférios Norte e Sul, respectivamente (força Coriolis); e da força centrífuga que, por sua vez, força o ar movimentando-se curvilineamente, sob o efeito de Coriolis, a deslocar-se para fora do centro da curvatura. (SILVA, p.147,1999)

Na zona de maior aquecimento, entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, o ar se aquece, se expande, diminui sua pressão, fica mais leve, se eleva e se desloca em direção a níveis mais altos e frios. O ar que se esfria, desce a superfícies nas regiões subtropicais, com direção Norte e Sul, para o Equador.

Os ventos em latitude de 30° N e S são velozes e variáveis; entre 30° e 60° N e S, são fortes e sopram no mesmo sentido de rotação da terra, de 60° N e S até os pólos, os deslocamentos de ar sofrem novamente influência térmica, o ar da superfície se move das regiões polares (mais frias) para as mais temperadas (mais quentes). Os ventos do Norte se desviam em direção ao nordeste e os do Sul em direção ao sudeste.

Durante o ano, o diagrama global de ventos, figura 13, muda de Norte a Sul e vice-versa. Estas trocas provocam mudanças estacionais, não apenas no

que se relaciona à temperatura, mas na direção dos ventos e precipitações, na maioria das regiões.

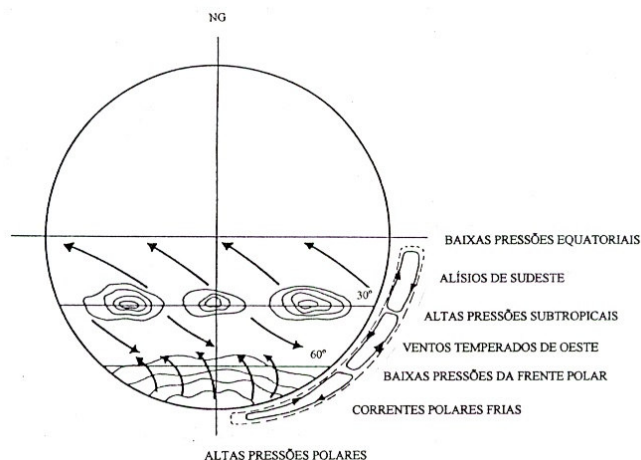


Figura 13: Modelo Tricelular
Fonte: Silva, p. 148, 1999

No que se refere à ação dos ventos na escala urbana, três parâmetros particulares são considerados de grande importância: os fenômenos de estabilidade da atmosfera, a velocidade do vento e a topografia local.

No caso da cidade de João Pessoa, sua proximidade do Equador, impede que o tempo tenha variações significativas durante o ano, com regime de ventos predominantemente diário, características de zonas costeiras. Dessa forma, permanece durante todo o ano com ventos alísios de sudeste, nos meses menos quentes, com maior frequência e velocidade. Nos meses mais quentes, sua frequência é alterada através dos ventos de leste e de nordeste, vindos das áreas equatoriais na corrente de deslocamento, em direção sul da Zona de Convergência Tropical Interna (SILVA, 1999).

Segundo dados medidos na estação meteorológica do aeroporto de João Pessoa (apud SILVA, 1999), a frequência das direções e das velocidades dos ventos se concentra no quadrante sudeste rumos 150° e 180° , com velocidades variando no intervalo de 0 a 9 m/s, e velocidade média de 3,6 m/s. (Tabela 02).

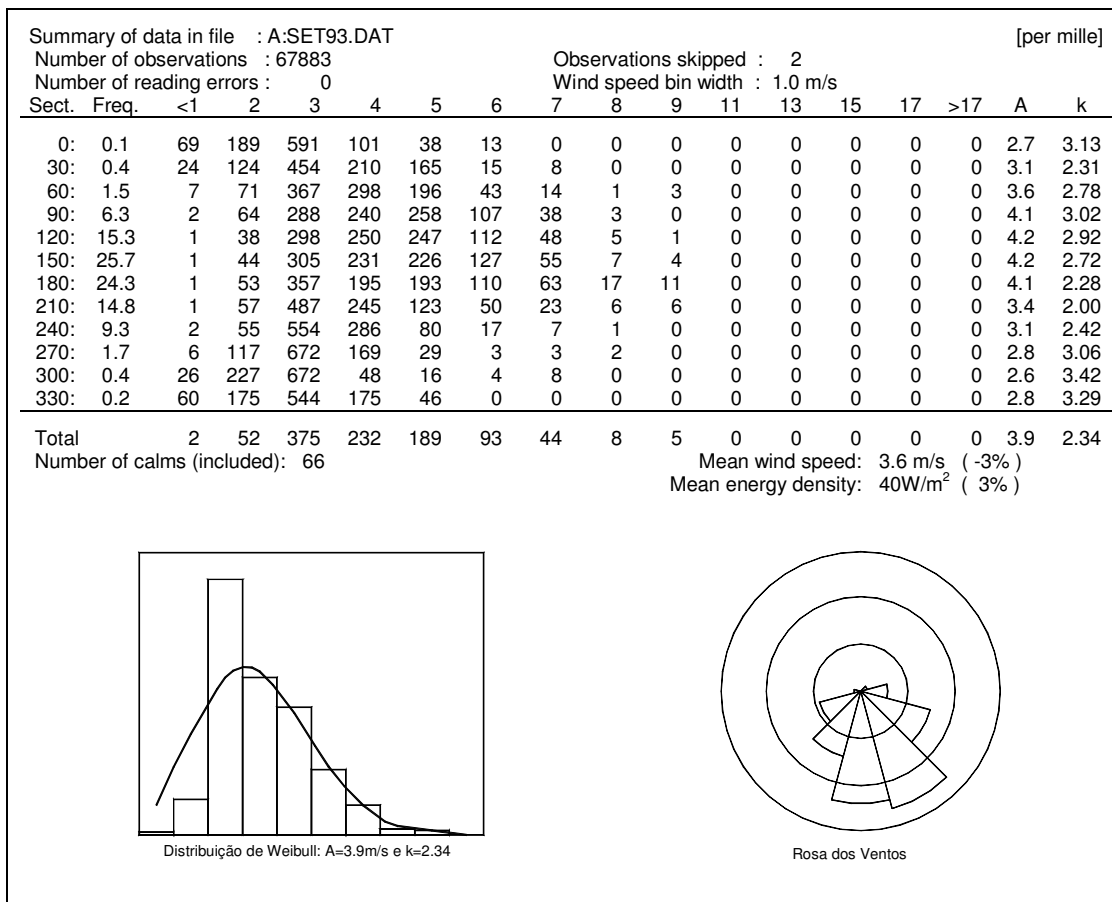


Tabela 02: Atlas de vento do Aeroporto Castro Pinto (284600 ; 9209600) - 85.01-94.08
 Fonte: Silva, 1999.

No entanto, esse valor é reduzido progressivamente dentro da malha urbana da cidade, como mostra a tabela 03.

Tabela 03: Perfis de velocidades para a cidade de João Pessoa
 Fonte: Silva, 1999

LOCAL	M(m/s)	M(m/s)	M(m/s)
	cota 10m (a.n.m)	cota 20m (a.n.m)	cota 40m (a.n.m)
Aeroporto Castro Pinto	3,8	4,4	5,1
Mar	5,8	6,2	6,6
Loteamento Bessa-mar	3,6	4,4	5,2
Universidade Federal da Paraíba	3,3	4,1	4,8
Parque Solon de Lucena	2,8	3,6	4,4
1º Grupamento de Eng. Construção	3,3	4,0	4,7

M = velocidade média

a.n.m. = acima do nível do mar

A variação dos perfis de velocidades é decorrente dos efeitos da orografia local e dos tipos de rugosidade nos pontos de medição. Segundo Villas Boas (1983, apud BUSTOS, 2001, p.43)

a fricção produzida pelo ar em movimento, quando em contato com obstáculos, faz com que sua velocidade de deslocamento inicial seja reduzida, devido à perda de energia no atrito, e seu modelo de circulação seja alterado. É o que acontece com o fluxo de ar, ou vento que, nas camadas mais baixas da atmosfera, tem sua velocidade reduzida devido ao atrito com o solo. Neste caso, quanto mais rugoso é o solo maior o atrito e menor a velocidade do ar próxima à superfície (1983, p.13 apud BUSTOS, 2001, p.43).

5.2 Ventilação natural e o projeto de arquitetura

A ventilação natural é um dos parâmetros do projeto de arquitetura que deve interagir no processo de sua concepção. Entretanto, o estudo da ventilação natural sob alguns aspectos é pouco considerado, não no que diz respeito ao movimento do ar no meio urbano, ou ao redor do edifício e no seu interior, mas no que se relaciona ao número de renovação de ar, à velocidade de circulação entre os ambientes e de deslocamento interno a um determinado ambiente e entre este e outros a ele contíguos.

A arquitetura deve estar adaptada ao microclima, facilitando desta forma condições de conforto térmico ao homem, o que pressupõe o conhecimento do clima local e a tradução da realidade climática em diretrizes de projeto (orientação/implantação, tipo de cobertura, aberturas, entre outras). Para isso se faz necessário compreender as variáveis que interferem no conforto para uma adequação do projeto arquitetônico ao clima onde será inserido (FREIRE, 2002).

A ventilação de um ambiente assume diversas funções. Entre elas, favorecer as trocas térmicas entre o homem e o meio, remover o excesso de calor do interior do ambiente, retirar o excesso de vapor de água contido no ar e superfícies, repor o ar viciado, e, no caso específico dos ambientes hospitalares,

proporcionar melhoria da qualidade do ar olfativa e respiratória, através do favorecimento da sua circulação e do controle da temperatura das condições termoambientais internas.

Planejar um sistema de ventilação adequado é uma exigência importante para prevenir a propagação de infecções hospitalares. O sistema de ventilação e de renovação de ar em áreas do Estabelecimento Assistencial de Saúde-EAS deve ser cuidadosamente planejado. A captação dos ventos favoráveis (velocidade, temperatura, teor de umidade, pureza...) e a utilização de ventilação natural cruzada no interior do edifício, devem ser estudadas com cautela, no momento da definição do partido arquitetônico, visto que o ar externo, ao penetrar no interior do edifício, pode atuar como agente veiculador de bactérias, seja de ambiente para ambiente, seja de ambiente para pessoa, seja de pessoa para pessoa ou seja ainda de ambiente interno para o ambiente exterior.

Conforme a Resolução RDC nº 50 (BRASIL, 2002) os sistemas de controle ambiental nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde abrangem duas dimensões: a endógena e a exógena. A dimensão endógena que "considera o edifício em sua finalidade de criar condições desejáveis de salubridade através do distanciamento das pessoas das variáveis ambientais externas" (BRASIL 2002, p. 80), é amparada por normas técnicas e de higiene e segurança do trabalho. E a dimensão exógena, que observa os impactos que a construção pode provocar no meio ambiente externo, alterando as condições climáticas naturais, é contemplada por alguns instrumentos legais, como os códigos de obras e posturas da maioria dos municípios brasileiros, onde se estabelecem limites à implantação de edifícios, tais como afastamentos mínimos em relação às vias públicas e divisas de propriedades vizinhas, aproveitamento do lote, etc., além de normas urbanísticas, ambientais e de saneamento. As decisões de projeto dos EAS devem preocupar-se em atender a sua dimensão endógena sem acarretar interferências negativas nas características ambientais de seu entorno.

O entorno imediato atua como modificador das condições microclimáticas. As edificações vizinhas, os logradouros públicos, o uso e o tipo de ocupação do solo, rede de esgotos, escoamento das águas pluviais, bem

como o sistema viário existente, são elementos do entorno imediato que deverão ser considerados ao conceber o projeto. A existência de barreiras ao vento, ou fontes geradoras de poeiras, odores, fumaças ou ruído deverão ser observados na implantação do edifício e no posicionamento das suas aberturas para o exterior.

A análise criteriosa dos fatores de conforto ambiental, devidos à edificação e ao sítio em que se inserem, pode conduzir a estratégias que objetivam garantir boas condições higrotérmicas e de qualidade do ar, especificamente, sem causar prejuízo às características ambientais do seu entorno.

No atendimento às exigências ambientais, é importante avaliar as relações a ser estabelecidas entre os edifícios de saúde e a estrutura urbana local; é necessário entender o edifício como parte integrante da cidade.

A cidade, por sua própria existência, modifica substancialmente o clima local, através das relações de trocas de calor entre as superfícies construídas e os elementos naturais, água, solo e vegetação. Essas mudanças provocadas pela densa construção, pelos materiais utilizados na pavimentação dos terrenos e vias, tornam a superfície do solo mais impermeável, aumentando sua capacidade térmica e rugosidade, alterando os deslocamentos dos ventos através do meio urbano, e conseqüentemente o equilíbrio do microambiente, criando dessa forma um microclima local.

O movimento do ar no meio urbano está em relação direta com as massas edificadas, a forma destas, suas dimensões e sua justaposição. O movimento do ar numa escala microclimática afeta especificamente os pedestres e as edificações (aumentando as perdas de calor por convecção ou levando calor e poeira) (BUSTOS, 2001, p.90).

Segundo Freire (2002, p.127) "é necessário fazer uma programação dos circuitos internos de ar, com previsão do aproveitamento de ventos locais para ventilação cruzada ou por indução do "efeito chaminé", ou ainda, eventualmente, pelo insuflamento ou exaustão mecânica."

Para qualquer tipo de ventilação com que se queira dotar a edificação, devem ser avaliados os ventos dominantes, suas velocidades, variação diária, mensal e anual, bem como seus redirecionamentos proporcionados pelo entorno, no intuito de se obter melhor aproveitamento. A taxa de fluxo de ar através de um edifício com ventilação natural e a distribuição das velocidades do ar pelos espaços ventilados dependem das condições do vento em volta do edifício, dos coeficientes de pressão externa, de seus ângulos de incidência com o plano de aberturas e dos detalhes arquitetônicos. O padrão do fluxo de ar nos ambientes, por sua vez, é regulado pela posição e pelo tipo de aberturas de entrada e de saída, e da velocidade determinada pelo tamanho e pela localização das aberturas, de seu posicionamento, além das características do vento exterior e de sua permeabilidade às vedações da edificação.

Embora existam, em vários países, padrões de ventilação relacionados à prevenção de infecção hospitalar em estabelecimentos de saúde, os padrões e diretrizes mais adotados internacionalmente têm sido determinados através do Centers for Disease Control (CDC) e do American Institute of Architects (AIA) dos EUA. Neles se incluem diretrizes para prevenir a transmissão de *Mycobacterium tuberculosis* (CDC 1994b), para a prevenção de pneumonia hospitalar (CDC 1994a), e para construção das edificações hospitalares (AIA 1996). O manual da American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), em aplicações de HVAC, contém um capítulo relativo às instalações nos estabelecimentos de saúde (ASHRAE 1995). No Brasil, recomendações de ventilação estão contidas na ABNT 7256:2005, em que se estabelecem os requisitos mínimos para projeto e para a execução de instalações de tratamento de ar em EAS.

Nos EUA, as diretrizes estão baseadas em número de renovações de ar por hora. Recomendações de ventilação para quartos de pacientes variam de duas (AIA 1996) a quatro renovações de ar por hora (ASHRAE 1995). A ASHRAE (1995) considera seis renovações de ar por hora como ventilação mínima para áreas de tratamento intensivo. Porém, esta prática é bastante questionada visto que a contaminação normalmente não está relacionada à área do quarto de pacientes.

Padrões baseados em taxa de vazão de ar por paciente também foram recomendados por MARSHALL (1996). Tais padrões são usados em alguns países; como na Finlândia; onde se considera 10 litro/área/paciente para quartos de pacientes crônicos e 8 litro/área/paciente para quartos de outros pacientes (TARVAINEN 1990).

No Brasil, recomendações de ventilação estão baseadas em taxa de vazão de ar por m² de piso, onde se considera, para quartos para isolamento de pacientes com infecção transmitida pelo ar, uma vazão mínima de ar total de 18 (m³/h)/m², com exaustão forçada de todo o ar para o exterior e a manutenção de um diferencial de pressão mínima de 2,5 Pa. O ar de exaustão deve ser descarregado a uma altura de 2 metros acima do telhado e com jato na vertical, com o cuidado para que este não se constitua em risco ou incômodo para os vizinhos ou para o próprio edifício, caso não seja possível ser descarregado em condições seguras, o local de saída de ar deverá ser provido de filtros (ABNT 7256:2005).

Mills (2003) afirma, no entanto, que o maior problema com a ventilação natural está relacionado ao movimento do ar desconhecido e imprevisível que acontece no interior do edifício, sujeito às diferenças de pressões ou temperaturas ocasionadas ao abrir ou fechar portas ou qualquer evento característico que possa afetar correntes de ar e conseqüentemente distribuir ar contaminado para outras áreas do edifício. Acrescenta ainda que no caso de sistemas de ventilação mecânicos, o fato pode ser controlado por dutos, através de corrente de ar forçada, por onde passa o ar através dos filtros, de forma que microrganismos sejam removidos. Este sistema também permite criar ambientes pressurizados no interior do edifício e, de certo modo, controla o movimento de ar de áreas limpas através de diferença de níveis de pressão para as áreas menos críticas e, em última instância, para áreas sujas.

Neste sentido, a American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE, 1995) elaborou um guia de projeto das instalações contendo todas as áreas que devem ser ventiladas mecanicamente com níveis de pressão apropriados para controlar correntes de ar entre as áreas,

como requisito necessário ao controle da qualidade do ar. Esta recomendação é bastante controversa, e foi cuidadosamente discutida, porque o guia não observa os diferentes tipos de clima existentes, fazendo com que seja descartada a oportunidade de utilização de ventilação natural.

Se se considera que a diversidade climática é muito grande e que muitas regiões podem beneficiar-se com o tipo de clima local, é possível projetar um sistema de ventilação híbrido, que use ventilação natural e acondicionamento de ar artificial.

5.3 Edifícios Doentes

A qualidade do ar em ambientes interiores tem motivado pesquisas em todo o mundo, em consequência dos danos provocados à saúde de seus ocupantes quando em má qualidade. Atualmente, sabe-se que muitos edifícios são considerados "doentes" devido à péssima qualidade do ar em seus ambientes. Recentemente a Agência de Proteção Ambiental (EPA), dos Estados Unidos, chamou a atenção para um dos problemas mais graves de saúde pública na década de noventa: **a qualidade do ar interior.**

As doenças relacionadas à qualidade do ar interior foram classificadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como Síndrome do Edifício Doente (SED), dada a sua importância em consequência da urbanização e verticalização dos ambientes internos (AQUINO NETO & GIODA, 2003).

Detectada no final da década de 70, a "síndrome do edifício doente" (Sick Building Syndrome), assim denominada no início da década de 80, refere-se à relação entre os seus sintomas característicos e a ventilação mecânica. Mais tarde um estudo britânico estabeleceu uma relação entre os sintomas e o sistema de ar condicionado. No entanto, foi a partir da década de 90 que a SED tornou-se um conceito comum na literatura especializada, sendo utilizado para descrever situações em que os ocupantes de um determinado edifício

experimentam efeitos adversos à saúde e ao conforto. (BRICKUS & AQUINO NETO, 1999 e WHO 1984).

Atualmente sintomas relativos à SED não são restritos apenas a ambientes de escritórios, visto que as pessoas permanecem a maior parte de seu tempo em locais fechados, mas isso inclui residências, escolas, hospitais e outros tipos de ambientes não industriais.

A "síndrome do edifício doente" não está relacionada apenas a edifícios novos ou velhos, com ou sem sistema de ar condicionado. Para que ela ocorra, é necessário que haja apenas um desequilíbrio em suas principais variáveis de funcionamento: taxa de renovação e exaustão do ar, sistema de filtragem do ar adequado, equipamentos e dutos livres de contaminantes químicos e/ou biológicos, materiais que funcionem como poluentes primários de origem química ou que atuem sinergeticamente, proporcionando o acúmulo de agentes biológicos (SIQUEIRA 2000).

Segundo Aquino Neto & Gioda (2003) "*o diagnóstico da SED é eminentemente epidemiológico*". De acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS, na ausência de diagnóstico de patologias definidas, o diagnóstico se faz pela ocorrência de dois ou mais sintomas que se sucedem, pelo menos duas vezes na semana, no interior do prédio, e regredem quando a pessoa se afasta do ambiente em questão.

Entre as principais sintomatologias da SED destacam-se: irritação e obstrução nasal, desidratação e irritação de pele e secura na garganta, irritação e secura nas membranas dos olhos, dor de cabeça, letargia e cansaço generalizado entre outros sintomas Tabela 04.

Tabela 04 – Principais doenças relacionadas a edificações e os principais microrganismos envolvidos.

