

ISMAEL FERREIRA BARROS  
OSCAR SHIGUEO UMEMURA  
ROBERTO TOKUO TIDO

**ESTUDOS SOBRE A QUALIDADE DO AR DE AMBIENTES  
INTERNAL EM EDIFÍCIOS CLIMATIZADOS EM SÃO PAULO**

São Paulo  
2010

**EPMI  
TRM/HO-2010  
B278e**

ISMAEL FERREIRA BARROS  
OSCAR SHIGUEO UMEMURA  
ROBERTO TOKUO TIDO

**ESTUDOS SOBRE A QUALIDADE DO AR DE AMBIENTES  
INTERNAL EM EDIFÍCIOS CLIMATIZADOS EM SÃO PAULO**

Monografia apresentada a Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Especialista em Higiene  
Ocupacional

São Paulo  
2010

## **AGRADECIMENTOS**

À PETROBRAS, TRANSPETRO E ENVIRON pela oportunidade concedida.

Aos professores do PECE-USP por compartilhar os ensinamentos.

Aos nossos familiares pela compreensão.

## RESUMO

Qualidade do ar interno refere-se às características físicas, químicas e biológicas do ar de ambientes internos. O presente estudo sobre monitoramento da qualidade de ar interior discorre sobre as fontes, agentes químicos, remediação, manutenção, prevenção de uma boa qualidade de ar interno. O monitoramento foi realizado em um edifício situado na avenida Paulista, uma das mais movimentadas da cidade de São Paulo, baseado na RE nº 9 de 16 de janeiro de 2003 da ANVISA. Mudanças fundamentais no modo de vida e trabalho têm realizado impactos significantes em problemas de qualidade de ar interno, pois afetaram nas mudanças em construção e operação de edifícios. Edifícios modernos são providos completamente de ambientes artificiais, janelas seladas, sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado e acabamentos sintéticos. Recentemente os avanços da química introduziram vários produtos na manufatura de materiais de construção, acabamentos, pesticidas, produtos pessoais, agentes de limpeza, desodorizadores, móveis, manutenção e limpeza dos edifícios. A utilização de equipamentos como computadores, copiadoras, impressoras tornaram-se imprescindíveis em ambientes de trabalho. Neste contexto, agentes químicos, físicos e biológicos são liberados ou introduzidos para o ambiente interno, causando problemas de saúde ou desconforto a seus ocupantes. Após monitoramento, verificou-se que alguns pontos apresentaram resultados fora dos limites de controle em relação a temperatura, umidade e dióxido de carbono.

Palavras-chave: Qualidade do ar. Ambiente interno. Ar condicionado.

## ABSTRACT

Indoor air quality refers to physical, chemical and biological air indoors. The present study on monitoring the quality of indoor air discusses the sources, chemical, remediation, maintenance and prevention of a good quality indoor air. The monitoring was realized in a building located in Paulista avenue , one of the busiest avenue in the city of São Paulo, based on the RE nº 9, January 16, 2003 - ANVISA. Fundamental changes in the way of life and work have made significant impacts on issues of indoor air quality, affected due the changes in construction and operation of buildings. Modern buildings are supplied completely artificial environments, sealed windows, heating systems, ventilation and air conditioning and synthetic finishes. Recently, advances in chemistry have introduced several products in the manufacture of building materials, finishes, pesticides, personal products, cleaning agents, deodorizers, furniture, maintenance and cleaning building. The use of equipment such as computers, copiers, printers have become indispensable in the workplace. In this context, chemical, physical and biological agents are released or introduced to the indoor environment, causing health problems or discomfort to the occupants. After monitoring, there are some points that had results outside the control limits for temperature, humidity and carbon dioxide.