Doenças	Tipo de edificação	Fonte em ambiente interno	Agente ou exposição
Infeciosas, doença dos Legionários e Febre de Pontilac	Grandes edifícios (escritórios, hospitais, hotéis e etc.)	Torre de refrigeração, ar condicionado ou umidificador, água potável	<i>Legionella pneumophila</i>
Doenças semelhantes à gripe ou resfriado comum	Edifícios comerciais, quartéis militares e etc.	Fonte humana	Virus respiratório
Imunológicas e pneumonite hipersensível	Edifícios comerciais e fábricas	Umidificador, ar condicionado, unidade de ventilação	Diversas bacteriais e fungos, <i>Actinomicetes</i> , <i>aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> e diversos organismos
Alérgicas, dermatite, rinite e asma	Edifícios comerciais e fábricas	Poeira superficial, carpetes, roupas, umidificador	Ácaros, produtos para plantas, agentes alergênicos, animais e fungos
Rinite, urticária de contato e edema da laringe	Edifícios comerciais	Papéis de cópia sem carbono	Resina alquifenol e novolac
Dermatite, irritação do trato respiratório superior e inferior	Edifícios comerciais	Placas de teto, fumaça de tabaco, descarga de veículos, qualquer processo de combustão	Fibra de vidro, produtos da combustão (monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio)
Tuberculose	Edifícios comerciais	Fonte humana	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>

Fonte: CAASI (2005)

Até o momento, nenhum fator ou grupo de fatores ambientais foi estabelecido como causa da SED, apesar do argumento de várias teorias. Durante muito tempo, as causas eram explicadas pela atuação conjunta de compostos orgânicos, que exerceriam um efeito tóxico se manifestando quando os níveis de exposição fossem elevados.

Alguns pesquisadores propõem os seguintes indicadores como forma de monitoramento e avaliação ambiental no interior de edifícios: taxa de renovação do ar e concentração do CO como indicador de ventilação adequada, concentração de CO como indicador de poluição externa, temperatura e umidade como indicadores de conforto térmico, concentração de partículas respiráveis em

suspensão como indicador de eficiência do filtro e presença de fumaça de cigarro, número de colônias de bactérias e fungos como indicadores de contaminação microbiológica (COLLET 1990 apud SILVA et al., 1992).

Ultimamente, maior atenção tem sido dada aos contaminantes biológicos como fontes de poluentes, embora os dados obtidos até o momento sejam conflitantes. Alguns dados de efeitos sinérgicos em baixos níveis de exposição têm sido relatados. (Hogue, 2000; Reish, 1999; Roughi, 1999 apud Aquino Neto & Gioda 2003). Em vista da ausência de teorias simples, a SED é considerada como de origem multifatorial, relacionada a vários fatores e graus de exposição (Redlich et al.. 1987 apud Aquino Neto & Gioda, 2003).

Considerando esses fatos, o Ministério da Saúde, através da Resolução nº 9 de 16 de janeiro de 2003, recomenda que sejam adotadas, para fins de pesquisa bem como para avaliação e correção das situações encontradas, as possíveis fontes de poluentes biológicos dos ambientes (Tabela 05).

Tabela 05 - Possíveis fontes de poluentes biológicos

Agentes biológicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais Medidas de correção em ambientes interiores
Bactérias	Reservatórios com água estagnada, torres de resfriamento, bandejas de condensado, desumidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes.	Realizar limpeza e a conservação das torres de resfriamento; higienizar os reservatórios, e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar as infiltrações; higienizar as superfícies
Fungos	Ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fúngica, como materiais porosos orgânicos úmidos, forros, paredes e isolamentos úmidos, ar externo, interior de condicionadores e dutos sem manutenção, vasos de terra com plantas	Corrigir a umidade ambiental, manter sob controle rígido vazamentos, infiltrações e condensação de água; higienizar os ambientes e componentes do sistema de climatização ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar materiais porosos contaminados; eliminar ou restringir vasos de plantas com cultivos em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidroponia); utilizar filtros G1 na renovação do ar externo.
Protozoários	Reservatórios de água contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção	Higienizar o reservatório ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes
Vírus	Hospedeiro humano	Adequar o número de ocupantes por m ² de área com aumento de renovação de ar; evitar a presença de pessoas infectadas nos ambientes climatizados
Algas	Torres de resfriamento e bandejas de condensado	Higienizar os reservatórios e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Pólen	Ar externo	Manter filtragem de acordo com a NBR-6401 da ABNT
Artrópodes	Poeira caseira.	Higienizar as superfícies fixas e mobiliário, especialmente os revestidos com tecidos e tapetes; restringir ou eliminar o uso desses revestimento.
Animais	Roedores, morcegos e aves.	Restringir o acesso, controlar os roedores, os morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos.

Fonte: Brasil (2003)

No caso específico dos hospitais e outros Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, estes são ambientes complexos que requerem ventilação adequada para conforto e controle de emissões que possam ser prejudiciais aos

pacientes, funcionários e visitantes. A qualidade do ar nesse tipo de ambiente é mais crítica do que em outros ambientes fechados, devido a vários agentes microbiológicos e químicos presentes no ambiente e do aumento da suscetibilidade dos pacientes. (WORKSHOP BY HEALTHY BUILDINGS, 2000). Sintomas da SED têm sido diagnosticados em funcionários de hospitais e centros de saúde em função de estarem expostos a vários agentes químicos e microbiológicos. Nesses ambientes são diagnosticadas principalmente infecções hospitalares (FLATHEIM, 2002 apud AQUINO NETO & GIODA 2003). Nesses edifícios, a qualidade do ar interno é hoje uma preocupação a ser considerada nos projetos e na manutenção. O controle do ar ambiente e a prevenção de "síndrome do edifício doente", (inclusive de "Ar Doente") requerem medidas preditivas em todas as etapas do Hospital, ou seja, no pré-planejamento, planejamento, construção e operacionalização. (KARMAN, 1994)

5.4 O Meio Ambiente Hospitalar x Infecção Hospitalar

O meio ambiente hospitalar, que inclui o ar, a água e as superfícies inanimadas que cercam o paciente interno ou em tratamento, assume um importante papel na transmissão de infecções.

O Ministério da Saúde (Portaria nº 930/27.08.92, Anexo II) define Infecção Hospitalar como sendo "qualquer infecção adquirida após a internação do paciente e que se manifesta durante a internação ou mesmo após a alta, quando puder ser relacionada com a internação ou procedimentos hospitalares". Relata ainda como infecção comunitária aquela cuja ocorrência é constatada ou iminente em incubação no ato da admissão do paciente, desde que não relacionada com internação anterior no mesmo hospital.

À variedade de ambientes hospitalares com diferentes fins está associado um potencial específico de transmissão de infecção, decorrente tanto das atividades desenvolvidas nestes ambientes, quanto das características individuais observadas na população consumidora dos serviços especializados

oferecidos nestes locais, em função da baixa capacidade imunológica normalmente observada nesta parcela da população.

Dessa forma, o hospital torna-se um ambiente com uma concentração diversificada de tipos de microrganismos, por reunir pacientes portadores de diferentes doenças, que, na busca de tratamento, são expostos freqüentemente a sérios agravos à saúde.

O reconhecimento dos riscos biológicos presentes no ambiente hospitalar tem sido motivo de preocupação e análise criteriosa por parte de muitos estudiosos, resultando em uma classificação dos riscos de acordo com o potencial de transmissibilidade. Desta forma, o Ministério da Saúde, através da Resolução da ANVISA RDC 50/2002, para facilitar a operacionalização de antimicrobianos, classificou os diferentes ambientes que compõem a planta física de um hospital em três categorias a seguir:

Áreas críticas - são aquelas que oferecem maior risco de transmissão de infecção, ambientes que abrigam procedimentos cirúrgicos e de parto, U.T.I., diálise, internação de recém-nascidos, setores de procedimentos de análises clínicas, atividades hemoterápicas, preparo e cocção de alimentos e mamadeiras, lavagem de roupas, sala de recuperação pós-anestésica, isolamento e unidade de queimados.

Áreas semicríticas - são todas as áreas que apresentam menor risco de infecção, como aquelas ocupadas por pacientes com doenças de baixa transmissibilidade e não infecciosas. São os ambientes onde há internação de adultos e infantis e nos de prestação de atendimento eletivo de assistência à saúde em regime ambulatorial.

Áreas não-críticas - são todas as áreas que teoricamente não apresentam risco de transmissão de infecção: serviço de administração hospitalar, manutenção, vestiários, sanitários públicos em geral, almoxarifado e depósitos.

Importante destacar que a classificação acima citada não é apenas didática, mas permite efetuar importantes relações em suas mútuas influências de contaminação, suscetibilidade e transmissibilidade. O funcionamento de cada ambiente que compõe o estabelecimento de saúde, as inter-relações e dependências entre eles e as características de localização de cada um irão definir o grau de acesso desejado, que por sua vez está relacionado à facilidade de deslocamento ou de comunicação física que os indivíduos necessitam para o desenvolvimento das atividades em cada ambiente (BRASIL, 2002).

Para manutenção de um ambiente hospitalar biologicamente seguro, é necessário que se tenha o conhecimento da cadeia de infecção. O princípio da epidemiologia estima que o processo-doença é desencadeado pelo desequilíbrio na interação dinâmica entre os elementos denominados agentes, hospedeiros (paciente) e ambiente, através de alterações qualitativas e/ou quantitativas de apenas um deles, de dois ou dos três ao mesmo tempo.

A disseminação de infecção hospitalar dependerá principalmente do agente infector (fonte), da forma de transmissão de germes e o novo hospedeiro suscetível que prossegue de forma crescente, até por anos. Agente infector pode ser um elemento, uma substância cuja presença ou ausência pode, em condições favoráveis encontradas no meio ambiente, como no organismo humano suscetível, provocar o início de um processo patológico. A figura 14 a seguir permite explicar de forma sistemática a cadeia epidemiológica da infecção hospitalar.

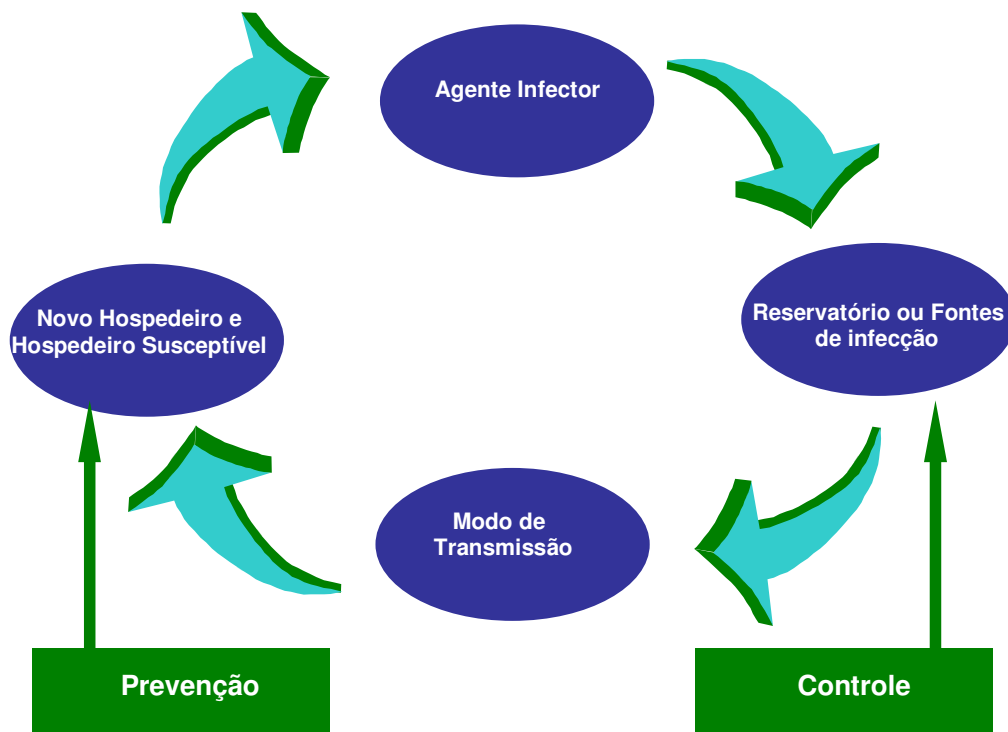


Figura 14: Cadeia epidemiológica da infecção hospitalar
Fonte: Ministério da Saúde

Segundo o Manual de Infecção Hospitalar (BRASIL 1987), para intervir na cadeia epidemiológica é necessário utilizar meios de prevenção e de controle nos quais se buscam soluções voltadas para condutas funcionais, para recursos técnicos de arquitetura e de engenharia, consubstanciando-se a prevenção nos quatro mecanismos de transmissão a seguir:

- **Por contato:** direto (superfície com superfície) ou indireto (objeto, insetos, luvas, resíduos infectantes);
- **Por veículos comuns:** mãos, objetos contaminados e fomites;
- **Por meios aéreos:** núcleos de gotículas (< 5 micra – tosse, espirro, fala, aspiração e > 5 micra – gotículas, mucosa nasal, boca, conjuntiva) e poeiras contaminadas;
- **Por vetores:** artrópodes, mosquitos, ratos, moscas...

Apesar das vias de transmissão de infecção hospitalar continuarem as mesmas, novas situações tornaram problemáticas o seu controle, como mudanças nas características dos hospitais, pacientes acometidos de doenças mais graves, utilização em grande escala de medicações imunossupressoras, procedimentos invasivos, novos microrganismos responsáveis por infecção hospitalar, bactérias multiresistentes, pacientes agrupados em unidades especializadas, e um grande número de profissionais de saúde envolvidos no tratamento direto do paciente. Preocupações relativas ao risco de transmissão de infecção por microrganismos veiculados pelo sangue aumentaram depois da descrição inicial da AIDS (síndrome da imunodeficiência adquirida) e da identificação de seu agente etiológico, o vírus da imunodeficiência humana (HIV) (SILVA et al., 2000)

No início de 1985, a tuberculose como infecção hospitalar teve um aumento no número de casos, devido a dois fatores: o aumento do número de pacientes com AIDS atendidos nos hospitais e que freqüentemente não são reconhecidos como indivíduos portadores de imunodeficiência e a emergência de cepas multirresistentes (SIQUEIRA, 2000). Este fato tem preocupado todo o mundo, em função das dificuldades de isolamento aéreo eficaz do bacilo da tuberculose, devido tanto às características do bacilo, quanto às técnicas com seus elevados custos. O que nos leva à discussão da necessidade de alternativas específicas para o controle na transmissão de infecções por microrganismos aerotransportados através de medidas de engenharia hospitalar.

5.5 Variáveis termoambientais e os poluentes biológicos

As variáveis termoambientais têm um papel fundamental na contaminação do ar, podendo contribuir para retenção/aumento ou a dispersão dos poluentes no interior do ambiente, influenciando diretamente a qualidade do ar. Segundo a ABNT NBR 7256:2005 – Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações, é necessário o controle das condições termohigrométricas para, além de proporcionar condições gerais de conforto para os usuários dos serviços de

saúde, manter condições termohigrométricas ambientais favoráveis a tratamentos específicos e inibir a proliferação de microrganismos, favorecida por umidade alta, e propiciar condições específicas de temperatura e/ou umidade para operação de equipamentos especiais. Assim sendo, quatro variáveis de conforto devem ser consideradas: **temperatura, umidade relativa, direção e velocidade do ar.**

Segundo Aquino Neto & Brickus (1999), as variáveis de conforto e os poluentes têm se dividido arbitrariamente em físicos, químicos e microbiológicos, em que das variáveis ditas físicas, a temperatura e a umidade também afetam diretamente as variáveis químicas e microbiológicas.

Os problemas relacionados à contaminação do ar geralmente envolvem três elementos: a origem, o movimento ou dispersão e o receptor. A origem está relacionada ao agente emissor que altera a composição química do ar, que pode ser do ar exterior, do entorno do edifício, dos ocupantes e de suas atividades, dos materiais de construção, da limpeza e da higienização e do sistema de ar condicionado. O movimento, diz respeito às variáveis de conforto que podem favorecer a dispersão de contaminantes. E por último, os receptores, que estão relacionados às pessoas, que, especialmente tratando de ambiente hospitalar, podem ser também o agente poluente do ambiente (COSTA & ARAÚJO, 2004).

Na tabela 06 estão resumidas possíveis fontes de infecção hospitalar veiculadas pelo ar.

Tabela 06: Possíveis fontes de infecção hospitalar veiculadas pelo ar
Fonte: Siqueira, 2000

Possíveis fontes de Infecção Hospitalar veiculadas pelo ar	
Áreas Internas	Áreas Externas
Pacientes infectados ou portadores assintomáticos, profissionais e visitantes	Solo e água, incluindo torres de resfriamento
Sujeiras infectadas (expurgo ou não) e aerossóis	Matérias orgânicas
Ventilação, sistema de ar condicionado, oxigenoterapia	Construções e reformas

Entre outras fontes poluentes veiculadas pelo ar de origem externa, tem-se: poeiras e fuligem em suspensão, aerossóis de sujeiras provenientes do chão, fumaças, pólenes, esporos de fungos e bactérias, vapores e gases, que são introduzidos no sistema de ventilação. Os originados do sistema de condicionamento de ar: bandejas de água de condensação, paredes do condicionador e dutos, fibras de lã desprendida de isolamento acústico. E por último, os originados no interior do ambiente, decorrentes da presença dos seus ocupantes ou de suas atividades são: dióxido de carbono da respiração, escamas da pele, poeira, microrganismos liberados com o espirro e a tosse, compostos orgânicos voláteis, como formaldeídos, produtos de limpeza, benzeno entre outros. A atividade humana afeta, consideravelmente, a concentração de bioaerossóis fúngicos ou não, dispersados a partir do piso contaminado.

Pesquisas afirmam que a concentração de fungos presentes no ar no interior de edifícios é tipicamente de 10% a 15% das concentrações encontradas no ar de ambiente exterior, exceto em áreas circunvizinhas a um local amplificador (fonte poluente) microbiano. Outros afirmam que ambientes interiores ventilados mecanicamente apresentam concentração menor que a metade dos níveis exteriores (MOREY & B.A., 1989 apud KULCSAR NETO & SIQUEIRA, 1998). Segundo Miller, J. D (1992 apud KULCSAR NETO & SIQUEIRA, 1998), a microbiota existente no ar interior deve ser qualitativamente similar e quantitativamente inferior àquela encontrada no ar exterior.

No entanto, poucos agentes infecciosos aerotransportados são classificados como de alta transmissibilidade, quando comparados ao número total de microrganismos que podem infectar as pessoas. Por isso, a atenção necessária se impõe. Os fungos e bactérias são os mais freqüentemente associados aos biocontaminantes e que resultam em queixas, com a qualidade do ar de interiores. Entre os fungos destacam-se: *Penicillium spp*, *Aspergillus spp* e *Cladosporium spp*.

Enquanto os *Aspergillus* são agentes infecciosos relacionados ao sistema de ventilação geral no hospital, outros microrganismos também podem ser transmitidos por aerossóis em ambientes contíguos. Essa transmissão pode ocorrer sempre que agentes infecciosos possam permanecer viáveis em

partículas de 1 a 3 μm suspensas no ar. Como é o caso do bacilo da tuberculose e de outras bactérias (PANNUTI, 1997).

O gênero *Aspergillus* engloba mais de 200 espécies. Possuem cepas de forma esférica, pequeno tamanho e massa (2,5 a 3,5 μg), por isso são facilmente suspensos no ar, permanecendo por períodos prolongados, podendo contaminar qualquer superfície que entre em contato com o ar. Os esporos dos *Aspergillus* permanecem viáveis por muitos meses podendo novamente ser ressuspensos no ar.

O risco de infecção aerotransportada não está relacionado apenas à pureza do ar, mas também aos seus padrões de distribuição (velocidade e direção) no interior do edifício. A rota aerotransportada requer os agentes infecciosos, que são os núcleos de gotículas ou partículas de poeira.

A figura 15 ilustra o alcance dos patogênicos que variam de tamanho até cinco micra que, em suspensão, são aerotransportados indefinidamente e podem viajar centenas de pés da fonte, através de corrente de ar natural ou por sistemas de dutos (MILLS 2003).

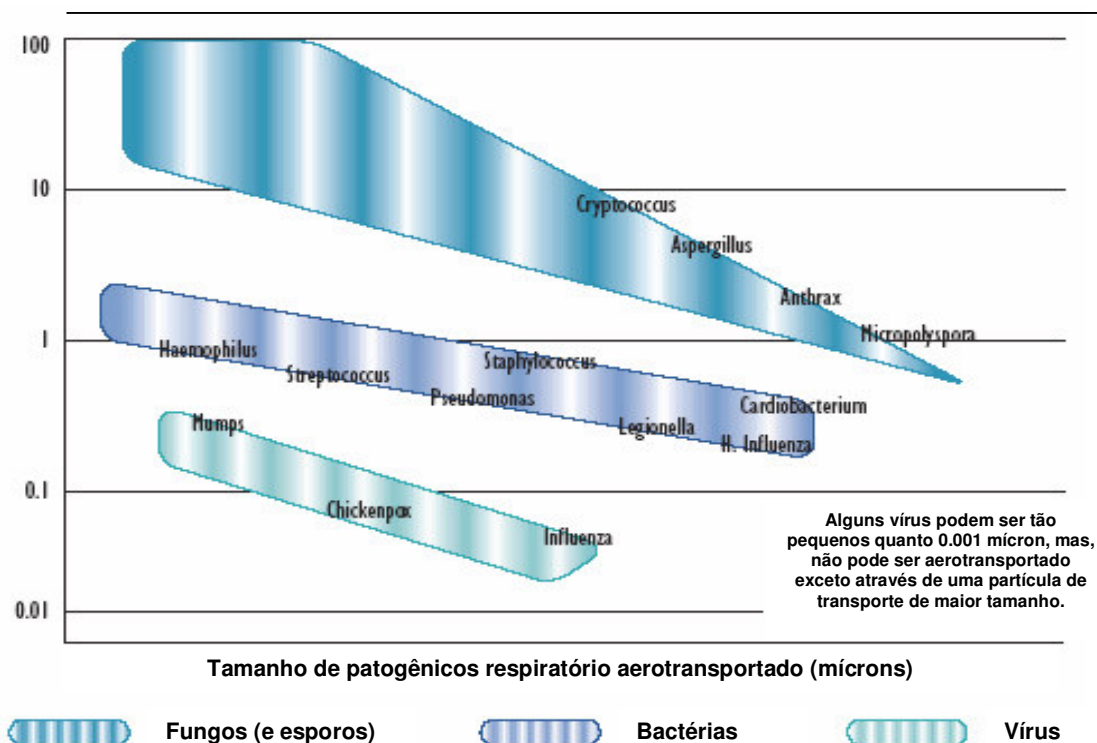


Figura 15: Tamanhos relativos de patógenos respiratórios
 Fonte: Mills (2003)

Dentre os microrganismos de maior importância nas infecções hospitalares, encontram-se o *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus* e *Pseudomonas*. Estes dois últimos microrganismos apresentam um grande número de espécies, sendo que alguns são frequentemente associados a uma ampla variedade de infecções de caráter oportunista nos seres humanos. Estes possuem importância microbiológica devido à resistência a vários antibióticos, impondo a necessidade de controle.

Muitos estudos reconhecem o ar do ambiente como uma importante fonte de propagação de microrganismos. No entanto, o ar por si só não é responsável pela infecção hospitalar. Um dos focos de proliferação de microbactérias está relacionado à umidade e à temperatura do ar nos ambientes.

A umidade relativa do ar alta contribui para a proliferação de ácaros, fungos e bactérias, bem como, para a presença de nutrientes criando ambiência fértil ao desenvolvimento local desses microrganismos. Esta mesma umidade provoca também condensação no interior do ambiente a partir do abaixamento da temperatura.

A umidade desempenha um importante papel na deposição das bactérias do ar e no aumento dos efeitos dos aerossóis, quando nos ambientes a umidade relativa é superior a 50% (KARMAN, [19—]).

Para evitar fungos e problemas de ácaro, a umidade relativa do ar deve manter-se abaixo de 60% e não inferior a 30%, especialmente em unidades de tratamento de pacientes com doenças respiratórias crônicas (HOLCATOCA e HOLCAT 1994, HOLCATOVA et al.. 1995 apud WORKSHO BY HEALTHY BUILDINGS, 2000). No que se refere à temperatura no interior do ambiente, quando associada ao conforto do ocupante também contribui para o crescimento de diversos tipos de fungos e bactérias.

5.6 Qualidade microbiológica do ar em ambientes interiores

Pesquisas de métodos de detecção e de identificação de microrganismos têm sido desenvolvidas a partir de uma necessidade cada vez maior de monitoração do ar interior, em consequência do surgimento de sintomas associados aos microrganismos presentes no ar.

Segundo Siqueira (2000), tem sido difícil estabelecer os reservatórios ambientais de microrganismos causadores de infecções hospitalares. Os aspectos mais atuais sobre controle ambiental têm incluído em suas discussões: sistema de ventilação, irradiação ultravioleta, procedimentos de manutenção de máquinas, procedimentos de limpeza e manutenção dos ambientes, controle de tráfego, descontaminação e esterilização de artigos, vida útil de bons procedimentos de esterilização, precauções sobre áreas onde se manuseiam os procedimentos sujos e expurgos dos materiais, entre outros.

Em virtude da crescente preocupação com a qualidade do ar interior, o Ministério da Saúde publicou a Portaria 3523 de 28 de agosto de 1998, contendo Regulamento Técnico que visa “promover o estabelecimento de medidas referentes à limpeza dos sistemas de climatização e medidas específicas de padrões da qualidade do ar identificando poluentes de natureza física, química e biológica com suas respectivas fontes, visando à prevenção de riscos à saúde dos ocupantes desses ambientes” (BRASIL, 1998).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, em decorrência da Portaria 3523, publicou a Resolução nº 9 de 16 de janeiro de 2003 (ANVISA, 2003) com algumas orientações técnicas sobre “Padrões Referenciais da Qualidade do Ar de Interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo”. Esta Resolução traz informações que auxiliam a avaliação da qualidade do ar de edifícios, com climatização artificial definindo valores máximos recomendáveis para a contaminação biológica e química, bem como parâmetros físicos do ar interior (BRASIL 2003a). Para Kulcsar Neto & Siqueira (1998),

Apesar das numerosas propostas para determinação dos “Valores Máximos Aceitáveis” (VMA) ou de conjuntos de valores que classifiquem as condições ambientais interiores, com relação aos marcadores epidemiológicos (fungos e bactérias), através de Padrões ou Normas, indicados por Órgãos Governamentais, Órgãos e Sociedades Científicas ou privadas ou ainda, através de projetos de pesquisa, experiência profissional ou consenso científico, observa-se uma não uniformidade de propostas, sugerindo a possibilidade de diferenças decorrentes de variáveis macro geográficas, climáticas e até mesmo socioeconômicas e tecnológicas (KULCSAR NETO & SIQUEIRA, 1998, p.5).

Nessa mesma linha de pensamento, Aquino Neto & Brickus (1999) acrescentam que os valores recomendados deverão ser adaptados à realidade brasileira, sendo consideradas características climáticas, socioeconômicas, estruturais e geográficas do Brasil, bem como matriz energética, arquitetura, decoração e costumes.

Kulcsar Neto & Siqueira (1998) citam que os padrões referenciais para analisar os resultados de qualidade microbiológica do ar de interiores são

classificados em: relativos (comparação entre concentrações em interiores/exteriores), qualitativos (espécies de fungos e bactérias), quantitativos (numéricos), qualitativos/quantitativos (padrões referenciais aceitáveis) e ocupacionais. Os autores sugerem ainda com relação a sistemas de ar condicionado, ventilação e aquecimento, a adoção de parâmetros qualitativos e quantitativos referenciais que permitam uma interpretação científica sobre a qualidade do ar de ambientes interiores e sobre a correta tomada de decisão quanto à intervenção.

Do ponto de vista dos ambientes climatizados artificialmente, Kulcsar Neto & Siqueira (1998) citam os microrganismos como co-habitantes, apresentando-se em curva exponencial de crescimento. Desta forma, tem sido relatado, em vários tipos de ambientes, como mais prevalentes entre as bactérias: *Legionella pneumophila*, *Bacillus spp*, *Flavobacterium spp*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Neisseria meningitidis*, *Streptococcus pneumoniae* e *Actinomyces thermophila*; entre os fungos: *Paracoccidioides sp*, *Histoplasma spp*, *Cephalosporium spp*, *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Cladosporium spp* e *Fusarium spp*. Entre os vírus: o da influenza e sincicial respiratória, e, finalmente, entre os protozoários de importância na área médica: *Acanthamoeba* e *Naegleria*.

Segundo o Padrão Referencial Brasileiro Microbiológico (1998), o Conselho Científico da Brasindoor (Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e de Qualidade do Ar de Interiores) aprovou, em 1998, o seguinte referencial brasileiro para ambientes interiores:

a) Qualitativo: as situações em que não é aceita a presença no interior dos ambientes de:

- Fungos – *Histoplasma capsulatum*, *Cryptococcus neoformans* e *Paracoccidioides brasiliensis*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus flavus*, *Stachybotrys atra* e *Fusarium moniliforme*.
- Bactérias – *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas sp*, *Micrococcus spp*, *Streptococcus spp* e *Staphylococcus spp*.

b) Quantitativo: valor Máximo aceitável = 750 ufc/m³ de ar.

c) Relativo: o valor máximo relativo é dado pela expressão:

Ar ambiental Interior (I) = Ar ambiental Exterior (E) . 1,5 ;

Com a adoção da seguinte classificação:

Ambiente em Boas Condições □ I/E < 1,5

Ambiente em Regulares Condições □ 1,5 < I/E <2,0

Ambiente em Más Condições □ I/E > 2,0

Onde:

I é a contagem de UFC/M³ do Ar Interior

E é a contagem de UFC/M³ do Ar Exterior

Visando estabelecer Indicadores de Qualidade do Ar Interior em Ambientes de Saúde, a ANVISA, por meio da Resolução nº 109 de 10 de dezembro de 2003 (atualmente em fase de consulta pública), publicou um manual de orientação técnica onde define os parâmetros mínimos para uma boa qualidade do ar de interiores, como a concentração de partículas respiráveis menores que 10 µm, Fenol, Formaldeído, Etanol, Cloro, partículas biológicas totais no ambiente, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar. Parâmetros para os contaminantes de origem química mais complexa deverão ser pesquisados de forma particular, para que sua influência sobre os ocupantes possa ser quantificada e padrões estabelecidos (BRASIL, 2003b).

A Resolução nº 109 da ANVISA estabelece ainda que a contaminação microbiológica refere-se à presença de bactérias e fungos viáveis no ar como marcador epidemiológico, indicando valores que variam com a classificação da área de risco de ocorrência de eventos adversos à saúde por exposição ao ar no ambiente. O valor máximo recomendado é de 750 ufc/m³ (unidade formadora de

colônia por metro cúbico) para as áreas⁹ classificadas segundo o risco de ocorrência de eventos adversos como nível 0, igual a 500 ufc/m³ para as áreas de nível 1; as de nível 2 o valor é de 200 ufc/m³ e 150 ufc/m³ para as de nível 3. No entanto não devem ser aceitos nos ambientes microrganismos potencialmente agressores, com transmissão comprovada por via ambiental, excetuando-se as áreas de isolamento destinadas à internação de pacientes com infecção transmitida pelo ar (BRASIL, 2003b).

No que diz respeito à avaliação de contaminação em superfícies de ambientes hospitalares, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos com objetivo de quantificar o nível de contaminação microbiana aceitável, como forma de prevenção. A World Health Organization (WHO 1988), no que se refere à qualidade do ar interior, ressalta que os métodos de amostragem para pólen, bactérias específicas e vírus estão próximos de uma padronização. Este fato permanece nos dias atuais.

Entretanto muitas questões ainda precisam ser resolvidas, no que se refere à metodologia, ao monitoramento, à interpretação dos dados e aos níveis máximos aceitáveis de contaminação (PASQUARELLA et al., 2000).

Os padrões referenciais ou recomendações existentes não devem ser aplicados em ambientes hospitalares no controle de riscos potenciais microbiológicos que possam causar agravos à saúde. Na ausência de padrões oficiais, Kulcsar Neto & Siqueira (1998) sugerem que:

Os padrões referenciais não são linhas finas que dividem as concentrações em seguras e perigosas, mas devem ser interpretadas como faixas de concentrações que balizam a adoção ou não de medidas de controle, monitoramentos contínuos ou periódicos ou ainda, de intervenção (KULCSAR NETO & SIQUEIRA, 1998, p.6).

⁹ Classificação das áreas segundo risco de ocorrência de eventos adversos à saúde por exposição ao ar ambiental:

Nível 0: área onde o risco não excede aquele encontrado em ambientes de uso público e coletivo;
Nível 1: área onde não foi constatado o risco porém deve ser considerado;
Nível 2: área de fortes evidências de risco relacionada à qualidade do ar de seus ocupantes ou de pacientes que utilizarão produtos manipulados nestas áreas;
Nível 3: área de fortes evidências de alto risco de eventos adversos de seus ocupantes ou de pacientes que utilizam produtos manipulados nestas áreas;

6 METODOLOGIA

O presente trabalho foi fundamentado em pesquisa bibliográfica, entrevistas, observação direta da situação real e utilização de experimentos envolvendo análise e compreensão dos principais condicionantes para avaliação da qualidade do ar no ambiente interno, sendo composto por cinco etapas

Na primeira etapa se procedeu a um levantamento físico do edifício em estudo, a partir de um jogo de plantas de projeto de arquitetura cedidas pela Superintendência de Planejamento e Obras do Estado – SUPLAN/PB, observações do funcionamento das atividades desenvolvidas nos ambientes, as inter-relações e dependências entre eles e mapeamento das áreas de acordo com o potencial de contaminação, estabelecido pelo Ministério da Saúde em sua Portaria nº 930/27.08. 92. Também foram levantadas as características físicas do entorno imediato, bem como a implantação do edifício no lote, para verificação da influência do entorno e da arquitetura do hospital.

A segunda etapa destinou-se à investigação das condições termoambientais no edifício, para o que foram feitas medições das variáveis físicas do hospital, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade, direção dos ventos e a verificação das condições de ventilação interna e externamente. Esta etapa foi dividida em duas fases:

- na primeira fase, constando das medições em campo, foram feitas observações de série de dados de conforto citados anteriormente, externo e interno, visando caracterizar as condições microclimáticas do sítio onde o edifício está inserido e a interferência das variáveis de conforto na qualidade do ar interior do edifício. Para isso foram instaladas três estações meteorológicas (Figura B1 e B2 ANEXO B), de fabricação LA CROSSE, composta de termohigrômetro e anemômetro, cujas resoluções especificadas são: 1/10°C, 1/100% e 4/100m/s respectivamente. Essas estações possibilitaram as observações simultâneas em três pontos

distintos, sendo o ponto 1 (P1) na área externa ao edifício, os seguintes na espera do ambulatório (P2) lado norte do edifício e circulação de acesso à internação (P3) lado sul do edifício. Os critérios utilizados na escolha dos pontos para instalar as estações foram: o P1, sofrer o mínimo possível de interferências do entorno; P2, ter alta densidade de ocupantes no ambiente e P3, ser um local de intenso tráfego de pacientes e funcionários. (Figura B3 – ANEXO B e Figura D3 ANEXO D)

As medições foram realizadas em dois períodos representativos do clima da região, inverno e verão, nos meses de julho/agosto e dezembro/janeiro, respectivamente. A escolha dos meses para medições tomou como base a pesquisa realizada por Carvalho (2001), que considera como período de verão os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, e como período de inverno, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro. Foram estabelecidos 28 dias consecutivos de medições em cada período, com leituras em três horários; 8, 14 e 20 horas, definidas segundo estudos desenvolvidos por Silva (1999).

- na segunda fase, verificou-se a distribuição do fluxo do ar no interior do edifício, objetivando traçar uma provável rota de contaminação, a partir da suspensão de partículas no ar. Dessa forma foram feitas observações da diferença de coeficiente de pressão entre o interior e o exterior e da canalização das correntes de ar no interior do edifício. Para isso foi utilizado o Termoanemômetro Digital, Modelo TAFR-180 da Instrutherm.

A terceira etapa propôs determinar através de métodos analíticos os microrganismos viáveis encontrados na superfície do piso e em suspensão no interior do edifício, com o objetivo de se obter uma análise qualitativa e quantitativa da possível contaminação do ar. Essa etapa desenvolveu-se em duas fases:

- na primeira fase buscou-se identificar os microrganismos viáveis encontrados na superfície do piso dos ambientes de recepção/espera do ambulatório e circulação de acesso às internações. Para determinar a presença de material particulado na superfície, foi aplicada a técnica

“Square Sampling”. As amostras foram coletadas com a utilização do Swab Rinse Kit (SRK) da COPAN DIAGNÓSTICO INC (Figura B10 – ANEXO B).

A coleta das amostras foi realizada no dia 18 de janeiro de 2005, no período da manhã, nas áreas de recepção/espera da unidade do ambulatório e na circulação de acesso às unidades de internação. O plano de coleta das amostras incluiu 30 locais de amostragem na superfície do piso, assim distribuídas: 20 amostras na área de recepção/espera e 10 na circulação de acesso às unidades de internação. A definição dos pontos amostrados na superfície em estudo foi aleatória (Figura D2-ANEXO D).

As amostras foram coletadas com o auxílio de um swab embebido em uma solução tamponada que foi deslizada na superfície amostrada com o auxílio de uma máscara plástica flexível, que delimita a área de coleta em 100 cm² (10x10cm) (Figura B9 – ANEXO B).

Em seguida, o swab foi colocado na solução tamponada e transportado ao laboratório de microbiologia do Hospital em estudo para processamento. No laboratório, retirou-se uma alíquota de 1,0ml da solução a qual foi semeada em três placas cada uma contendo os seguintes meios de cultura: Ágar Sangue, Ágar Manitol Salgado e Ágar Mac Conkey.

As placas foram incubadas em uma estufa com temperatura de 35°-37°C, por um período de 24-48 horas. Transcorrido o tempo de incubação foi realizada a leitura das placas. O crescimento bacteriano foi verificado através de observação visual do desenvolvimento de colônias em superfície de ágar, onde ficaram estabelecidas, após a leitura das placas, as convenções: P (para indicar presença de microrganismos) e A (para indicar ausência de microrganismos).

A contagem das colônias foi feita mediante a aplicação da fórmula específica que acompanha a técnica, cujo resultado é expresso em unidades formadoras de colônias por centímetro quadrado UFC/cm² da superfície analisada:

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ de colônias em 1ml X volume da solução}}{100} = \text{UFC/cm}^2$$

A identificação das bactérias foi realizada no Laboratório de Bacteriologia do Departamento de Ciências Farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (DCF / CCS / UFPB).

- na segunda fase, investigou-se a presença de material particulado em suspensão, a fim de qualificar e quantificar o número de partículas viáveis/m³ de ar com base nos métodos recomendados pela RE / ANVISA nº 9 de 16/01/2003, através das normas técnicas 002 e 003.

Para análise microbiológica do ar foi aplicado o método de coleta ativa com impactador linear de baixa vazão em meio de cultura específico ao estudo, utilizando-se o equipamento Thermo Andersen Microbial Sampler Operating Manual, Smyrna, GA. USA. Nas análises físico-químicas do ar, o método utilizado foi o de leitura direta em triplicata através dos equipamentos: Gasômetro marca Equimeter, modelo MR-5, NS 8767379 e do Cronômetro digital Mondaine, CRON-004, com resolução de 1/100s.

Para quantificar as partículas totais em suspensão foi realizada uma leitura em triplicata com contador de partículas AEROCET 531. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Serviços Analíticos – Environmental Hygiene Services – NALCO, Brasil, São Paulo, onde foram analisadas, cujos resultados constam do ANEXO C.

As coletas foram realizadas no dia 16 de agosto de 2005, no turno da manhã nos pontos indicados na Figura D3 (ANEXO D). A escolha dos pontos amostrados deu-se em função de estudos prévios do comportamento da ventilação existente nos ambientes, baseados na direção dos ventos predominantes.

À quarta etapa coube a descrição e a discussão dos resultados obtidos nas etapas anteriores.

A quinta e última etapa dedicou-se às conclusões do trabalho.