Keywords: Air quality. Indoor. Air-conditioning

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
2.1 QUALIDADE DO AR INTERNO – EFEITOS RELACIONADOS À SAÚDE .....	13
2.2 DOENÇAS RELACIONADAS AOS EDIFÍCIOS.....	13
2.2.1 <b>Infecções.....</b>	14
2.2.2 <b>Toxicoses.....</b>	14
2.2.3 <b>Síndrome do Edifício Doente (SED).....</b>	15
2.2.4 <b>Sintomas psicossomáticos .....</b>	15
2.2.5 <b>Múltipla sensibilidade química.....</b>	16
2.3 AMBIENTES EM EDIFÍCIOS.....	16
2.3.1 <b>Conforto térmico .....</b>	16
2.3.2 <b>Umidade Relativa.....</b>	17
2.3.3 <b>Odores.....</b>	17
2.3.4 <b>Ventilação .....</b>	18
2.3.5 <b>Sistema de ar condicionado .....</b>	18
2.3.6 <b>Relação interior/Exterior.....</b>	20
2.3.7 <b>Filtração .....</b>	21
2.3.8 <b>Contaminação de sistemas de ventilação e ar condicionado .....</b>	21
2.3.9 <b>Isolação em sistemas de ventilação .....</b>	22
2.3.10 <b>Agentes químicos.....</b>	23
2.4 REMEDIAÇÃO E PREVENÇÃO DE PROBLEMAS DE QUALIDADE DO AR INTERNO .....	26
2.4.1 <b>Remediação .....</b>	26
2.5 MEDIDAS PREVENTIVAS E MANUTENÇÃO DE UMA BOA QUALIDADE DO AR INTERNO .....	29

<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	32
3.1. ESTRATEGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	32
3.2. LEVANTAMENTO INICIAL .....	33
3.3. AVALIAÇÃO DETALHADA.....	35
3.4 PADRÓES E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	35
<b>3.4.1 Analise Microbiológica .....</b>	35
3.4.1.1 Equipamento .....	36
<b>3.4.2 Medições Químicas .....</b>	36
3.4.2.1 Equipamento .....	36
<b>3.4.3 Medições Físicas .....</b>	37
3.4.3.1 Equipamento .....	37
3.5 CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO.....	37
3.6 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DA INSTALAÇÃO .....	38
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	39
4.1 RESULTADOS .....	39
4.2 ANALISE DOS RESULTADOS.....	40
<b>4.2.1 Contaminação Microbiológica .....</b>	422
<b>4.2.2 Contaminação Química.....</b>	43
4.2.2.1 CO <sub>2</sub> .....	43
4.2.2.2 Aerodispersóides totais .....	44
<b>4.2.3 Parâmetros Físicos .....</b>	45
4.2.3.1 Temperatura.....	45
4.2.3.2 Umidade .....	46
4.2.3.3 Velocidade do ar.....	47
4.3 DISCUSSÃO.....	48
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	49
<b>LISTA DE REFERÊNCIAS.....</b>	50
<b>LISTA DE REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....</b>	53
<b>ANEXO – A ANVISA RE 09 (2003) .....</b>	58

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Esquema simplificado de um sistema de ar condicionado. ....	19
Figura 2 - Entrada de ar contaminado no prédio.....	29
Figura 3 - Medições efetuadas.....	39
Figura 4 - Equipamentos de amostragens .....	40
Figura 5 - Resultado das analises.....	41
Gráfico 1 - Fungos (UFC/m <sup>3</sup> x local) .....	42
Gráfico 2 - CO <sub>2</sub> (ppm x local) .....	43
Gráfico 3 - Aerodispersóides (μ/m <sup>3</sup> x local).....	44
Gráfico 4 - Temperatura (°C x local) .....	45
Gráfico 5 - Umidade Relativa (%UR x local) .....	46
Gráfico 6 - Velocidade do ar (m/s x local) .....	47

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Níveis de carboxihemoglobina e seus efeitos na saúde .....	24
Tabela 2 - Fatores causadores de SED e propostas de remediação.....	26
Tabela 3 - Medidas de correção para agentes biológicos.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASHRAE	- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer
COHb	- Carboxihemoglobina
COSV	- Compostos Orgânicos Semi-Voláteis
COV	- Compostos Orgânicos Voláteis
EPA	- Environmental Protection Agency
HPA	- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
ILO	- International Labour Organization
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia
NIOSH	- National Institute for Occupational Safety and Health
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
OSHA	- Occupational Safety & Health Administration
QAI	- Qualidade de Ar de Interiores
SED	- Síndrome do Edifício Doente
SBS	- Sick Building Syndrome

## 1. INTRODUÇÃO

O ambiente interno é considerado intuitivamente um refúgio, porto seguro não apenas contra intempéries e temperaturas extremas, mas também de poluentes do ar externo. De fato, nós passamos 90% de nosso tempo em ambientes internos, apesar de pesquisas mostrarem que ambientes internos nem sempre são seguros ou confortáveis.

Qualidade do ar de ambientes internos é o tema deste trabalho que tem como objeto de estudo o monitoramento da poluição em um edifício climatizado situado na Avenida Paulista, uma das avenidas mais movimentadas da cidade de São Paulo.

Mudanças fundamentais no modo de vida e trabalho tiveram impactos significantes na evolução dos problemas de ambientes internos. Várias mudanças em construção e operação de edifícios, bem como fatores sociais e econômicos em décadas recentes propiciaram várias mudanças na construção de edifícios, como materiais de construção sintéticos, aquecimento central, ventilação, sistemas de ar condicionado que requerem manutenções sofisticadas, janelas que não podem ser abertas pelos ocupantes.

O aumento de produção de materiais orgânicos introduziu vários produtos sintéticos no ambiente interno, incluindo móveis, carpetes, produtos pessoais, pesticidas, agentes de limpeza e desodorizadores.

Estes fatos propiciaram a presença de poluentes químicos e biológicos, cuja proliferação é favorecida pela limpeza inadequada de carpetes, tapetes e cortinas.

O trabalho em questão mostra-se relevante por ser a poluição em ambientes internos um tipo de poluição silenciosa e perigosa podendo causar desde um simples desconforto até doenças mais sérias como câncer, pneumonioses e problemas psicossomáticos.

O monitoramento foi realizado baseado na ANVISA RE 09 (2003)

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. QUALIDADE DO AR INTERNO - EFEITOS RELACIONADOS A SAÚDE

Poluentes do ar, em geral, são inalados e tem um impacto inicial sobre o trato respiratório. A partir deste ponto, pode ser absorvido e afetar outras partes do organismo. Alguns podem permanecer em órgãos do corpo, criando um potencial para efeitos adversos a saúde, ao longo do tempo, mesmo na ausência de efeitos agudos, no tempo de exposição (LEBOWITZ, 1983). Alguns poluentes afetam as membranas mucosas e podem causar pruridos e erupções (KREISS, 1984).

Fontes de agentes que resultam em efeitos adversos a saúde em edifícios incluem os ocupantes (doenças contagiosas, transporte de alérgenos e outros agentes através das roupas, componentes de construção (compostos orgânicos voláteis, particulados, fibras), contaminação dos componentes do prédio (agentes microbiológicos, outros alérgenos, pesticidas), ar externo e outras fontes (poluentes químicos do ar, microorganismos, outros alérgenos, Radônio).

### 2.2. DOENÇAS RELACIONADAS AOS EDIFÍCIOS

Doenças que são relacionadas claramente a ocupação do edifício, inclui doenças hipersensitivas como pneumonia hipersensitiva, febre, asma alérgica e rinite alérgica, doenças infecciosas como a doença dos legionários, tuberculose, influenza e síndromes tóxicas resultantes de exposição a agentes químicos específicos.

### 2.2.1. Infecções

A mais comum doença relacionada a edifícios são as doenças contagiosas, a qual são rapidamente disseminadas através do ambiente interno, especialmente ambientes aglomerados (BURGE, 1995).

Estas doenças incluem gripe, resfriados e tuberculoses. As doenças contagiosas são geralmente contraídas por uma maioria dos expostos que não desenvolveram imunidade específica ao agente. A única doença contagiosa que é comumente disseminada por reservatórios ambientais é a doença dos legionários, que é uma forma de pneumonia.