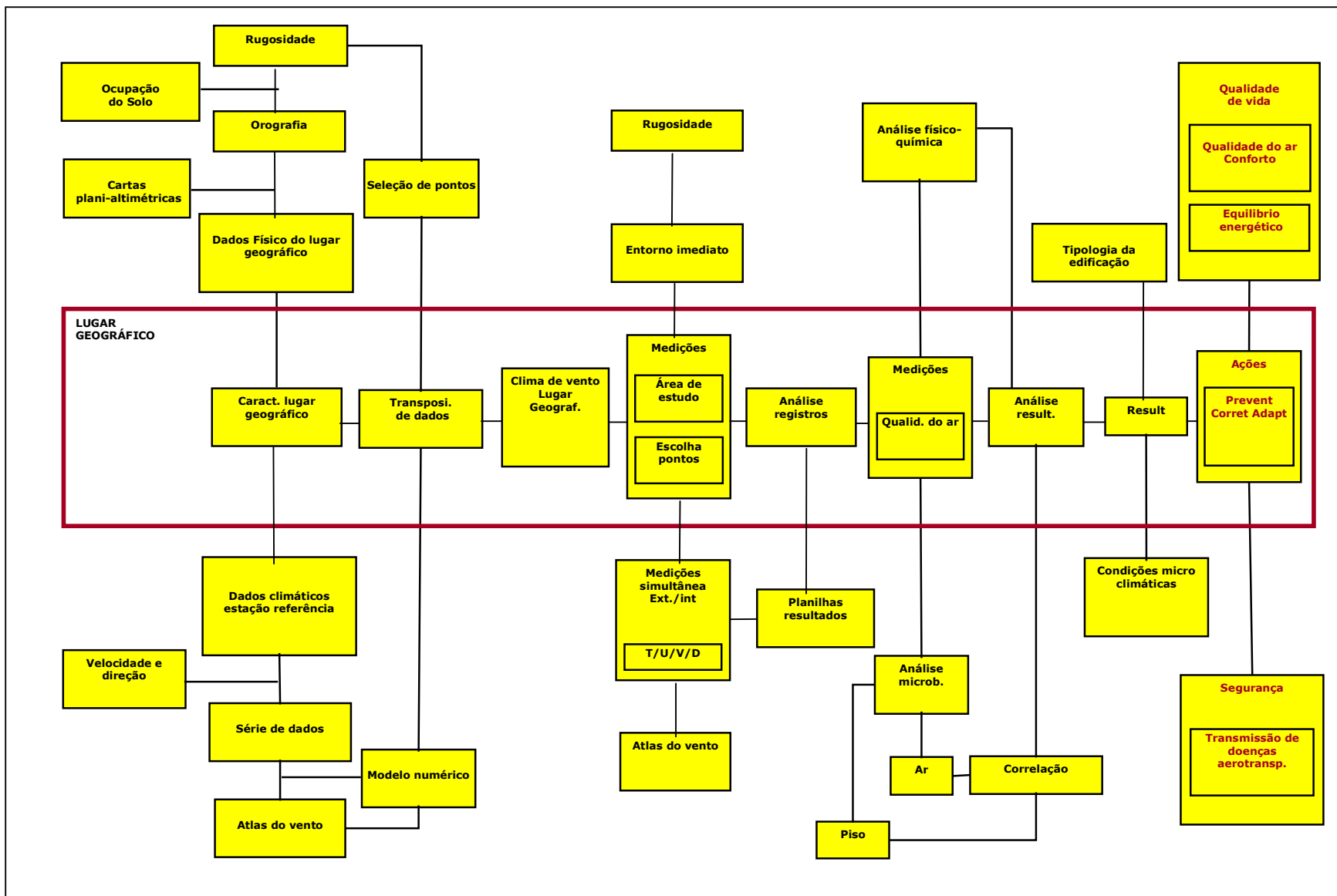


Figura 16 - Fluxograma do método de avaliação da qualidade do ar externa e interna em E.A.S. – adaptado Silva, 1999.

7 RESULTADOS

7.1 Avaliação das variáveis termoambientais

As medições dos parâmetros ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos estão relatados nas planilhas 01 e 02 (ANEXO A), e representados nos gráficos a seguir.

Como se observa no gráfico 01 as curvas de temperatura apresentam desenvolvimentos semelhantes, onde a temperatura interna segue a evolução da temperatura externa. Durante todo o período de medição, a temperatura máxima atingiu 32°C, no ponto P1, 31,5°C no P2 e 30,3°C no P3, com mínimas de 25°C em P1, 24°C em P2 e 23°C em P3, tendo-se uma amplitude térmica em torno de 7,0°C, 7,5°C e 7,3°C respectivamente. Nota-se que em alguns dias, no ponto P2 e P3, as temperaturas são mais elevadas do que a externa, nos horários das 08:00 e das 14:00h. O mesmo acontece no ponto nos dias 19/07/, 20/07 e 30/07 onde a temperatura neste ponto se aproxima da externa chegando a alcançar níveis superiores a esta, nos horários 08:00 e 14:00 h.

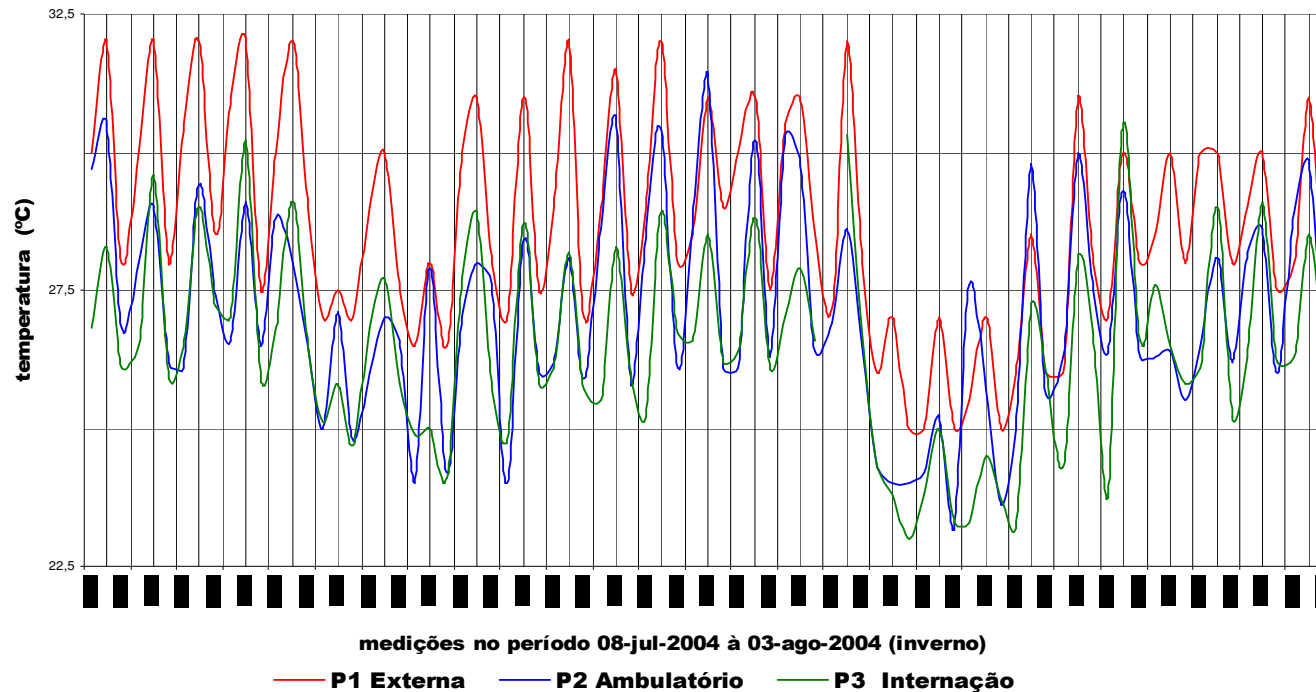


Gráfico 01: Temperatura do ar externa e interna – Medições de verão

Nas medições de verão, constantes do gráfico 02, as curvas de temperatura do ar interna e externa têm comportamento térmico semelhante durante todo o período de medição. Os níveis de temperatura externa da edificação são mais elevados do que os níveis de temperatura interna nos horários das 08:00h e 14:00h. Onde a temperatura interna variou no intervalo entre 2,0°C e 4,1°C, com relação à externa. No horário das 20:00h, a temperatura externa é inferior à interna, com uma diferença de 3,6°C em relação a P3 e 5,2°C a P2. Neste período, a temperatura externa atingiu valores máximo e mínimo de 34,8°C às 14:00h e 24°C às 20:00h, com amplitude térmica de 10,8°C. As temperaturas internas variaram entre 32,3°C e 27,9°C em P2 e entre 30,8°C e 27,9°C em P3. As temperaturas máximas internas ocorreram no horário da 14:00h.

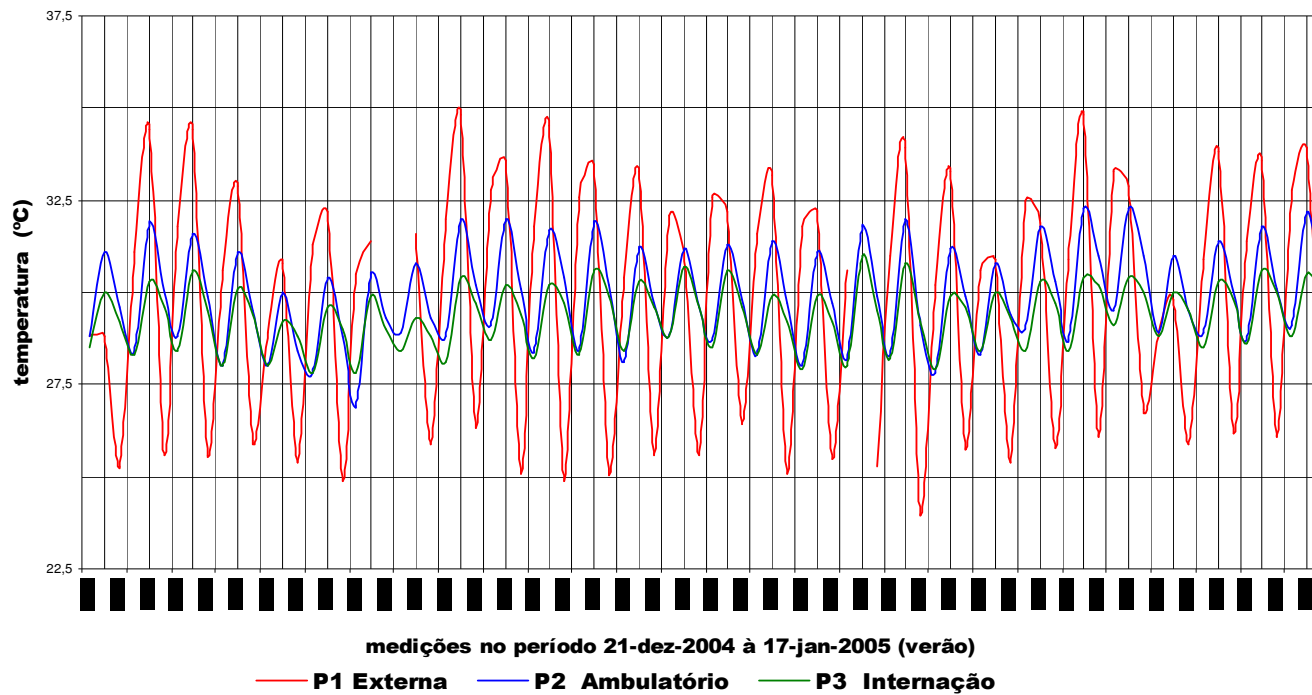


Gráfico 02: Temperatura do ar externa e interna – Medições de verão

Observa-se no gráfico 03, que o desenvolvimento das curvas de umidade relativa do ar nos três pontos é semelhante. Internamente, a umidade oscilou entre 58% e 98% no ponto P2 e 58% e 97% no ponto P3. A umidade relativa do ar externa se manteve bastante alta durante todo o período, no entanto nos dias 08, 10, 11, 17, 18 e 20 às 14:00h foi inferior à interna.

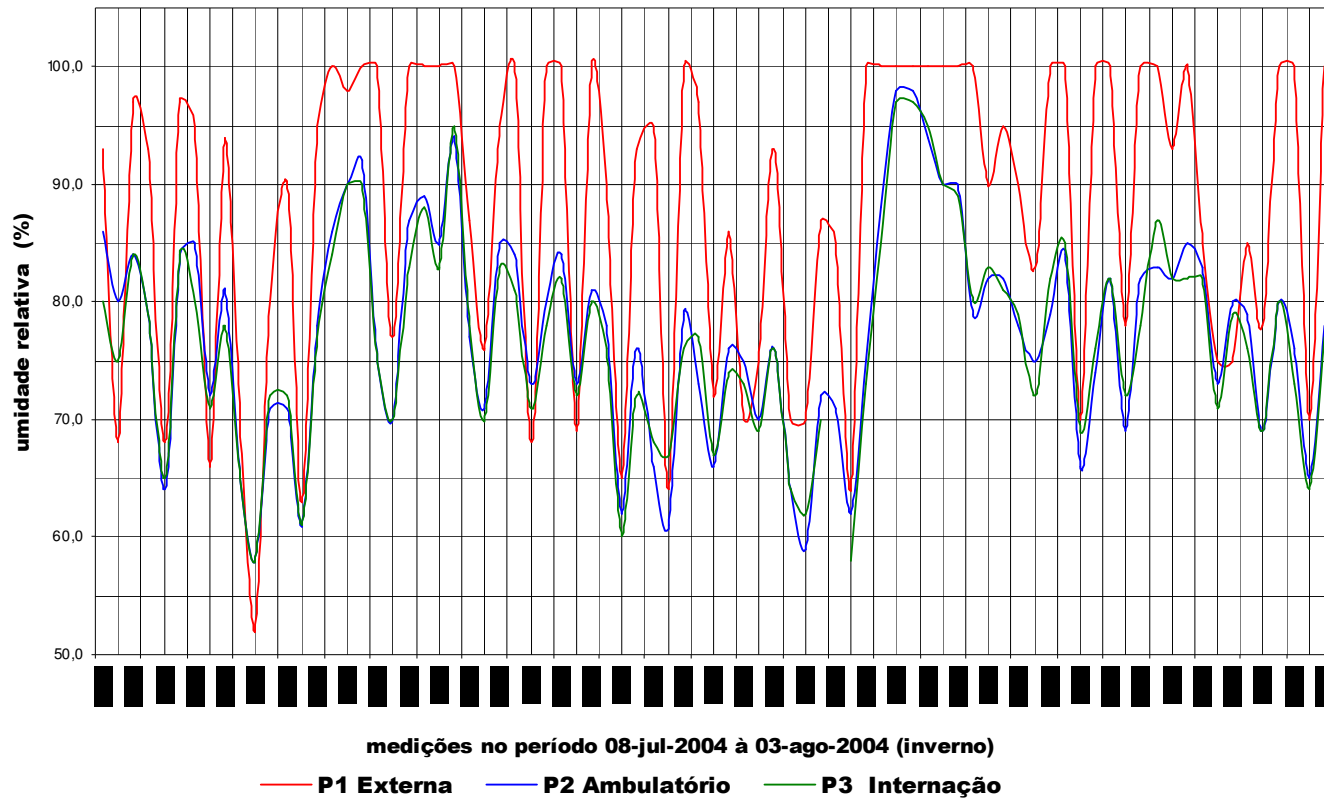


Gráfico 03: Umidade relativa do ar externa e interna – medições de inverno

O gráfico 04 demonstra que a curva da umidade relativa do ar interna e externa possuem a mesma evolução. Durante o período de medição, a umidade relativa do ar alcançou o valor máximo de 81% mínimo de 44%, e internamente 73% e 51% no P2 e 56% e 71% no P3. A umidade relativa do ar no interior do edifício no horário das 08:00h e 14:00h manteve-se superior à registrada externamente.

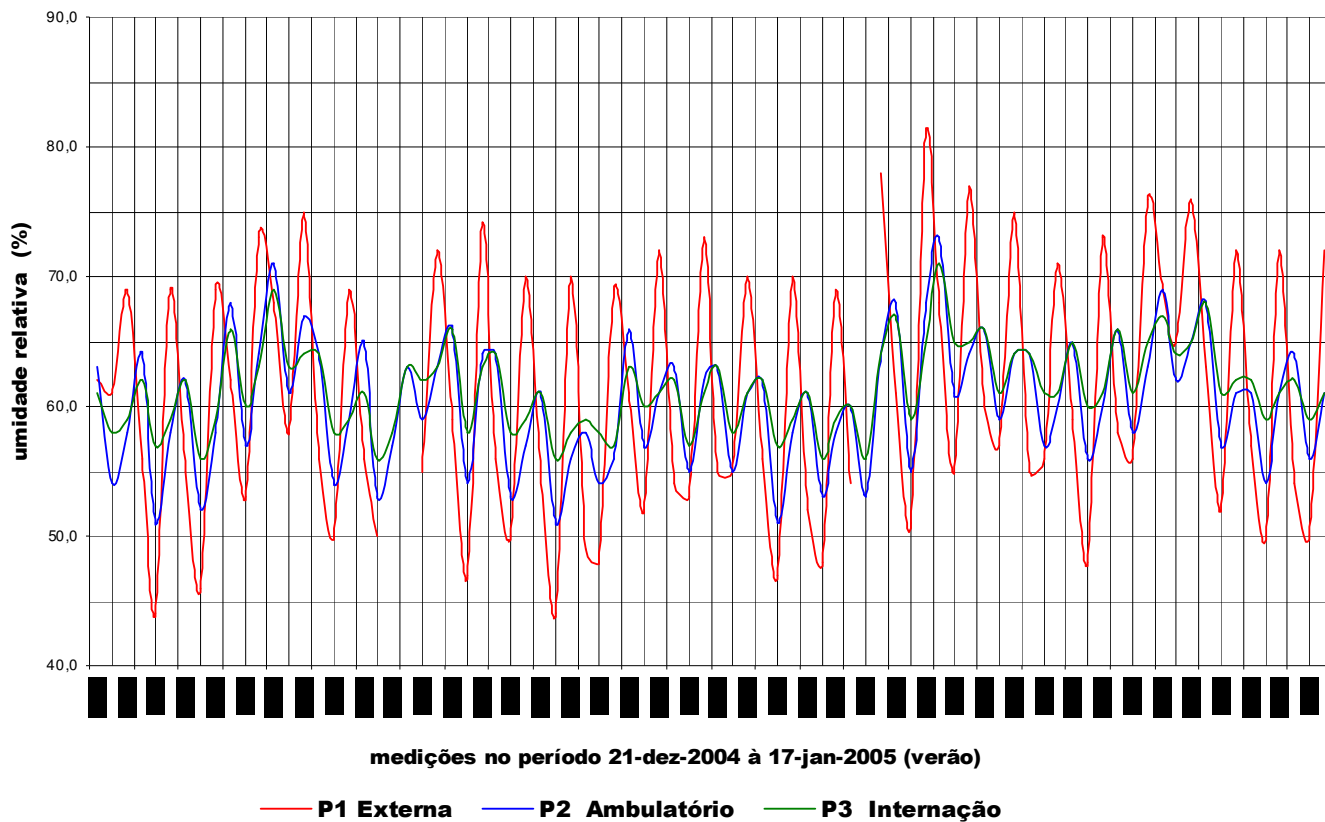


Gráfico 04: Umidade relativa do ar externa e interna – Medições de verão

No gráfico 05, pode observar-se que as curvas da velocidade do ar possuem um comportamento regular. A velocidade do ar no exterior variou no intervalo de 0,0m/s a 5,0 m/s e, no interior, a mesma se manteve muito baixa, variando entre 0,0m/s e 0,6m/s no P2, e 0,0m/s e 0,9m/s no P3. Os dias 19, 20, 27 e 28 de julho apresentaram períodos de calma.