Todas as formas de fontes de infecção ambiental são oportunistas, requerem alguma deficiência na imunidade para que a infecção possa ocorrer. Por definição, todas as infecções são causadas por agentes biológicos

### 2.2.2. Toxicoses

A maioria dos poluentes comuns do ar são toxinas que exercem seus efeitos de uma maneira de dose-resposta, para a maior parte das pessoas, independentemente da sua susceptibilidade.

Muitos são agentes inflamatórios que agem diretamente em contato com as células. Alguns são absorvidos e exercem efeitos no organismo longe do local de exposição.

A maioria das toxicoses associadas com ar interior é causada por exposição a derivados químicos de combustão como Monóxido de Carbono ou Dióxido de Nitrogênio ou de atividades ou materiais usados em ambientes. Com exceção da endotoxinas e glutamatos, exposição a toxinas biológicas em níveis suficientes para causar doenças é raro em ambientes internos não industriais (HARRIET, 2003)

### 2.2.3. Síndrome do Edifício Doente (SED)

Síndrome do edifício doente é definida como uma situação na qual os ocupantes ou usuários de todo o edifício apresentam sintomas sem origem determinada, que incluem irritação nasal e sinusite, irritação nos olhos, tosse, dor de cabeça, fadiga ou letargia, pele seca, tonturas e náuseas (STERLING, COLLETT, RUMEL, 1991). Estes sintomas são subjetivos, raramente associados com algum agente causador definido.

Um edifício está "doente" quando cerca de 20% de seus ocupantes apresentam sintomas transitórios associados ao tempo de permanência em seu interior, que tendem a desaparecer após curtos períodos de afastamento. Em alguns casos, a simples saída do local já é suficiente para que os sintomas desapareçam.

A SED é causada, sobretudo por emissões de contaminantes por fontes de várias origens, isoladas ou associadas, e pode produzir diversos sintomas. Essas condições ambientais adversas produzem altas taxas de absenteísmo e considerável redução dos níveis de produtividade do trabalhador. Os sintomas decorrentes da SED podem estar ligados a poluente de origem química ou biológica (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999)

### 2.2.4. Sintomas psicossomáticos

Em casos onde evidências clínicas não estão disponíveis, isto é sempre uma dificuldade de separar sintomas causados pelo ambiente dos criados por sugestão, ou daqueles resultantes do trabalho ou de outros estresses.

Fatores como clima de cooperação no trabalho, estresse físico e estresse mental no trabalho agravaram a etiologia da SED em trabalhadores de Singapura (LOOI e GOH, 1997).

Por outro lado, qualidade de ar pobre é um estressor geral e pode desencadear reações psicológicas complexas incluindo mudanças no humor, motivação e problemas de relações interpessoais (COLLIGAN, 1981)

### 2.2.5. Múltipla sensitividade química

É uma controversa descrição o qual os sintomas resultantes de exposição a agentes tóxicos químicos afetam o sistema imunológico, levando a sensitividade múltipla a outros agentes químicos ou alimentos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1992). Os sintomas podem ser similares a SED, freqüentemente são atribuídos a exposição a traços de quantidades de agentes químicos (especialmente aqueles com odor perceptível).

## 2.3. AMBIENTES EM EDIFÍCIOS

Em um ambiente confortável não deve haver flutuações significativas na temperatura, percepção de odores, etc. Os fatores principais que influenciam o conforto incluem a temperatura, umidade e velocidade do ar.

### 2.3.1. Conforto térmico

A ASHRAE define conforto térmico como “Aquela condição da mente a qual expressa satisfação com o ambiente térmico”.

A grande fonte de insatisfação em escritórios é com a temperatura, o qual é sujeita a preferências individuais.

Atividades pessoais, roupas, temperatura do ar, movimentação do ar, e umidade relativa podem influenciar a percepção de conforto térmico.