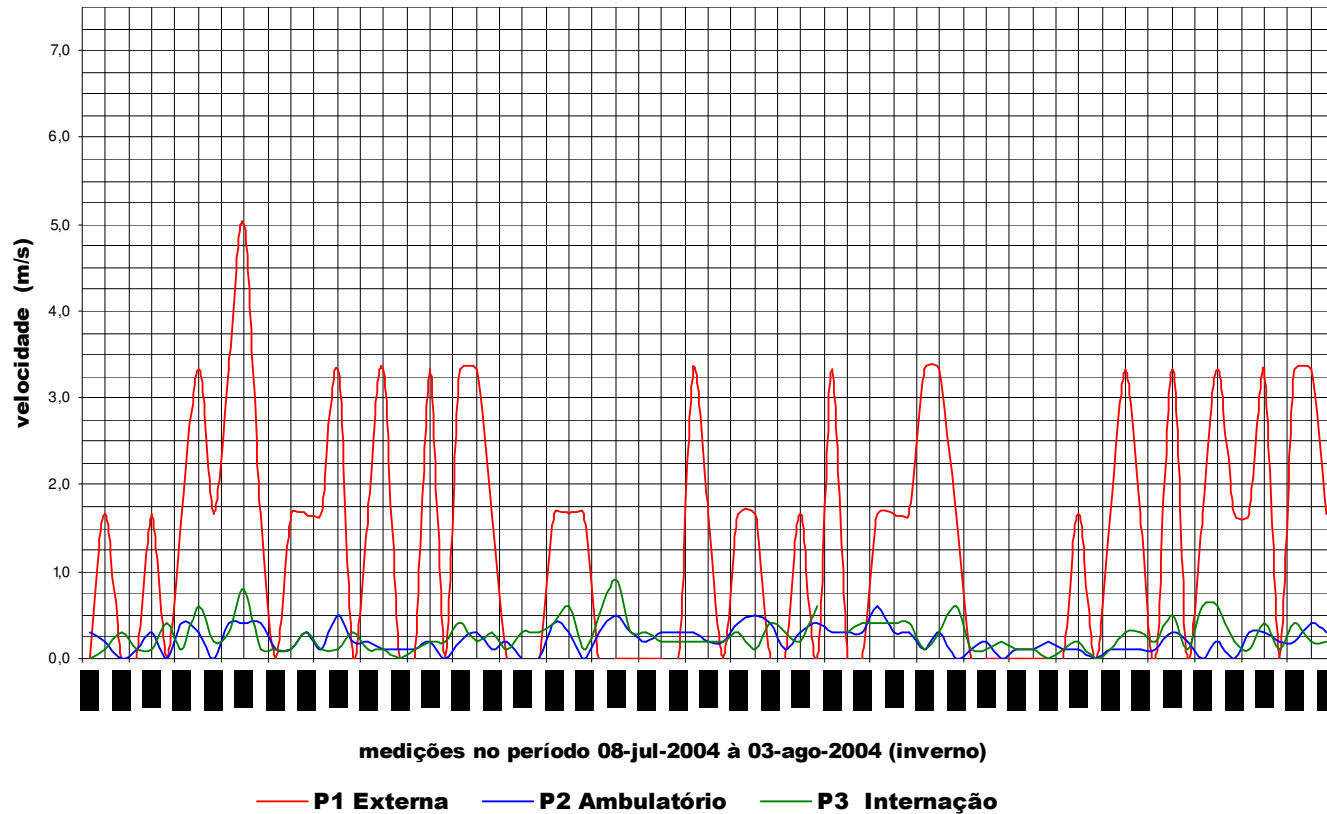


Gráfico 05: Velocidade do ar externa e interna – Medições de inverno

Nota-se, no gráfico 06, que as curvas de velocidade do ar externo e interno no P3 tem comportamento regular. A velocidade do ar externo oscilou entre 0,4m/s e 7,3m/s, enquanto que internamente no ponto P3, entre 0,0m/s e 2,6m/s e no ponto P2 se manteve nula durante todo o período.

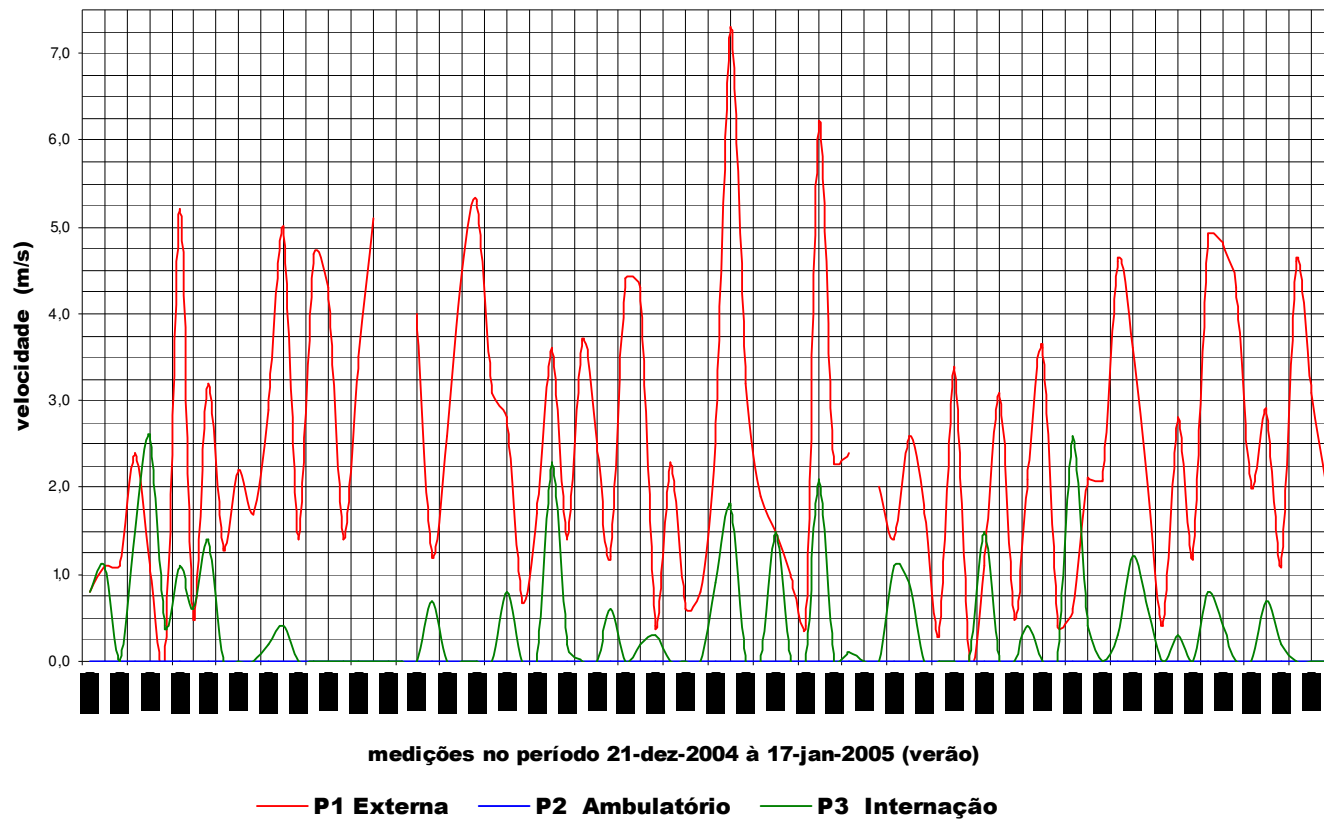


Gráfico 06: Velocidade do ar externa e interna – Medições de verão

A tabela 07 demonstra as freqüências de direção dos ventos, no período de inverno, onde se pode constatar a predominância destes dos rumos sul/sudoeste e sul seguido dos ventos do rumo leste/sudeste.

Tabela 07: Freqüência de direções do vento (medições de inverno)

Medições período de inverno		
ângulos	direção do vento	freqüência
0 a 22,5	NNE	0
22,5 a 45,0	NE	0
45,0 a 67,5	ENE	0
67,5 a 90,0	E	0
90,0 a 112,5	ESE	17
112,5 a 135,0	SE	2
135,0 a 157,5	SSE	7
157,5 a 180,0	S	25
180,0 a 202,5	SSW	27
202,5 a 225,5	SW	3
225,5 a 247,5	WSW	0
247,5 a 270,0	W	1
270,0 a 292,5	WNW	0
292,5 a 315,0	NW	0
315,0 a 337,5	NNW	0
337,5 a 360,0	N	0

Quanto à direção dos ventos a freqüência de ocorrência, no período de verão, é maior nos rumos leste, leste/sudeste e sudeste, seguida pelos ventos sul e sul/sudeste. (Tabela 08)

Tabela 08: Freqüência de direções do vento (medições de verão)

Medições período de verão		
ângulos	direção do vento	freqüência
0 a 22,5	NNE	0
22,5 a 45,0	NE	0
45,0 a 67,5	ENE	4
67,5 a 90,0	E	21
90,0 a 112,5	ESE	27
112,5 a 135,0	SE	19
135,0 a 157,5	SSE	7
157,5 a 180,0	S	10
180,0 a 202,5	SSW	2
202,5 a 225,5	SW	0
225,5 a 247,5	WSW	2
247,5 a 270,0	W	0
270,0 a 292,5	WNW	0
292,5 a 315,0	NW	0
315,0 a 337,5	NNW	0
337,5 a 360,0	N	0

A seguir tem-se a rosa-dos-ventos referente ao período de medições de inverno e de verão, onde se pode identificar a relação entre as freqüências de ocorrências distribuídas em dezesseis direções (norte, norte/nordeste, nordeste, leste/nordeste, leste, leste/sudeste, sudeste, sul/sudeste, sul, sul/sudoeste, sudoeste, oeste/sudoeste, oeste, oeste/noroeste, noroeste e norte/noroeste), com as velocidades de vento.

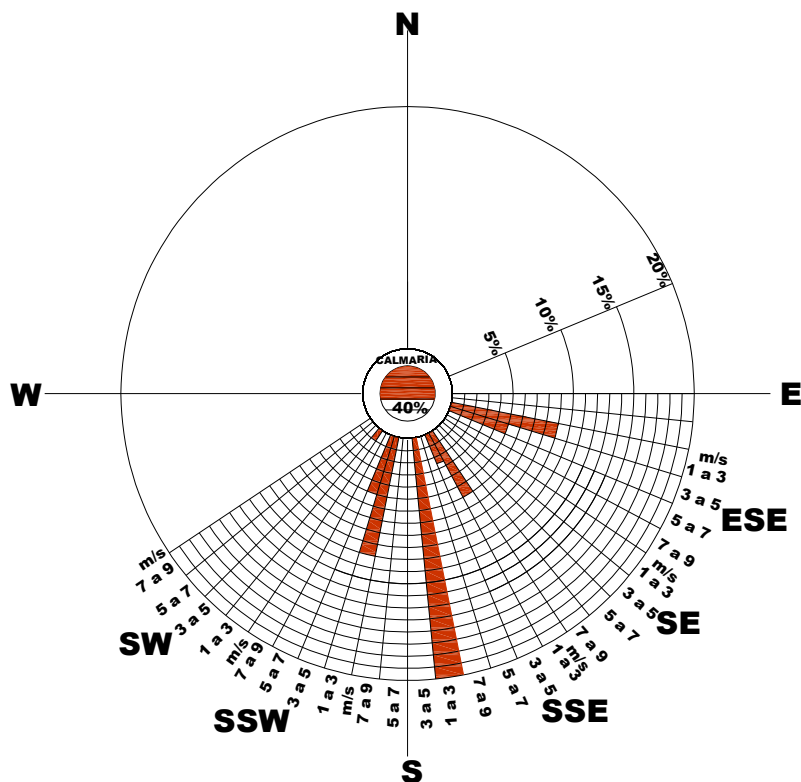


Gráfico 07: Rosa-dos-ventos para o período de medições de inverno

No gráfico 07, para o período de inverno pode-se observar que a maior concentração dos ventos ocorre dos rumos leste/sudeste, sul, e sul/sudoeste, seguida dos sul/sudoeste, com velocidade predominante entre os intervalos de 1 a 2,9 m/s e 3 a 4,9 m/s. Constata-se ainda, com menor freqüência, atingindo 1% e com velocidades entre 1 a 2,9 m/s a presença dos ventos sudoeste. A calma, que representa os ventos com velocidades que varia entre 0 a 0,9 m/s, ocorreu com maior freqüência, atingindo um percentual de 40%.

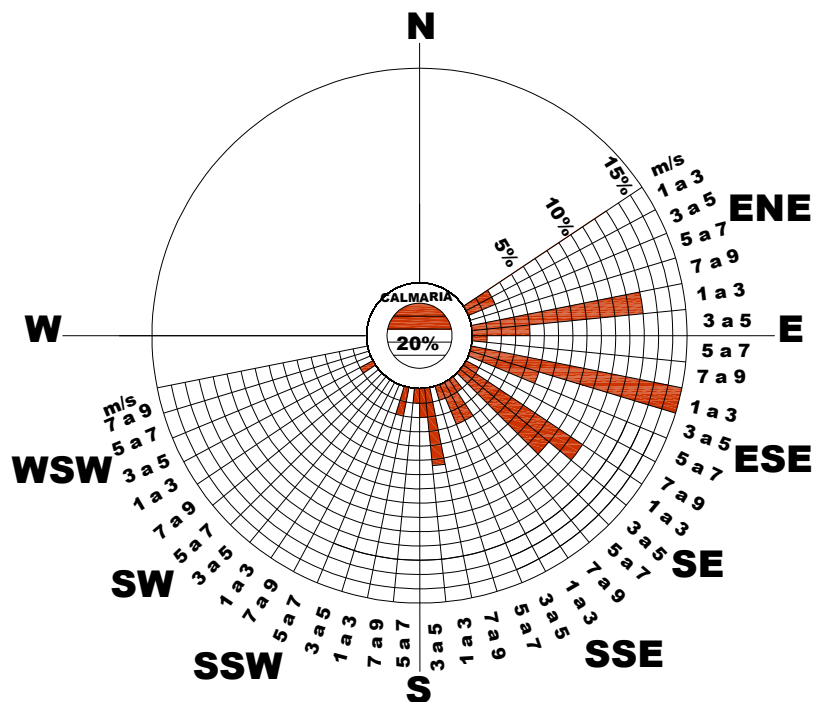


Gráfico 08: Rosa-dos-ventos para o período de medições de verão

Observa-se no gráfico 08 para o período de verão que a maior concentração dos ventos dá-se dos rumos leste, leste/sudeste e sudeste, seguida dos quadrantes sul, sul/sudeste, com velocidade predominante entre os intervalos de 1 a 2,9 m/s e 3 a 4,9 m/s. Constata-se ainda, com menor frequência, atingindo 2% e com velocidades entre 1 a 2,9 m/s e 3 a 4,9 m/s a presença dos ventos sul/sudoeste e leste/nordeste com 1% e velocidade baixa, a presença dos ventos dos rumos oeste/sudoeste. Os ventos com maior velocidade entre 5 a 7,3 m/s e 7 a 9 m/s foram registrados nos rumos sul e sudeste com um percentual de 1%. A calmaria ocorreu com uma frequência de 20%.

7.2 Microbiologia do ar interior

Para a microbiologia do ar dividiram-se as amostras em duas situações, cujos resultados têm-se a seguir:

7.2.1 Microbiologia das amostras na superfície do piso

Com o propósito de avaliar a carga microbiana na superfície do piso dos ambientes de recepção/espera do ambulatório e da circulação de acesso às internações, foram coletadas 31 amostras, assim distribuídas: amostras de 1 a 21, recepção e espera do ambulatório, de 22 a 31, circulação de acesso à internação. (Tabela 09)

Tabela 09. Grau de contaminação bacteriana do piso da recepção/espera ambulatório e circulação de acesso à internação

Amostras	UFC / cm ²	<i>S. aureus</i>	<i>S. coag. neg.</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>A. baumannii</i>	<i>Serratia spp</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>Bacillus. spp</i>
01	1,5	A	P	A	P	A	A	P
02	1,4	A	P	A	P	A	P	A
03	3,3	A	P	A	A	A	P	A
04	1,0	A	P	A	A	A	P	P
05	1,2	A	P	P	A	A	P	A
06	1,4	A	P	A	A	A	A	P
07	0,8	P	A	A	A	A	A	P
08	5,6	A	P	A	A	A	A	P
09	1,8	A	P	P	A	A	P	P
10	15,7	P	A	A	A	A	A	A
11	1,1	A	P	P	A	A	A	A
12	5,8	A	P	A	A	P	A	A
13	3,3	A	P	A	A	A	A	A
14	2,7	A	P	A	A	A	P	A
15	3,0	A	P	P	A	A	A	A
16	0,7	A	P	A	A	A	A	A
17	1,1	A	A	A	P	A	P	P
18	3,6	A	P	A	A	A	P	A
19	2,6	A	P	A	A	A	P	A
20	4,3	P	A	A	A	A	A	P
21	5,0	A	P	A	A	A	P	A
22	15,2	A	P	A	A	A	A	A
23	5,8	A	P	A	A	A	A	A
24	5,0	A	P	A	A	A	A	A
25	1,7	A	P	A	A	A	P	A
26	7,3	A	P	P	A	A	P	A
27	15,5	A	P	A	A	A	P	A
28	4,2	A	P	A	A	A	A	A
29	7,2	A	P	A	A	A	A	A
30	17,0	A	P	P	A	A	A	A
31	18.2	A	P	A	A	A	A	A
Frequência	100,0%	9,7%	87,0%	19,3%	9,7%	3,2%	41,9%	25,8%

A = Ausente P = Presente *P. aeruginosa* = *Pseudomonas aeruginosa* SCN = *Staphylococcus Coagulase Negativo*

Analisando a Tabela 09, observa-se que as 31 amostras coletadas estavam contaminadas (100%). O gênero *Staphylococcus coagulase negativo* prevaleceu em 87% das amostras, seguidas do gênero *Pseudomonas aeruginosa* 41,9%, *Bacillus spp* 25,8%, *Micrococcus spp* 19,3%, *Acinetobacter baumannii* 9,7% e *Staphylococcus aureus* 9,7% e *Serratia spp*, com 3,2%.

Quanto à carga microbiana em termos de ufc/cm² foram isoladas do ambiente de recepção/espera do ambulatório, 67,2 ufc/m² em 20 amostras, com média de 3,36 ufc/cm². Na circulação de acesso à internação, o número de contagem atingiu 97,1 ufc/cm², em 10 pontos amostrados com um valor médio de 9,7 ufc/cm².

Na recepção/espera do ambulatório, os 21 pontos avaliados estavam contaminados com *Staphylococcus coagulase negativo* encontrado em 17 amostras (37%), *Pseudomonas aeruginosa* em 10 (21,8%), *Bacillus spp* em 8 (17,4%), *Micrococcus spp* em 4 (8,7%), *Acinetobacter baumannii* em 3 (6,5%) e *Serratia spp* em 1 (2,1%). Tabela 10

Tabela 10. Distribuição dos microrganismos isolados e identificados nas amostras analisadas na recepção/espera do ambulatório

Microrganismos	Nº de repostas	Percentual de casos (%)
<i>Staphylococcus. aureus</i>	3	6,5
<i>Staphylococcus coagulase negativo</i>	17	37
<i>Micrococcus spp</i>	4	8,7
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3	6,5
<i>Serratia spp</i>	1	2,1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	21,8
<i>Bacillus spp</i>	8	17,4
Total	46	100,0

Das amostras positivas da circulação de acesso à internação, o gênero *Staphylococcus coagulase negativo* estava presente nas 10 amostras (66,6%), *Pseudomonas aeruginosa* em 3 (20%) e *Micrococcus spp* em 2 (13,4%), conforme tabela 11.

Tabela 11: Distribuição dos microrganismos isolados e identificados nas amostras analisadas na circulação de acesso à internação

Microrganismos	Nº de repostas	Percentual de casos (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0
<i>Staphylococcus</i> coagulase negativo	10	66,6
<i>Micrococcus spp</i>	2	13,4
<i>Acinetobacter baumannii</i>	0	0
<i>Serratia spp</i>	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	20
<i>Bacillus spp</i>	0	0
Total	15	100,0

7.2.2 Microbiologia das amostras do ar

Para determinar a presença de microrganismos viáveis em suspensão no ar, foram feitas 5 amostragens realizadas nas áreas de espera e de circulação do hospital. A primeira (PA1), ponto externo ao edifício, a segunda (PA2) correspondente à recepção e espera do ambulatório, a terceira (PA3) em frente ao laboratório de bacteriologia (circulação de acesso à internação), a quarta (PA4) laboratório 1 e a quinta (PA5) na espera do DORT (Figuras B5, B6, B7 e B8 – ANEXO B).

Quanto à avaliação da qualidade do ar interior, pesquisou-se nos pontos referidos o número de partículas totais em suspensão e fez-se exames físico-químicos do ar, além de pesquisas de fungos nos pontos PA1, PA3, PA4 e Pa5 e de bactérias no PA2.

Fungos patogênicos e toxigênicos foram isolados em todos os pontos amostrados, obtendo-se os gêneros *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Mycellia sterilia* e *Alternaria sp*. Nos pontos internos coletados PA1, PA3, PA4 e Pa5 foram obtidos um total de 683,1 ufc/m³, com valor médio de 227,7 ufc/m³.

Tabela 12: Fungos isolados e identificados nas amostras analisadas nos quatro pontos de coleta

Ponto	Local	Ambiente	Gêneros Identificados	UFC/m ³
PA1	Externo	Em frente ao estacionamento	<i>Aspergillus spp,</i>	11,8
			<i>Penicillium spp,As</i>	164,9
			<i>Mycellia sterilia</i>	11,8
			<i>Alternaria spp.</i>	35,3
Total				223,8
PA3	Interno	Laboratório de Bacteriologia	<i>Aspergillus spp,</i>	153,1
			<i>Penicillium spp,</i>	47,1
Total				200,2
PA4	Interno	Laboratório 1	<i>Aspergillus spp,</i>	58,9
			<i>Penicillium spp,</i>	188,5
			<i>Mycellia sterilia</i>	35,3
Total				282,7
PA5	Interno	Espera para o DORT	<i>Aspergillus spp,</i>	94,2
			<i>Penicillium spp,</i>	47,1
			<i>Mycellia sterilia</i>	58,9
Total				200,2

Na amostra PA3 foram isolados 200,2 ufc/m³ sendo 153,1 ufc/m³ do gênero *Aspergillus spp* e 47,1 ufc/m³ do *Penicillium spp*. No PA4 o total foi de 200,2 ufc/m³, assim distribuídos 188,5 ufc/m³ do *Penicillium spp*, 58,9 ufc/m³ e 35,3 ufc/m³ *Mycellia sterilia*. No PA5 o total de microrganismo isolado foi o mesmo encontrado no PA3, 200,2 ufc/m³ dos gêneros *Aspergillus spp*, *Mycellia sterilia* e *Penicillium spp*, sendo os valores de 94,2 ufc/m³, 47,1 ufc/m³ e 58,9 ufc/m³, respectivamente.(Tabela 12)

Da amostra PA2, recepção/espera do ambulatório, *Streptococcus beta hemolítico* 94,2 ufc/m³, *Streptococcus alfa hemolítico* 47,1 ufc/m³,

Staphylococcus coagulase negativo 2285,0 ufc/m³ e *Streptococcus* 70,7 ufc/m³ estavam presentes, com um total de 2.497,1 ufc/m³ (Tabela 13).