### 2.3.2. Umidade relativa

É a quantidade de água presente no ar atmosférico. Ela é medida em termos percentuais da umidade de saturação, sendo considerada como umidade relativa. Quanto mais elevada a umidade relativa, menos o corpo pode evaporar a umidade (suor) da pele. Contrariamente, quanto menor a umidade relativa, o ar está mais seco e a umidade evapora facilmente da pele.

Contudo, quando a umidade relativa for baixa (abaixo de 20%) a pele e as mucosas do nariz e da garganta ressecam, propiciando uma maior susceptibilidade à infecções.

Dores de cabeça e olhos ressecados são outras consequências de ambientes com baixa umidade. A temperatura e a umidade relativa do ar devem ser combinadas para propiciar um conforto térmico

### 2.3.3. Odores

Em geral, a faceta mais aparente de má qualidade do ar é o odor. Desde o início, esforços para estabelecer faixas padrão de ventilação tinham sido para controlar odores do corpo humano. Mais recentemente odores do corpo humano tornaram-se um dos menores problemas devido os avanços em higiene pessoal e sistemas de ventilação mecânica. Especialmente problemáticos são odores que são inesperados no ambiente. Por exemplo, odores de cozinha que são percebidos como prazerosos em um restaurante ou em casa, causa ansiedade ou irritação no ambiente de escritório.

Inadequada ventilação pode causar efeitos adversos na ausência de qualquer odor perceptível. Por outro lado, os odores podem ser usados como um forte indicador de concentração de poluente no ambiente.

### 2.3.4. Ventilação

SED aparentemente ocorre quase sempre em problemas com ventilação mecânica, ar condicionado no qual a quantidade ou distribuição do ar externo (fresco) é inadequado (MELIUS, 1984). Em edifícios onde o suprimento de ar externo é deficiente, efluentes dos ocupantes e suas atividades, como materiais de construção e outras fontes, podem aumentar os níveis onde os ocupantes podem experimentar desconforto.

Em um esforço para conseguir uma Qualidade de Ar de Interiores (QAI) aceitável com o consumo de energia minimizado, a sociedade americana de aquecimento, refrigeração e coordenadores do condicionamento de ar revisaram recentemente seu padrão da ventilação ASHRAE 62-2001 para fornecer um mínimo de 15 pé<sup>3</sup>/min (25,5 m<sup>3</sup>/h) de ar livre por pessoa em recepção, a 20 pé<sup>3</sup>/min/pessoa em espaços de escritório (34,0 m<sup>3</sup>/h/pessoa). Até 60 pé<sup>3</sup>/min/pessoa (101,9 m<sup>3</sup>/h/pessoa) podem ser requeridos em alguns espaços (tais como salas para fumantes) dependendo das atividades que ocorrem normalmente no local (EPA, 1991).

### 2.3.5. Sistemas de ar condicionado

Não é o sistema de ar condicionado em si o causador de SED ou de outro tipo de prejuízo à saúde, mas sim a sua falta de manutenção ou má manutenção.

O sistema opera suprindo o ambiente com determinada vazão de ar com temperatura e umidade calculadas para que, ao percorrer o ambiente, o ar absorva os ganhos de calor e a umidade do ambiente, ou compense suas perdas de calor e umidade, mantendo assim a temperatura e a umidade relativa do ambiente dentro da faixa desejável.

Após ter percorrido o ambiente e ter absorvido ou suprido calor e umidade, o ar insuflado assume as condições de temperatura e umidade do ambiente e portanto, deve ser retirado do ambiente e substituído por nova vazão de ar tratado nas mesmas condições, para manter o ciclo em operação, como mostra a figura 1.