Tabela 13: Bactérias isoladas e identificadas na amostra analisada na recepção e espera do ambulatório

Ponto	Local	Ambiente	Gêneros Identificados	UFC/m ³
PA2	Interno	Recepção/espera do ambulatório	<i>Streptococcus alfa hemolítico</i>	47,1
			<i>Staphylococcus coagulase negativo</i>	2285,0
			Cocos gram-positivo	895,2
			<i>Streptococcus beta hemolítico</i>	94,2
			<i>Streptococcus sp</i>	70,7
Total				3.392,2

Quanto a análises das variáveis físicas do ar, pode observar-se na tabela 14, que a temperatura interna do ar variou entre 26,9 °C no ponto PA2 e 28,4° C no ponto PA5, enquanto que a temperatura do ar externa alcançou 30,2° C. A umidade relativa do ar interna oscilou de 79,1% (PA2) e 70,8 % (PA5). A velocidade do ar manteve-se muito baixa em todos os pontos. No que se refere às variáveis químicas, o nível de concentração de particulados totais em suspensão encontrado foi: na amostra PA1 39,7 mcg/m³, no PA2 119,0 mcg/m³, no PA3 50,3 mcg/m³, no PA4 93,5 mcg/m³ e no PA5 114,0 mcg/m³. Os valores de CO2 registrados foram de 428,3ppm no ambiente externo, enquanto que no interno do edifício atingiram 570,3 ppm no ponto PA2.

Tabela 14: Resultados análise dos exames físico-químicos do ar

Ponto	Local	Ambiente	Temperatura do ar (°C)	Umidade do ar (%)	Velocidade do ar (m/s)	CO2 ppm
PA1	Externo	Em frente estacionamento	30,2°	63,5	0,00	428,3
PA2	Interno	Recepção/espera ambulatório	26,9	79,1	0,03	570,3
PA3	Interno	Laboratório de bacteriologia	27,2	74,8	0,08	502,3
PA4	Interno	Laboratório 1	27,0	73,1	0,12	512,0
PA5	Interno	Espera para o DORT	28,4	70,8	0,04	529,0

8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

8.1 Variáveis termoambientais

Os resultados obtidos das medições das variáveis termoambientais do hospital, temperatura e umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, realizadas durante o período de inverno e verão, serão comparados e relatados a seguir.

Comparando as curvas de temperatura do ar externa e internamente, observa-se que a temperatura interna, no inverno, variou no máximo 3,5°C, em relação à externa, onde esta diferença se reduz para o intervalo de 0,3°C a 2,0°C nos dias de chuva. No verão, esse valor eleva-se para 3,6°C a 5,2°C. A amplitude da temperatura externa no inverno atinge 8,5° C, enquanto no interior do edifício no ponto P2 registra 9,8° C. e no ponto P3, 7,5°C. No verão, a amplitude térmica no exterior elevou-se para 10,8°C e, no interior, 3,1°C no P2 e 2,9°C no P3. Estes resultados demonstram a falta de inércia térmica do edifício.

Quanto ao comportamento das curvas de temperaturas internas, pode-se notar que são semelhantes nos pontos P2, orientação sul, e P3, norte, nos períodos de inverno e de verão. Os resultados demonstram ainda que, em alguns momentos do dia, os níveis da temperatura interna se aproximam da temperatura externa ou até mesmo a superam nos horários das 8:00 e das 14:00 horas. Este comportamento pode ser explicado no P2, pela presença de fontes de calor, como o alto fluxo de pessoas, o calor gerado diretamente pelos equipamentos de ar condicionado instalados na circulação do hospital e pelo funcionamento das máquinas (secadoras e lavadoras de roupas) da unidade de processamento de roupas.

Quanto à velocidade dos ventos, pôde constatar-se que, embora a sua velocidade seja considerável no ambiente exterior ao edifício, no seu interior ela se mantém, no inverno, no P2 (ambulatório), entre 0,0 m/s e 0,6 m/s e no P3, entre 0,0 m/s e 0,9 m/s. No verão, permanece nula no P2, e, no P3, entre 0,0 m/s e 2,6 m/s.

Observando os registros de velocidade do ar no interior do edifício, e associando-os às direção dos ventos, medidos externamente nos períodos de inverno e verão, percebe-se que existe uma correlação entre o aumento da velocidade do ar no interior do edifício e a direção dos ventos planilhas 01 e 02 (ANEXO A). O aumento da velocidade para 0,5 m/s no ponto P2, está associado à direção dos ventos dos rumos sul e sul/sudoeste, enquanto que no ponto P3 o aumento da velocidade para o intervalo de 0,4 a 0,9 m/s no verão e 1,3 a 2,5 m/s no inverno, se deve aos ventos dos rumos leste/sudeste e sudeste.

Este comportamento dos ventos no interior do edifício pode atribuir-se a sua arquitetura, embora o eixo longitudinal do edifício esteja orientado no sentido leste-oeste, o que favorece as trajetórias solares, além das aberturas estarem localizadas na direção dos ventos dominantes, sul e sudeste, e a existência de árvores, localizadas próximas à fachada sul do edifício, redireciona o vento, reduzindo em quantidade a sua penetração no edifício e conseqüentemente reduzindo a sua velocidade no P2 (fachada sul).

Outro fato que contribui para a redução da velocidade do ar no ponto P2 (sul) é a localização de todas as aberturas para a orientação sul, a uma altura de 5 metros, próximas à laje. Apesar das aberturas, estas, estão equivocadamente localizadas, próximas à laje (figura 16), não promovem ventilação necessária. O vento escoar-se ao longo da circulação, com baixa velocidade devida, por um lado, ao tipo de fechamento das aberturas (venezianas fixas) e, por outro, pela distância entre a entrada e a saída somada à obstrução causada por móveis e pela concentração de pessoas nessa circulação (Figura B11 - ANEXO B).

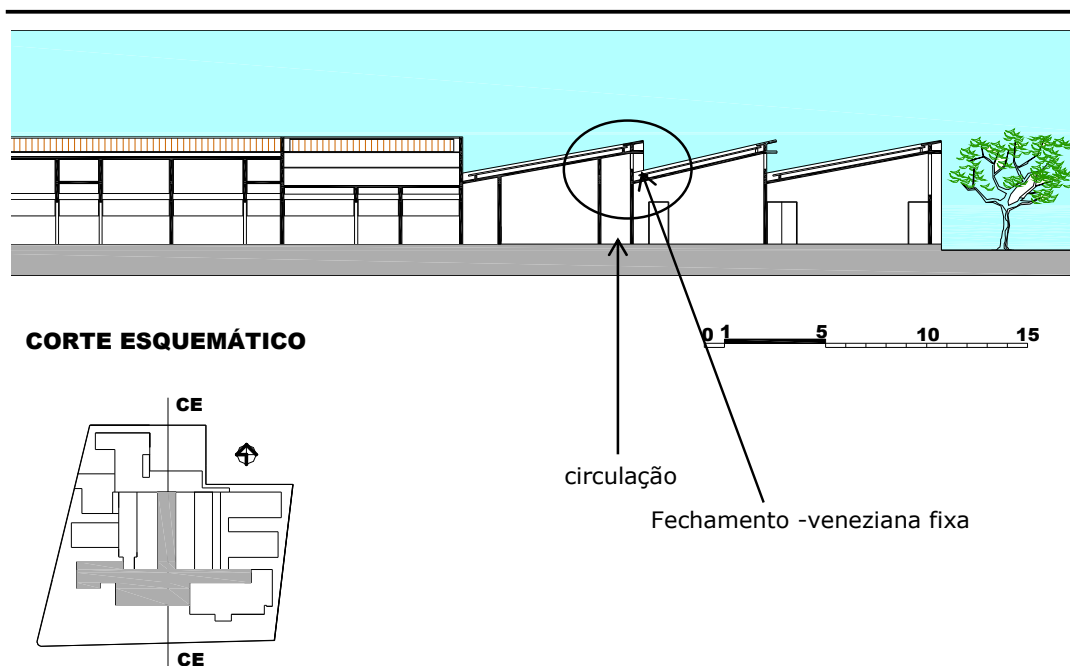


Figura 17 – Corte longitudinal - blocos de administração, serviços de apoio e diagnóstico e terapia

No ponto P3, fachada norte, embora a incidência dos ventos sobre o edifício aconteça do rumo sul/sudeste, a sua forma laminar, onde se localiza o ponto P3 (norte), e a existência de um bloco (atualmente em construção), perpendicular a este, redireciona o vento gerando uma zona de turbulência entre os edifícios, onde se localiza a circulação que interliga os blocos de internação, ocasionando o aumento da velocidade do vento neste ponto.

O ambiente de recepção e espera do ambulatório não possui uma renovação do ar suficiente, embora as aberturas existentes estejam posicionadas corretamente no sentido da pressão positiva, a falta de aberturas, no sentido da área de pressão negativa, faz com que o fluxo de ar que entra no ambiente mude de direção várias vezes antes de encontrar uma saída, acarretando grande resistência ao fluxo interno do ar, o que aumenta o risco de contaminação microbológica do ambiente.

Como se pode perceber a permeabilidade da edificação é bastante reduzida em função da quase total ausência de aberturas (entrada e saída do vento) e da localização das existentes ser equivocada, em termos de zonas de

pressões positivas e negativas, além da escolha da sua tipologia (venezianas fixas) em termos de permeabilidade ao vento, não dimensionadas para a finalidade.

Quanto à umidade relativa do ar, comparando os percentuais medidos internamente no ponto 2 (ambulatório) e ponto 3 (internação), pode notar-se que existe pequena variação entre elas. No P2 mantêm-se elevados na maior parte do tempo, entre 58% e 98%, no inverno, e 51% e 73% no verão, o que não é adequado, principalmente em se tratando de ambiente hospitalar, segundo estudos que recomendam manter-se a umidade relativa do ar abaixo de 60% e não inferior a 30% (HOLCATOCA e HOLCAT 1994, HOLCATOVA et al.. 1995 apud WHORKSHOP 22 by HEALTHY BUILDINGS. 2000).

Importante destacar que os registros mais baixos da umidade relativa do ar interna se deram no ponto 2, nos horários das 8:00 h, horário de grande fluxo de pacientes, e das 14:00 h, em função do funcionamento das máquinas na unidade de processamento de roupas e de aparelhos de ar condicionado ligados e instalados na circulação, sendo este último também responsável pelos valores baixos no ponto 3.

Comparando-se as curvas relativas às medições internas e externas percebe-se haver uma relação maior entre as umidades mais baixas, enquanto nas mais altas os intervalos entre os percentuais se alteram significativamente no inverno. Já no período de verão, existe claramente uma tendência à retenção de umidade pela edificação.

No que diz respeito ao zoneamento do hospital, em relação à distribuição das unidades funcionais existentes, se apresenta inadequado, visto que algumas unidades afins estão localizadas longe umas das outras, o que aumenta o percurso entre elas, assim como, dispõem um fluxo dispersivo e circulação simultaneamente desnecessária de pacientes e de visitantes no interior do edifício, promovendo a disseminação de patógenos pelo ar, intensificada pelo deslocamento do ar causado pelo movimento dos usuários da edificação.

8.2 Microbiologia das amostras das superfícies do piso e do ar

Considerando os resultados obtidos das amostras da superfície do piso, observa-se que houve uma diferença significativa entre os ambientes amostrados, recepção e espera do ambulatório e a circulação de acesso à internação. A carga microbiana isolada nos 20 pontos amostrados no ambiente de recepção/espera do ambulatório atingiu 67,2 ufc/cm², com uma média de 3,36 ufc/cm², valor inferior ao coletado na circulação de acesso à internação em 10 pontos amostrados, 97,1 ufc/cm² e média de 9,7 ufc/cm². Esta diferença pode ser atribuída ao fato de se ter um fluxo intenso de pacientes internados e de funcionários circulando pelo local, o que afeta, consideravelmente, a concentração de microrganismos na superfície do piso.

Quando avaliada a carga microbiana isolada do piso, por ponto amostrado, na área de recepção e espera do ambulatório, percebe-se que nas amostras 08 e 10 os valores foram mais altos, 5,6 ufc/cm², e 15,7 ufc/cm², quando comparados aos demais, o que se pode relacionar à localização desses pontos em área onde a velocidade do ar tende à estagnação.

Nos pontos 12, 20 e 21, as concentrações também foram altas: 5,8 ufc/cm², 4,3 ufc/cm² e 5,0 ufc/cm². É possível atribuir esses valores à localização desses pontos no trajeto das correntes de ar no interior em direção às áreas de pressão negativa no exterior do edifício. (Figura D2 ANEXO D)

No que se refere à avaliação microbiológica do ar no ambiente hospitalar, na ausência de padrões nacionais, quanto ao nível aceitável de contaminação microbiana do ar, adotou-se como indicadores de qualidade ambiental, os parâmetros biológicos, químicos e físicos do ar interior, recomendados pela ANVISA, através da Resolução nº 109 de 10 de dezembro de 2003, atualmente em fase de consulta pública.

Quanto à análise do ar, as pesquisas de ocorrência de bactérias e fungos demonstram uma concentração elevada desses microrganismos no ambiente interior. Na pesquisa de bactérias realizada no ponto PA1 (recepção e

espera do ambulatório), foram identificados os gêneros *Streptococcus alfa hemolítico*, *Staphylococcus coagulase negativa*, *cocos gram-positivo*, *Streptococcus beta hemolítico*, e *Streptococcus sp*, com uma concentração total de 3.392,2 ufc/cm².

Os gêneros de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulase. negativo*, *Micrococcus spp*, *Acinetobacter baumannii*, *Serratia spp*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus spp*, encontrados nas amostras de superfície de piso e do ar, embora situem-se como microrganismos aeróbios e facultativos componentes da microbiota do ambiente, da natureza, podem constituir-se como patogênicos em indivíduos debilitados. Segundo a CP RE 109 10/12/2003, os microrganismos potencialmente agressores, com transmissão comprovada por via ambiental, não devem ser aceitos nos ambientes.

Comparando as análises da superfície do piso com a do ar, nota-se que os gêneros *Staphylococcus coagulase negativa* e o *cocos gram-positivo* detectou-se maior concentração nos dois tipos de amostragem, superfície do piso e do ar, o que estaria relacionado ao grande fluxo de pessoas nessas áreas, associado ao padrão de distribuição (velocidade e direção) do ar no interior do edifício, possibilitando a ressuspensão dessas bactérias depositadas no piso com o conseqüente aumento de sua concentração no ar.

Ainda no presente estudo, quatro gêneros de fungos foram isolados do ar, nos ambientes internos amostrados: *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Mycelia sterilia spp* e no exterior, além dos citados, o do gênero *Alternaria spp*.

No Brasil existem poucos estudos que tratam do assunto; dessa forma poucos dados relativos à microbiota anemófila foram encontrados. Um estudo realizado por Silva et al. (1983) analisou a microbiota fúngica do piso e do ar do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais e identificaram principalmente *Cladosporium spp.* (65%), *Aspergillus spp.* (37,1%), *Mycelia sterilia spp* (26,9%), *Fusarium spp.* (20,1%), *Penicillium spp.* (19,8%),

Os gêneros *Aspergillus spp* e o *Penicillium spp* foram isolados de todos os ambientes analisados. Embora não haja um padrão de avaliação, para a

concentração de fungos em serviços de saúde, estudos demonstram que a concentração de fungos no interior do ambiente não deve exceder a 15% da concentração encontrada no ambiente exterior (MOREY & B.A., 1989 apud KULCSAR NETO & SIQUEIRA, 1998).

As tabelas 16, 17 e 18 seguintes dão a conhecer concentrações de fungos encontrados no interior em relação ao exterior por gênero.

Tabela 16: Relação interior/exterior de concentração de fungos *Aspergillus spp*

Ponto	Local	Ambiente	Gêneros Identificados	UFC/m ³	I/EI (%)
PA2	Externo	Em frente ao estacionamento	<i>Aspergillus spp,</i>	11,8	
PA3	Interno	Laboratório de bacteriologia	<i>Aspergillus spp</i>	153,1	1197,45
PA4	Interno	Laboratório 1	<i>Aspergillus spp</i>	58,9	399,15
PA5	Interno	Espera para o DORT	<i>Aspergillus spp</i>	94,2	698,30

Tabela 17: Relação interior/exterior de concentração de fungos *Penicillium spp* em percentuais

Ponto	Local	Ambiente	Gêneros Identificados	UFC/m ³	I/E (%)
PA2	Externo	Em frente ao estacionamento	<i>Penicillium spp,</i>	164,9	
PA3	Interno	Laboratório de bacteriologia	<i>Penicillium spp</i>	47,1	I<E
PA4	Interno	Laboratório 1	<i>Penicillium spp</i>	188,5	14,3
PA5	Interno	Espera para o DORT	<i>Penicillium spp</i>	58,9	I<E

Tabela 18: Relação interior/exterior de concentração de fungos *Penicillium spp* em percentuais

Ponto	Local	Ambiente	Gêneros Identificados	UFC/m ³	I/E (%)
PA2	Externo	Em frente ao estacionamento	<i>Micellia sterilia spp,</i>	11,8	
PA4	Interno	Laboratório 1	<i>Micellia sterilia spp,</i>	35,3	199,15
PA5	Interno	Espera para o DORT	<i>Micellia sterilia spp,</i>	47,1	299,15

Analisando as tabelas acima, observa-se que a concentração de fungos *Penicillium spp* no interior do edifício está com valores abaixo nos pontos PA3 e PA5, do encontrado no ambiente externo, e, no PA4, na faixa recomendada pelos estudos, inferior a 15%. Quanto aos gêneros *Aspergillus spp.* e *Micellia sterilia spp* as concentrações no interior estão bastante elevadas. Quanto ao *Aspergillus spp*, no ponto PA3 o valor foi 1197,45%, maior do que o encontrado no ambiente exterior. No ponto PA4: 399,15 % e no PA5 chegou a 698,30%. Já o gênero *Micellia sterilia spp* foi detectado a sua presença nos pontos PA4 e PA5, com valores superiores ao do exterior, de 199,15% e 299,15%, respectivamente.

Esses valores corroboram o que afirmam alguns pesquisadores, onde se pode considerar aí a existência de fatores que favorecem o resultado, como a predileção desses microrganismos por lugares úmidos e a presença de construção dentro da área do próprio lote do hospital no período da pesquisa, o que pode elevar a concentração no ar ambiente de poeira e de *Aspergillus spp* e outros microrganismos em níveis, na maioria das vezes, superiores ao normal, aerotransportados pela ventilação.

Quanto à avaliação da concentração de fungos e bactérias no ar do hospital em estudo, adotou-se como parâmetro quantitativo o indicado para a classificação de risco de ocorrência de eventos adversos¹⁰, a saúde por exposição ao ar ambiental de nível 2. Embora a CP RE 109 10/12/2003, no Apêndice I (variáveis físicas, químicas e níveis de risco), não selecionem os ambientes amostrados como potencialmente responsáveis pela aquisição e/ou transmissão de eventos adversos, de nível 2, considerou-se que nessas áreas existem fortes evidências de risco de ocorrência de eventos adversos, relacionados à qualidade do ar, em função de reunir um grande número de pacientes portadores de diferentes doenças infecto-contagiosas na busca de tratamento; da baixa capacidade imunológica normalmente observada nesta parcela da população, da presença de vários agentes microbiológicos presentes no ambiente, detectada nas amostras microbiológicas da superfície do piso e de serem ambientes com pouca ventilação.

¹⁰ Eventos adversos: eventos que produzem, ou potencialmente podem produzir, resultados inesperados ou indesejados que afetem a saúde de pacientes, trabalhadores ou usuários de serviços de saúde (CP RE 109 10/12/2003).