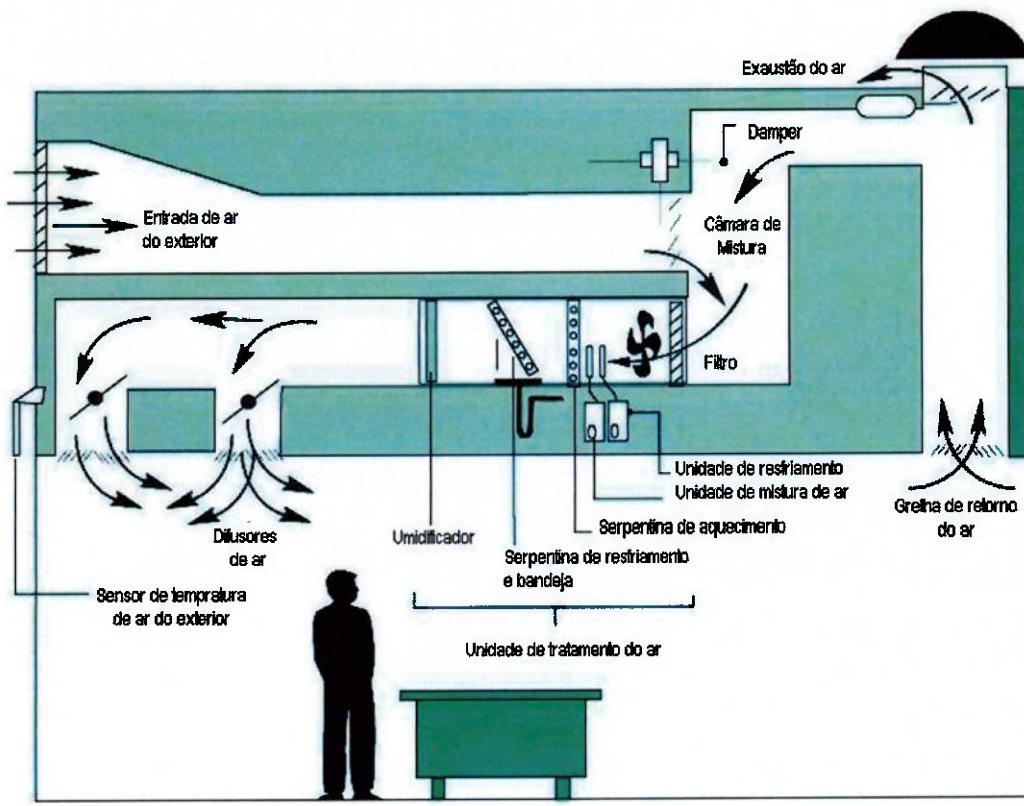


Figura 1 - Esquema simplificado de um sistema de ar condicionado.

Fonte: ILO, 1998

O ar insuflado é geralmente constituído de uma mistura de ar "usado", retirado do ambiente e reciclado, com ar "novo" captado do exterior, garantindo a renovação permanente do ar ambiente. Esta renovação atua duplamente: uma parte dos poluentes é retirada do ambiente com a parcela do ar que não é reciclado e é exaurida; simultaneamente, a concentração dos poluentes remanescentes é reduzida por diluição do ar novo introduzido.

- A própria atividade das pessoas consome oxigênio e exala gás carbônico e vapor d'água, transpiração, fumaça de cigarro etc.;
- As pessoas trazem de fora poeira e outros contaminantes em suas roupas e sapatos;
- Pessoas gripadas ou portadores de doenças respiratórias podem disseminar germes e vírus;
- Carpetes e cortinas soltam microfibras e poeira, fungos e ácaros, acumulados quando não são limpos adequadamente e com regularidade;

- Móveis e divisórias utilizam madeira aglomerada com produtos químicos sintéticos à base de formaldeído, como também os carpetes são geralmente colados com colas sintéticas, que tendem a evaporar lentamente no ambiente os COV, principalmente quando novos;
- Arquivos mal conservados podem acumular grande quantidade de poeira e mofo;
- Vasos de plantas de interior quando não cuidadas adequadamente são fontes de fungos e bactérias, favorecidos pela terra úmida e a folhagem em decomposição. Contudo, há estudos comprovando que alguns tipos de plantas melhoram a qualidade do ar de interiores (WOLVERTON, 1989);
- Produtos usuais de limpeza, mesmo os de odor agradável, podem dissipar vapores nocivos ou irritantes que permanecem no ar por longo tempo após seu uso;
- Máquinas de escritório, computadores, impressoras e copiadoras, geram ozônio. Toners geram produtos químicos diversos.