De acordo com a CP RE 109 10/12/2003, a contagem total de fungos e de bactérias para os ambientes classificados como de nível 2, devem ser iguais a 200 ufc/cm³. Avaliando as concentrações totais de fungos e bactérias, encontradas nas amostras coletadas, têm-se resultados superiores ao recomendado pela Consulta Pública. Embora os valores encontrados nos pontos PA3 e PA4 estejam no limite dos recomendados, deve considerar-se que as análises nesses pontos foram apenas de fungos. Se tivesse sido realizado nesses mesmos pontos, a pesquisa de bactérias apresentaria valores consideráveis, como se pode constatar no ponto PA2, recepção e espera do ambulatório, cujo valor foi de 3.392,2 ufc/cm³, valor 1596,1% superior ao máximo recomendado.

Quanto à avaliação das partículas totais em suspensão, menores do que 10 µm, os valores encontrados nos pontos PA2, PA4 e PA5 apresentaram concentração de 119,0±7,3, 93,5±2,5 e 114,0±9,1, respectivamente, uma concentração de partículas inaláveis superior ao valor máximo aceitável pela Consulta Pública nº 109 da ANVISA, que é de 80 µmg/cm³. No entanto, no ponto PA3, o total de partículas em suspensão foi de 50,3 µmg/cm³. Este resultado está relacionado ao fato de o local onde se realizou a coleta ser uma área relativamente mais ventilada, o que possibilita uma maior dispersão dessas partículas no ar.

No que se refere aos exames físico-químicos do ar, observa-se que a temperatura e a umidade relativa do ar alcançaram valores acima dos recomendados pela Consulta Pública. Os resultados de concentração de CO₂ (dióxido de carbono) nos pontos internos amostrados estão dentro dos parâmetros apresentados na orientação técnica da ANVISA, Resolução RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003, que é inferior ou igual a 1000 ppm, como indicador de poluição externa.

Considerando as condições microclimáticas existentes no edifício em termos de temperatura e umidade relativa do ar, velocidades e direções do vento, percebe-se que são condições que propiciam o desenvolvimento dos microrganismos no ambiente.

9 CONCLUSÕES

A decisão por padrões arquitetônicos construtivos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde pressupõe o atendimento às especificidades, em termos qualitativos ambientais, o que, apesar de sabido por muitos, na realidade, predominantemente pouca atenção é dada ao que se refere às condições microclimáticas ambientais (interna e externa), às vezes decorrentes de determinadas atividades geradoras de alterações significativas nas características físico-químicas do ar. Da análise dos resultados obtidos do presente estudo, pode concluir-se que:

- Embora do ponto de vista das soluções arquitetônicas, os registros das variáveis termoambientais de inverno e verão, para a cidade de João Pessoa, permitam alternativas de projeto que contemplem o condicionamento natural do edifício, aí, incluído o hospitalar, lamentavelmente depara-se com exemplos de arquitetura incompatíveis com a realidade climática local.
- Embora boa parte dos estudos relativos à contaminação hospitalar não leve em consideração a aeração necessária à manutenção da qualidade respiratória do ar, neste trabalho, os altos níveis encontrados podem ser atribuídos, mais do que à temperatura e à umidade existentes nos locais medidos, à má ventilação, o que demonstra ser necessária a consideração das velocidades assumidas pelo ar interior; fator este, de suma importância à disseminação de particulados aéreos e microrganismos aerotransportados, devendo-se isto aos altos níveis de *Aspergillus ssp* encontrados nos pontos PA3 e PA5, advindos do exterior, da obra de ampliação do hospital, durante a pesquisa.
- Considerando que os gêneros de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulase. negativo*, *Micrococcus spp*, *Acinetobacter baumannii*, *Serratia spp*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus spp*, encontrados nas amostras

da superfície do piso e do ar, embora sejam microrganismos aeróbios e facultativos componentes da microbiota do ambiente, da natureza, pode agir como patogênicos em indivíduos debilitados. A contaminação microbiana na superfície do piso e no ar, constatada nos ambientes de recepção e espera do ambulatório e na circulação à internação, demonstra as más condições microclimáticas internas que podem ser atribuídas à arquitetura do edifício estudado. Isto porque o mesmo não foi dotado de quaisquer sistemas de ventilação natural, quando do projeto de sua concepção arquitetônica, implicando condições termoambientais não aceitáveis à finalidade a que se propôs. Assim sendo, os diferentes níveis de contaminantes biológicos, detectados nos diversos pontos amostrados, podem ser associados, em parte, à má aeração da edificação.

- Os elevados níveis de temperatura e umidade, medidos na edificação, uma vez associadas a níveis de velocidades do ar insuficientes para promover a taxa desejável de renovação do ar, justificam os altos níveis detectados de fungos e bactérias no interior do edifício.
- As concentrações medidas no ponto PA5 demonstram a importância do caudal formado em série, constituído pela circulação central e acesso à recepção/espera do ambulatório, que se dissemina ao longo dos seus percursos, depositando particulados aéreos, em função do seu peso e velocidade do ar. A concentração na abertura de saída do referido caudal, referente ao ponto PA5, considerando que Mills (2003) afirmou que, fungos e bactérias podem ser aerotransportados, por centenas de pés da fonte, através de corrente de ar natural, há de se preocupar com uma viável contaminação do entorno cujo espaço hospital/residências, está bem aquém da distância acima referida.
- Considerando que as condições de ventilação externa interferem decisivamente nos processos de contaminação exterior/interior, no que diz respeito aos índices de CO₂ verificados in loco, estes demonstram que a área onde se localiza o hospital estudado pode ser considerada "pura", dado que os níveis medidos internamente atingem valores aceitáveis, ainda que a concentração de pessoas no ambiente medido seja

significativa. Não obstante, há de se considerar que as medições microbiológicas e físico-químicas do ar, efetuadas nos ambientes de recepção/espera, PA2, circulação/espera do laboratório 1, PA4 e espera do DORT, PA5, o número de usuários apresentava-se inferior ao habitual (em média 500 pacientes/dia) contra 333 pacientes atendidos naquele dia, em função da greve dos médicos infectologistas do Estado da Paraíba.

Frente ao exposto, é notória a relevância da ventilação natural na concepção de projeto de arquitetura. Mais do que nunca, arquitetos, engenheiros, administradores hospitalares e construtores, precisam entender como os projetos de construção e reforma das instituições de saúde, em particular, devem assumir compromissos com a qualidade do ar interior e exterior.

Entende-se que outras pesquisas multidisciplinares acerca do tema devam ser desenvolvidas, no sentido de se buscar respostas para alguns questionamentos, a exemplo do estabelecimento de limites de exposição para os usuários, assim como o desenvolvimento de novos métodos de avaliação de contaminantes e poluentes mais acessíveis, que possibilitem às instituições de saúde a incorporação de práticas de monitoramento do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações**, NBR 7256. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 22p.

ANDRADE D& ANGERAMI ELS. Reflexões acerca das infecções hospitalares às portas do terceiro milênio. **Medicina**, Ribeirão Preto, 32: 492 – 497. out/dez.1999.

American Institute of Architects. 1996. 1996-1997 **Guidelines for design and Construction of Hospitals and Health Care Facilities**. The American institute of Architects Press, Washington D.C.

AQUINO NETO, F. R. & BRICKUS, L. S. R., 1999. Padrões referenciais para análise de resultados de qualidade físico-química do ar de interiores visando à saúde pública. **Revista Brasindoor**, 3:4-15.

AQUINO NETO, F. R. & GIODA A., 2003. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro 19(5):1389-1397.

ASHRAE. 1995. Health care facilities. In 1995 ASHRAE Handbook, Heating, **Ventilating and Air-conditioning Applications**, pp. 7.11-13, Atlanta, GA

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de controle de infecção hospitalar**. Brasília, 1987.

_____ Leis. Decretos. Etc. **Portaria** nº 930 de 27 de agosto de 1992. Dispõe sobre normas para o controle das infecções hospitalares. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 4 de setembro de 1992.

_____ Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Manual de orientação para planejamento, programação e projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.** Brasília, 1996.

_____ Ministério da Saúde. **Portaria** nº 2616 de 12 de maio de 1998. Dispõe a obrigatoriedade da manutenção pelos hospitais, de programa de controle de infecções hospitalares. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 1998.

_____ Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. **Resolução** – RDC 50, de 21/02/2002, Brasília, DF, 20 de março de 2002.

_____ Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução** RE 9 de 16/01/2003. Padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Brasília, DF, 2003a.

_____ Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº 109, de 11 de dezembro de 2003. Indicadores de Qualidade do Ar Ambiental Interior em Serviços de Saúde. **Diário Oficial da União** de 12/12/2003. Brasília, DF, 2003b.

BUSTOS ROMERO, Marta Adriana, **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo, ProEditores, 2001.

CAASI. MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO. **Riscos à saúde e doenças relacionadas às edificações.** Disponível em: www.caasi.com.br/rsaudehtm Acesso em 25/05/2005

CARVALHO, Homero J. M. **Parâmetros climatológicos para o estudo do balanço termoenergético de edificações da cidade de João Pessoa – PB.** Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFRN, Natal, RN, 2001.

CDC - Center for Disease Control. Guidelines for prevention of surgical wound infections. 1985. **Infect. Control Hosp. Epidemiol.** v.7 p.193-200.

CDC - Center for Disease Control. **Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health care facilities.** 1994a Fed. Reg. 59(208): 54242-54303.

CDC - Center for Disease Control. Guidelines for prevention of nosocomial pneumonia. 1994b Am.**J. Infect. Control** 22:247-292

COLLET, C. & STERLING, E. Estratégia de investigação para o diagnóstico e resolução dos problemas causados pela qualidade de ar em escritórios. **Rev. bras. Saúde ocup.**,18(70):59-61,1990.

CORNETT, M. et al.. Efficacy of prevention by high-efficiency particulate air filtration or laminar airflow against Aspergillus airborne contamination during hospital renovation. **J. Infec. Control Hosp. Epidemiol**, n.20, p. 508- 513, 1999

COSTA, J., M., S.; ARAÚJO, V. M. D.. Qualidade do ar e conforto térmico: Um estudo avaliativo em espaços de estacionamento em Natal/Rn. In NUCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: NUTAU,2004.

EMMERSON, A. M. The Impact of surveyson Hospital Infection **Journal of Hospital infection**, n.30, p. 421-440, 1995

FELDMAN. K. **Sampling for airborne contaminants.** Biocycle, v.36, n.8 p. 84-86, 1995. In: GAVA, Márcio Adriani. **Desempenho de diferentes meios de cultura utilizando na avaliação de fungos presentes em ambientes de produção de alimentos.** Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2002.

FERNANDES, Antonio Tadeu. **O homem rumo ao mundo moderno: a revolução cultural, industrial e sanitária.** In: FERNANDES, A. T.;

FERNANDES, M. A. V.; RIBEIRO, N. F. Infecção Hospitalar e suas Interfaces na Área da Saúde. São Paulo: Atheneu, 2000. p.75 – 90

FISK, W. & ROSENFELD A. "Estimates of Improved Productivity and Health from Better Indoor Environments." **Indoor Air** 7(3): 158-172, 1997.

FREIRE, Márcia Rebouças, **A qualidade dos ambientes em estabelecimentos assistenciais de Saúde**. In Temas de Arquitetura de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde/ Antonio Pedro Alves de Carvalho, organizador; Terezinha Araújo, Maria Tereza Oliveira...[et al..].-Salvador: Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Arquitetura, 2002.

FOUCALT, Michel. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1979.

GUTIERREZ, W. (Coord.). **Tema 4: O edifício e as condições de controle de infecções hospitalares**. In JORNADA MULTIHOSPITALAR, 1., 1996, Londrina. Londrina, 1996.

HEALTHY BUILDINGS. 2000.**Workshop 22: IAQ in Hospitals** . Indoor air quality in hospitals and other health care facilities. www.hb2000.org/worksho22.htm1#part1. Acesso em: 22/02/2005

KARMAN, JARBAS B.. **Iniciação à arquitetura hospitalar**. São Paulo: União Social Camiliana, [19—].

KARMAN, J., FIORENTINI, D. M., LIMA, V., H., K. **A arquitetura na prevenção de infecção hospitalar**, Brasília, Ministério da Saúde, 1995. 76 p.

KARMAN, J., FIORENTINI, D. M., K. M. NOGUEIRA, J., K. MORAIS, R., **Manutenção Hospitalar Preditiva**, São Paulo: PINI, 1994, 211p.

KULCSAR NETO, F. & SIQUEIRA, L. F. G., 1998. Padrões referenciais para análise de resultados de qualidade microbiológica do ar em interiores visando à saúde pública. **Revista Brasindoor**, vol. 2 nº10 p.4-20.

LACERDA, R.A.; FERNANDES, A.T. ;PENICHE . A.C.G.; SILVA.; GARCIA, C. P.; SILVA, C. V., et al.. **Controle de Infecção em Centro Cirúrgico: fatos, mitos e controvérsias**. São Paulo; Atheneu, 2003.

MILLER, J. D. **Fungi and the building engineer. IAQ'92 Environments for People; ASHRAE/ACGIH/AIHA: Washington D. C., USA, pp.147-58,1992.** In KULCSAR NETO, F. & SIQUEIRA, L. F. G., 1998. Padrões referenciais para análise de resultados de qualidade microbiológica do ar em interiores visando à saúde pública. **Revista Brasindoor**, vol. 2 nº10 p.4-20.

MILLS, Frank. Indoor Air Quality Standards in hospitals. Business Briefing: Hospital Engineering & Facilities Management. **Technology Issues Infection Control** 2003; 69-72

MIQUELIN, Lauro Carlos. **Anatomia dos edifícios hospitalares**. São Paulo: Cedas, 1992.

MOREY, P. R & B.A. Jenkins. **What are typical Concentrations of fungi, total volatile organic compounds, and nitrogen dioxide in a office environment? Proceeding of the ASHRAE/SOEH conference IAQ'89: The human Equation:Health and confort, pp.67-71, 1989.** In KULCSAR NETO, F. & SIQUEIRA, L. F. G., 1998. Padrões referenciais para análise de resultados de qualidade microbiológica do ar em interiores visando à saúde pública. **Revista Brasindoor**, vol. 2 nº10 p.4-20.

MUNHÓZ, M.M. & SOARES, F. **Arquitetura Hospitalar**. In: FERNANDES, A. T.; FERNANDES, M. A. V.; RIBEIRO, N. F. Infecção Hospitalar e suas Interfaces na Área da Saúde. São Paulo: Atheneu, 2000. p.1278- 1286.

PANNUTI, Cláudio Sérgio. **A importância do meio ambiente hospitalar**. In RODRIGUES, Edwal Aparecido Campos et al.. Infecções Hospitalares: Prevenção e Controle. São Paulo: ed. Salvier, 1997. p.449-453.

PASQUARELLA, C., et al.The Index of microbial air contamination **Journal of Hospital infection**, n.46, p. 241-256, 2000

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E.C.S. **Microbiologia**. São Paulo: Macgraw-Hill, 1981. 1072p.

RIQUIER, S., "Avant-propos" in Tenon, J., **Mémoires sur lês hôpitaux de Paris**, Doin/Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, 1998.

SANTOS, P. U. et al. Síndrome dos edifícios doentes em bancários **Rev. Saúde Pública** vol.26 nº.6 São Paulo Dec. 1992

Schaal, K.P. 1991. Medical and microbiological problems arising from airborne infection in hospitals. **J.Hosp.Infect.**18(A): 451-459.

SEPPANEN, O.A., W.J. FISK, and M.J. MENDELL. 1999. "Association of Ventilation Rates and CO2 Concentrations with Health and Other Human Responses in Commercial and Institutional Buildings." **Indoor Air** 9: 226-252.

SILVA, A. M. C. at al. **Precauções e isolamento**. In: FERNANDES, A. T.; FERNANDES, M. A. V.; RIBEIRO, N. F. Infecção Hospitalar e suas Interfaces na Área da Saúde. São Paulo: Atheneu, 2000. p.1008- 1019

SILVA, Francisco de A. Gonçalves da. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído – uma aplicação no Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Faculdade de arquitetura e Urbanismo – USP, São Paulo, SP, 1999. 236p.

SILVA, Kleber Pinto. **A idéia de função para arquitetura: o hospital e o século XVIII**. Fevereiro. 2001. Disponível em:www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/expo52.asp Acesso em 14/04/2005

SIQUEIRA, L. F. G. **Síndrome do edifício doente, o.meio ambiente e a infecção hospitalar**. In: FERNANDES, A. T.; FERNANDES, M. A. V.; RIBEIRO, N. F. Infecção Hospitalar e suas Interfaces na Área da Saúde. São Paulo: Atheneu, 2000. p.1307- 1322.

TOLEDO, L., C., M., **Do hospital terapêutico ao hospital tecnológico – encontros e desencontros na arquitetura hospitalar.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. FAU/UFRJ, 2002.

TOLEDO, L., C., M., **Do hospital terapêutico ao hospital tecnológico – encontros e desencontros na arquitetura hospitalar.** In Santos, M., & BURSZTYN, I., *Saúde e arquitetura: caminhos para humanização dos ambientes hospitalares*, Rio de Janeiro: Editora Senac Rio, 2004.

WHYTE, W.; LIDWELL, O. M.; LOWBURY, E. J.; BLOWERS, R. Suggested bacteriological standards for air in ultraclean operating rooms. **J. Hosp. Infect.**, v.4 n.2, p.133-139. 1983.

WHO (World Health Organization), 1982. **Indoor Air Pollutants:** Exposure and Health Effects. Report WHO Meeting, Nordlingen: WHO.

WHO (World Health Organization), 1984. **Indoor Air Quality Research.** Stockholm: WHO.

WHO (World Health Organization), **Indoor air quality:** biological contaminants: Rautavaara: WHO Regional Publications, 1988. 67p. (European Series, 31)

WHO (World Health Organization), 1990 **“Indoor air quality: biological contaminants”**, report on WHO meeting. Rautavaara: WHO.

WHO (World Health Organization). **Indoor air quality:** biological contaminants. Rautavaara, 1998.

WHO (World Health Organization), 2000. **The Right to Health Indoor Air.** Bilthoven: WHO.

WHO (World Health Organization), 2000. **The Right to Health Indoor Air.** Bilthoven: WHO

Whyte W, Hambraeus A, Laurell G, Hoborn J. The relative importance of the routes and sources of wound contamination during general surgery. II. Airborne. **J Hosp Infect** 1992; 22: 41-54.