Todo o ar suprido ao ambiente passa por filtros, cuja eficiência de filtragem é determinada pelo tipo e o grau de poluição esperada, e pelo nível de qualidade desejado para o sistema.

#### 2.3.6. Relação interior/exterior

A fonte primária de contaminação para vários contaminantes do ar interno é o ar externo. Fungos, esporos, alguns tipos de bactérias, particulados de combustão e gases e Ozônio estão presentes no ar externo.

Para a maioria dos poluentes do ar, os níveis presentes no ar interno devem ser menores que no externo.

Os particulados devem ser removidos por filtração enquanto que os contaminantes gasosos devem ser retidos por outros tipos de barreiras que irão adsorver ou reagir com substâncias e serem removidas do ar.

Tempo de residência, expresso por taxa de decaimento, para poluentes gasosos varia com o poluente, iluminação, substratos reativos disponíveis, temperatura e taxa de diluição.

Qualidade do ar externo é então, necessário e útil para controle de poluentes internos e fontes de poluentes externos.

### 2.3.7. Filtração

A maioria dos edifícios possui um sistema de ventilação, que trazem o ar externo, mistura com o ar do edifício e circula esta mistura através do edifício, ou por um sistema de dutos ou pelo forro do teto.

Esta mistura de ar normalmente passa através de filtros que são designadas para proteger o equipamento de ventilação de acúmulos e sujidades. A pesar dos filtros que estão disponíveis removerem a maioria das partículas do ar, alguns edifícios utilizam filtros com um mínimo de eficiência que não previnem a entrada de pequenas partículas inaláveis, com tamanhos menores que 1,0 micrômetros de diâmetro, com potenciais problemas para a saúde. (HARRIET, 2003)

A tecnologia de filtros tem tido um grande crescimento em anos recentes e a metodologia de testes em filtros também está sendo mudada. A ASHRAE 52.2-1999 estabelece um novo padrão de desempenho que recomenda um valor mínimo de eficiência (Minimum Efficiency Reporting Value – MERV) para meio de filtração baseado na eficiência de remoção por tamanho de partícula.

Os filtros devem ter a manutenção adequada e trocados nos intervalos recomendados ou quando a pressão medida através dos filtros atingir os níveis recomendados para troca pelo fabricante.

### 2.3.8. Contaminação de sistemas de ventilação e ar condicionado

Os sistemas de ventilação e ar condicionado após um tempo de uso acumula sujidades em seus dutos e nas unidades resfriadoras de ar.

Nas serpentinas de resfriamento e condensação há proliferação de fungos, algas e acúmulo de poeira. (ALEXANDRE, 1998)

As bandejas de condensado apresentam os mesmos microorganismos que as serpentinas. As bandejas apresentam cinco condições básicas para a criação desses patógenos:

- Reservatório adequado (a própria bandeja).
- Fonte de nutrientes (as poeiras e lodos que possam existir)
- Amplificação e crescimento dos microorganismos (possíveis por haver água estagnada, nutrientes, temperatura adequada)
- Disseminação e aerolização da água contendo os microorganismos (efetuada pela passagem do ar pela bandeja de água)
- Uso de materiais fibrosos em contato com o ar, como elemento de isolamento térmico do condicionador (ALEXANDRE, 1998)

As bandejas de condensado das centrais de ar são grandes agentes criadores de microorganismos que poluem o ambiente servido por um sistema de ar condicionado.

Os dutos por sua vez, apresentam alto grau de sujeira desde a sua fabricação, mesmo que tenham sido limpos, com o passar do tempo, materiais se depositam em suas paredes e a passagem do ar carrega essas sujeiras composta de poeira e microorganismos, para dentro dos ambientes (ALEXANDRE, 1998)

### 2.3.9. Isolação em sistemas de ventilação

Fibra de vidro sempre foi usada em equipamentos de aquecimento, ventilação e ar condicionado em dutos para atenuação de ruídos, e isolação térmica. Se uma superfície irregular juntar sujidades, juntamente com umidade, pode propiciar o crescimento microbiano. Para sanar este problema, não se recomenda a limpeza e sim a substituição desta isolação.