ANEXOS

Anexo A
Planilhas de dados - medições termoambientais

A1: Planilha de dados medições termoambientais - inverno

Data	Hora	P1 Externa			P2 Ambulatório			P3 Internação		
		temperatura (°C)	umidade relativa (%)	velocidade (m/s)	temperatura (°C)	umidade relativa (%)	velocidade (m/s)	temperatura (°C)	umidade relativa (%)	velocidade (m/s)
08-jul-04	08:00	30,0	93	0,00	29,7	86	0,30	26,8	80	0,00
08-jul-04	14:00	32,0	68	1,67	30,5	80	0,20	28,3	75	0,10
08-jul-04	20:00	28,0	97	0,00	26,8	84	0,00	26,1	84	0,30
09-jul-04	08:00	30,0	93	0,00	28,0	79	0,10	26,5	79	0,10
09-jul-04	14:00	32,0	68	1,67	29,0	64	0,30	29,6	65	0,10
09-jul-04	20:00	28,0	97	0,00	26,2	84	0,00	25,9	84	0,40
10-jul-04	08:00	30,5	95	1,67	26,1	85	0,40	26,5	80	0,10
10-jul-04	14:00	32,0	66	3,33	29,4	72	0,30	29,0	71	0,60
10-jul-04	20:00	28,5	94	1,67	27,4	81	0,00	27,2	78	0,20
11-jul-04	08:00	31,0	70	3,33	26,6	65	0,40	27,0	65	0,30
11-jul-04	14:00	32,0	52	5,00	29,1	58	0,40	30,2	58	0,80
11-jul-04	20:00	27,5	80	1,67	26,5	71	0,40	25,9	72	0,10
12-jul-04	08:00	30,0	90	0,00	28,8	71	0,10	26,8	72	0,10
12-jul-04	14:00	32,0	63	1,67	28,0	61	0,10	29,1	61	0,10
12-jul-04	20:00	29,0	95	1,67	26,5	78	0,30	26,5	77	0,30
13-jul-04	08:00	27,0	100	1,67	25,0	86	0,10	25,1	84	0,10
13-jul-04	14:00	27,5	98	3,33	27,1	90	0,50	25,8	90	0,10
13-jul-04	20:00	27,0	100	0,00	24,8	92	0,20	24,7	90	0,30
14-jul-04	08:00	29,0	100	1,67	26,0	75	0,20	26,8	75	0,10
14-jul-04	14:00	30,0	77	3,33	27,0	70	0,10	27,7	70	0,10
14-jul-04	20:00	27,5	100	0,00	26,6	87	0,10	25,8	83	0,00
15-jul-04	08:00	26,5	100	0,00	24,0	89	0,10	24,9	88	0,10
15-jul-04	14:00	28,0	100	3,33	27,9	85	0,20	25,0	83	0,20
15-jul-04	20:00	26,5	100	0,00	24,2	94	0,00	24,1	95	0,20
16-jul-04	08:00	30,0	87	3,33	27,0	77	0,20	27,7	78	0,40
16-jul-04	14:00	31,0	76	3,33	28,0	71	0,30	28,9	70	0,20
16-jul-04	20:00	28,0	95	1,67	27,6	85	0,10	25,7	83	0,30
17-jul-04	08:00	27,0	100	0,00	24,0	84	0,20	24,8	81	0,10
17-jul-04	14:00	31,0	68	0,00	28,4	73	0,4	28,7	71	0,30
17-jul-04	20:00	27,5	100	0,00	26,0	80	0,00	25,8	78	0,30
18-jul-04	08:00	29,0	100	1,67	26,2	84	0,40	26,1	82	0,40
18-jul-04	14:00	32,0	69	1,67	28,1	73	0,30	28,2	72	0,60
18-jul-04	20:00	27,0	100	1,67	25,9	81	0,00	25,7	80	0,10
19-jul-04	08:00	29,0	90	0,00	28,6	78	0,30	25,5	76	0,50
19-jul-04	14:00	31,5	65	0,00	30,6	62	0,50	28,3	60	0,90
19-jul-04	20:00	27,5	93	0,00	25,8	76	0,30	25,9	72	0,30
20-jul-04	08:00	29,0	95	0,00	28,6	66	0,20	25,2	68	0,30
20-jul-04	14:00	32,0	64	0,00	30,4	61	0,30	28,9	67	0,20
20-jul-04	20:00	28,0	100	0,00	26,1	79	0,30	26,7	76	0,20
21-jul-04	08:00	28,5	97	3,33	28,8	73	0,30	26,6	77	0,20
21-jul-04	14:00	31,0	72	1,67	31,4	66	0,20	28,5	67	0,20
21-jul-04	20:00	29,0	86	0,00	26,1	76	0,20	26,2	74	0,20
22-jul-04	08:00	30,0	70	1,67	26,1	75	0,40	26,4	73	0,30
22-jul-04	14:00	31,0	75	1,67	30,2	70	0,50	28,8	69	0,10
22-jul-04	20:00	27,5	93	0,00	26,3	76	0,40	26,1	76	0,40
23-jul-04	08:00	30,5	70	0,00	30,3	64	0,10	27,0	64	0,30
23-jul-04	14:00	31,0	70	1,67	29,9	59	0,30	27,9	62	0,20
23-jul-04	20:00	28,5	87	0,00	26,4	72	0,40	26,6	70	0,60
24-jul-04	08:00	27,2	85	3,33	26,9	71	0,30			
24-jul-04	14:00	32,0	64	0,00	28,6	62	0,30	30,3	58	0,30
24-jul-04	20:00	28,0	100	0,00	26,5	75	0,30	26,7	73	0,40
25-jul-04	08:00	26,0	100	1,67	24,3	88	0,60	24,3	85	0,40
25-jul-04	14:00	27,0	100	1,67	24,0	98	0,30	23,8	97	0,40
25-jul-04	20:00	25,0	100	1,67	24,0	98	0,30	23,0	97	0,40
26-jul-04	08:00	25,0	100	3,33	24,2	94	0,10	23,8	95	0,10
26-jul-04	14:00	27,0	100	3,33	25,2	90	0,30	25,0	90	0,30
26-jul-04	20:00	25,0	100	1,67	23,2	90	0,00	23,3	89	0,60
27-jul-04	08:00	25,5	100	0,00	27,6	79	0,10	23,3	80	0,10
27-jul-04	14:00	27,0	90	0,00	25,7	82	0,20	24,5	83	0,10
27-jul-04	20:00	25,0	95	0,00	23,6	82	0,00	23,7	81	0,20
28-jul-04	08:00	26,0	90	0,00	25,0	78	0,10	23,2	79	0,10
28-jul-04	14:00	28,5	83	0,00	29,8	75	0,10	27,2	72	0,10
28-jul-04	20:00	26,0	100	0,00	25,6	79	0,20	26,0	82	0,00
29-jul-04	08:00	26,0	100	0,00	26,3	84	0,10	24,3	85	0,10
29-jul-04	14:00	31,0	70	1,67	30,0	66	0,10	28,1	69	0,20
29-jul-04	20:00	28,0	100	0,00	27,5	74	0,00	26,7	76	0,00
30-jul-04	08:00	27,0	100	1,67	26,4	82	0,10	23,8	82	0,10
30-jul-04	14:00	30,0	78	3,33	29,3	69	0,10	30,5	72	0,30
30-jul-04	20:00	28,0	100	1,67	26,3	82	0,10	26,6	78	0,30
31-jul-04	08:00	28,5	100	0,00	26,3	83	0,10	27,6	87	0,20
31-jul-04	14:00	30,0	93	3,33	26,4	82	0,30	26,5	82	0,50
31-jul-04	20:00	28,0	100	0,00	25,5	85	0,20	25,8	82	0,10
1-ago-04	08:00	30,0	85	1,67	26,5	83	0,00	26,1	82	0,60
1-ago-04	14:00	30,0	75	3,33	28,1	73	0,20	29,0	71	0,60
1-ago-04	20:00	28,0	75	1,67	26,2	80	0,00	25,2	79	0,20
2-ago-04	08:00	29,0	85	1,67	28,2	79	0,30	26,3	76	0,10
2-ago-04	14:00	30,0	78	3,33	28,6	69	0,30	29,1	69	0,40
2-ago-04	20:00	27,5	100	0,00	26,0	80	0,20	26,2	80	0,10
3-ago-04	08:00	28,0	100	3,33	28,9	76	0,20	26,3	73	0,40
3-ago-04	14:00	31,0	70	3,33	29,8	65	0,40	28,5	64	0,20
3-ago-04	20:00	27,0	100	1,67	25,9	78	0,30	26,1	77	0,20

A2: Planilha de dados medições termoambientais - verão

Data	Hora	P1 Externa			P2 Ambulatório			P3 Internação		
		temperatura (°C)	umidade relativa (%)	velocidade (m/s)	temperatura (°C)	umidade relativa (%)	velocidade (m/s)	temperatura (°C)	umidade relativa (%)	velocidade (m/s)
21-dez-04	08:00	28,8	62	0,80	28,8	63	0,00	28,5	61	0,80
21-dez-04	14:00	28,8	61	1,10	31,1	54	0,00	30,0	58	1,10
21-dez-04	20:00	25,3	69	1,10	29,6	58	0,00	29,2	59	0,00
22-dez-04	08:00	31,1	56	2,40	28,4	64	0,00	28,3	62	1,50
22-dez-04	14:00	34,4	44	1,10	31,9	51	0,00	30,3	57	2,60
22-dez-04	20:00	25,6	69	0,00	30,0	58	0,00	29,6	59	0,40
23-dez-04	08:00	31,8	55	5,20	28,8	62	0,00	28,4	62	1,10
23-dez-04	14:00	34,4	46	0,50	31,6	52	0,00	30,6	56	0,60
23-dez-04	20:00	25,6	69	3,20	29,9	58	0,00	29,5	59	1,40
24-dez-04	08:00	30,6	62	1,30	28,0	68	0,00	28,0	66	0,00
24-dez-04	14:00	32,9	53	2,20	31,1	57	0,00	30,1	60	0,00
24-dez-04	20:00	26,0	73	1,70	29,5	64	0,00	29,4	63	0,00
25-dez-04	08:00	28,9	68	2,90	28,0	71	0,00	28,0	69	0,20
25-dez-04	14:00	30,8	58	5,00	30,0	61	0,00	29,2	63	0,40
25-dez-04	20:00	25,4	75	1,40	28,4	67	0,00	28,8	64	0,00
26-dez-04	08:00	31,3	56	4,70	27,8	64	0,00	27,8	64	0,00
26-dez-04	14:00	32,2	50	4,30	30,4	54	0,00	29,6	58	0,00
26-dez-04	20:00	24,9	69	1,40	28,8	59	0,00	29,0	59	0,00
27-dez-04	08:00	30,5	56	3,50	26,9	65	0,00	27,8	61	0,00
27-dez-04	14:00	31,4	50	5,10	30,5	53	0,00	29,9	56	0,00
27-dez-04	20:00				29,3	57	0,00	29,0	58	0,00
28-dez-04	08:00				28,9	63	0,00	28,4	63	0,00
28-dez-04	14:00	31,6	55	4,00	30,8	59	0,00	29,3	62	0,00
28-dez-04	20:00	25,9	72	1,20	29,3	63	0,00	28,8	63	0,70
29-dez-04	08:00	32,0	59	2,60	28,8	66	0,00	28,1	66	0,00
29-dez-04	14:00	34,8	47	4,50	32,0	54	0,00	30,4	58	0,00
29-dez-04	20:00	26,3	74	5,30	30,2	64	0,00	29,7	63	0,00
30-dez-04	08:00	32,8	56	3,10	29,1	64	0,00	28,7	64	0,00
30-dez-04	14:00	33,6	50	2,80	32,0	53	0,00	30,2	58	0,80
30-dez-04	20:00	25,1	70	0,70	30,1	57	0,00	29,4	59	0,00
31-dez-04	08:00	31,8	55	1,70	28,4	61	0,00	28,2	61	0,00
31-dez-04	14:00	34,5	44	3,60	31,7	51	0,00	30,2	56	2,30
31-dez-04	20:00	24,9	70	1,40	30,4	56	0,00	29,7	58	0,20
1-jan-05	08:00	32,6	49	3,70	28,4	58	0,00	28,3	59	0,00
1-jan-05	14:00	33,5	48	2,50	31,9	54	0,00	30,6	58	0,00
1-jan-05	20:00	25,1	69	1,20	30,2	56	0,00	29,9	57	0,60
2-jan-05	08:00	30,4	61	4,40	28,1	66	0,00	28,4	63	0,00
2-jan-05	14:00	33,3	52	4,30	31,2	57	0,00	30,3	60	0,20
2-jan-05	20:00	25,6	72	0,40	29,7	61	0,00	29,6	61	0,30
3-jan-05	08:00	32,1	54	2,30	28,8	63	0,00	28,8	62	0,00
3-jan-05	14:00	31,1	53	0,60	31,2	55	0,00	30,7	57	0,00
3-jan-05	20:00	25,6	73	0,80	29,6	62	0,00	29,6	61	0,00
4-jan-05	08:00	32,6	55	2,50	28,7	63	0,00	28,5	63	0,90
4-jan-05	14:00	32,2	55	7,30	31,3	55	0,00	30,6	58	1,80
4-jan-05	20:00	26,4	70	3,20	29,8	61	0,00	29,6	61	0,00
5-jan-05	08:00	31,6	56	1,90	28,3	62	0,00	28,3	62	0,00
5-jan-05	14:00	33,2	47	1,50	31,4	51	0,00	29,9	57	1,50
5-jan-05	20:00	25,1	70	1,00	29,7	58	0,00	29,2	59	0,00
6-jan-05	08:00	31,8	52	0,40	28,0	61	0,00	27,9	61	0,00
6-jan-05	14:00	32,2	48	6,20	31,1	53	0,00	29,9	56	2,10
6-jan-05	20:00	25,5	69	2,30	29,7	58	0,00	29,2	59	0,00
7-jan-05	08:00	30,6	54	2,40	28,2	60	0,00	28,0	60	0,10
7-jan-05	14:00				31,8	53	0,00	31,0	56	0,00
7-jan-05	20:00	25,3	78	2,00	29,9	64	0,00	29,5	64	0,00
8-jan-05	08:00	31,0	61	1,40	28,3	68	0,00	28,2	67	1,10
8-jan-05	14:00	33,9	51	2,60	32,0	55	0,00	30,8	59	0,90
8-jan-05	20:00	24,0	81	1,80	29,1	68	0,00	29,2	65	0,00
9-jan-05	08:00	30,2	68	0,30	27,8	73	0,00	27,9	71	0,00
9-jan-05	14:00	33,3	55	3,40	31,2	61	0,00	29,9	65	0,00
9-jan-05	20:00	25,8	77	0,00	29,9	64	0,00	29,6	65	0,00
10-jan-05	08:00	30,6	60	1,10	28,3	66	0,00	28,4	66	1,50
10-jan-05	14:00	30,9	57	3,10	30,8	59	0,00	30,0	61	0,00
10-jan-05	20:00	25,4	75	0,50	29,4	64	0,00	29,3	64	0,00
11-jan-05	08:00	32,5	55	2,10	29,0	64	0,00	28,4	64	0,40
11-jan-05	14:00	31,9	56	3,60	31,8	57	0,00	30,3	61	0,00
11-jan-05	20:00	25,8	71	0,40	30,3	60	0,00	29,7	61	0,00
12-jan-05	08:00	30,9	59	0,60	28,7	65	0,00	28,4	65	2,60
12-jan-05	14:00	34,8	48	2,10	32,3	56	0,00	30,4	60	0,40
12-jan-05	20:00	26,1	73	2,10	31,0	60	0,00	30,2	61	0,00
13-jan-05	08:00	33,3	58	4,60	29,5	66	0,00	29,1	66	0,30
13-jan-05	14:00	32,9	56	3,60	32,3	58	0,00	30,4	61	1,20
13-jan-05	20:00	26,8	76	2,00	31,0	63	0,00	30,0	65	0,60
14-jan-05	08:00	28,9	69	0,40	28,9	69	0,00	28,8	67	0,00
14-jan-05	14:00	29,8	65	2,80	31,0	62	0,00	30,0	64	0,30
14-jan-05	20:00	25,9	76	1,20	29,5	65	0,00	29,5	65	0,00
15-jan-05	08:00	30,9	63	4,90	28,9	68	0,00	28,5	68	0,80
15-jan-05	14:00	33,8	52	4,80	31,4	57	0,00	30,3	61	0,40
15-jan-05	20:00	26,2	72	4,30	30,0	61	0,00	29,8	62	0,00
16-jan-05	08:00	31,4	57	2,00	28,7	61	0,00	28,6	62	0,00
16-jan-05	14:00	33,6	50	2,90	31,8	54	0,00	30,6	59	0,70
16-jan-05	20:00	26,1	72	1,10	30,1	61	0,00	30,0	61	0,20
17-jan-05	08:00	32,8	54	4,60	29,1	64	0,00	28,8	62	0,00
17-jan-05	14:00	33,9	50	3,10	32,2	56	0,00	30,5	59	0,00
17-jan-05	20:00	26,5	72	2,00	30,2	61	0,00	29,9	61	0,00

Anexo B
Registros fotográficos



B1: Estação Meteorológica



B2: Termohigrômetro



B3: Localização estação meteorológica P1



B4: Equipamentos para amostragem do ar





B5 : Amostragem do ar – recepção/espera do ambulatório (Ponto PA2)



B6: Amostragem do ar – circulação acesso à internação (Ponto PA3)



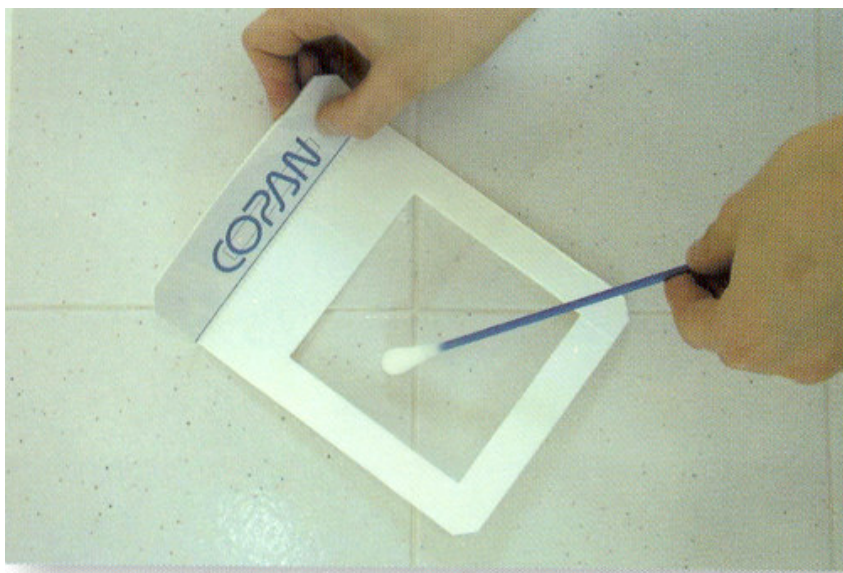
B7: Amostragem do ar – circulação laboratório 1 (Ponto PA4)



B8: Amostragem do ar – espera DORT (Ponto PA5)



B9: Coleta do material da superfície do piso – circulação internação



B10: Coleta do material da superfície do piso através da técnica "Square Sampling"

Fonte: COPAN Diagnostic Inc.



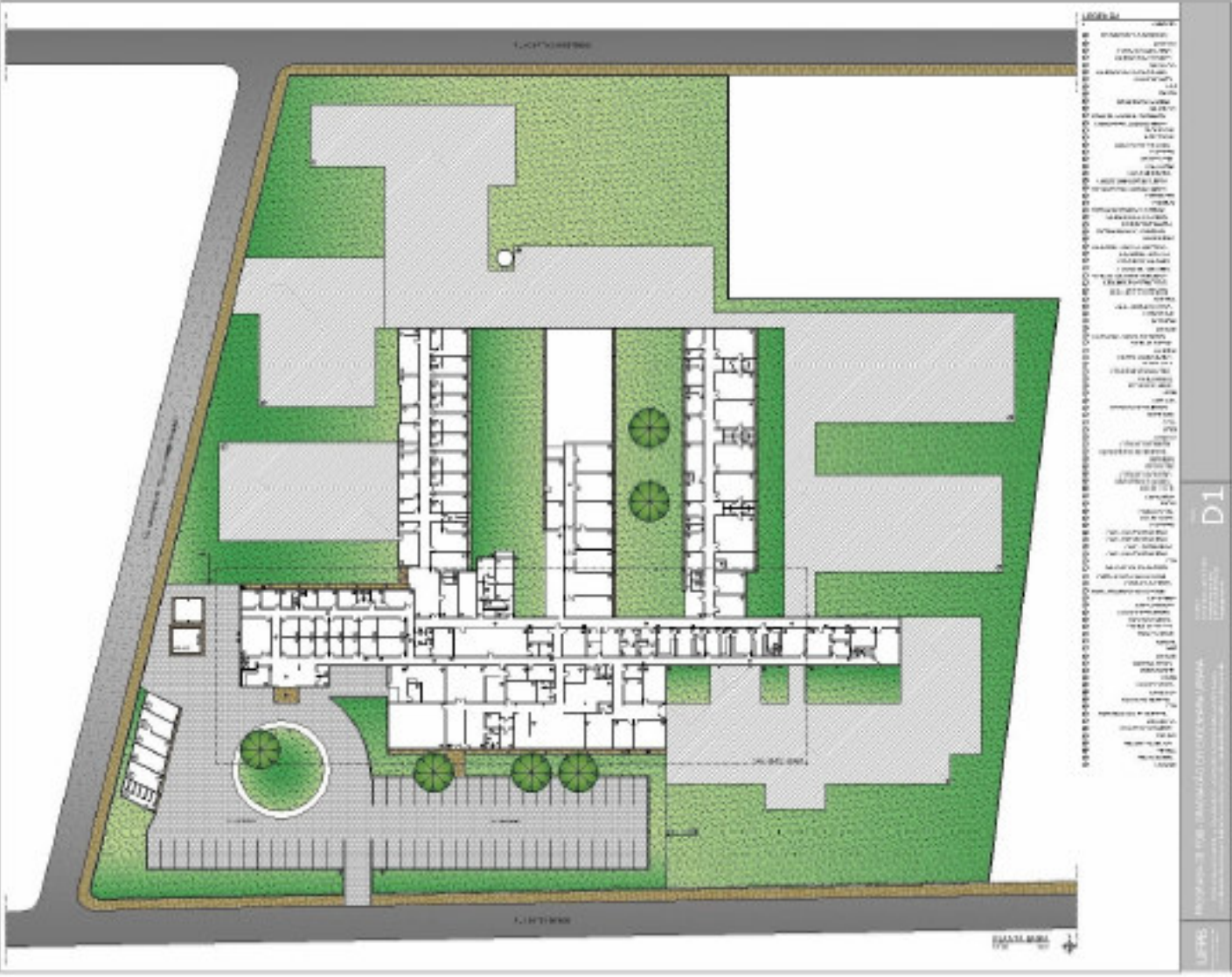
B11: Fachada Sul do edifício – entrada para o ambulatório



B12: Circulação /espera pacientes ambulatório

Anexo C
Relatórios das análises microbiológicas do ar

Anexo D
Desenhos





Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)