O material da isolação pode também sofre abrasão e degradação física, sendo um potencial causador da presença de fibras na corrente de ar.

### 2.3.10. Agentes químicos

Contaminantes de ar interno de natureza química podem vir de uma variedade de fontes incluindo queima de combustível, fumaça de cigarros, materiais de construção e móveis, copiadoras, impressoras, agentes de limpeza, pinturas, adesivos e fontes naturais como Radônio de solos contendo Rádio.

- Amônia ( $\text{NH}_3$ ) – presente em soluções de limpeza, algumas impressoras e fumo de cigarro. Irritante para as mucosas, afetando o sistema respiratório e os olhos.
- Benzeno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) – este produto químico pode ser liberado das fibras e plásticos, encontrado em alguns produtos de limpeza e na fumaça do cigarro. Causa danos ao sistema nervoso central e à pele, irritação respiratória.
- Biocidas – estes produtos são adicionados nos sistemas de ar condicionado para controlar o crescimento de microorganismos. São também tóxicos ao ser humano, e o efeito depende do biocida. Os biocidas e agentes anti-incrustantes não devem ser utilizados nos umidificadores ou em outra parte do sistema de ar condicionado que possa ser respirado pelas pessoas. Os perigos dependem de seus constituintes químicos, podendo causar danos à pele, ao fígado, irritação aos olhos e ao sistema respiratório.
- Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) - este gás é liberado na respiração dos seres humanos, sendo utilizado como um dos parâmetros para avaliar a eficiência da ventilação. Fontes externas incluem emanações de veículos automotores, chaminés ou outras fontes de combustão.
- Monóxido de Carbono (CO) - todo processo de combustão pode produzir este gás, resultante da queima incompleta de combustível. São fontes de monóxido de carbono: fumo de cigarro, fogões a gás. Veículos automotores também produzem CO. É um gás asfixiante, devido sua grande afinidade com a hemoglobina, formando a carboxihemoglobina ( $\text{COHb}$ ), prejudicando o transporte de oxigênio.

Tabela 1– Níveis de carboxihemoglobina e seus efeitos na saúde.

<i>% COHb no sangue</i>	<i>Efeitos associados ao nível de COHb</i>
80	Morte
60	Perda da consciência; morte por exposição contínua
40	Confusão; colapso em exercícios
30	Dor de cabeça; fadiga; julgamento prejudicado
7 – 20	Decréscimo significativo do consumo máximo de oxigênio durante exercício intenso em jovens saudáveis Diminuição significativa da percepção visual, destreza manual, facilidade em aprender, ou desempenho em questões complexas moto-sensoriais (tal como dirigir)
5 – 17	Decréscimo significativo do consumo máximo de oxigênio e da duração de exercício em jovens saudáveis
5 - 5,5	Decréscimo insignificante na capacidade de concentração
Abaixo de 5	Diminuição significativa da capacidade de exercitar (isto é, curta duração de exercícios antes de começar a dor) em pessoas que já tenham problemas no coração
2,9 – 4,5	Diminuição significativa (cerca de 3 – 7%) do tempo de trabalho até a exaustão em exercícios por homem sadio
2,3 – 4,3	

Fonte: U.S. Consumer Product Safety Commission

- Etanol ou álcool etílico ( $C_2H_5OH$ ) - é utilizado como agente de limpeza, podendo causar dermatite, danos ao fígado e intoxicação.
- Formaldeído ( $H_2CO$ ) - é encontrado em material de isolamento, placa de madeira, madeira compensada, carpete, cola, vários plásticos, fibras sintéticas, pesticidas, fumo de cigarro, etc.
- Compostos Orgânicos Voláteis (COV) - são compostos orgânicos constituídos por carbono e hidrogênio, encontrados em várias fontes tais como solventes, materiais de acabamento, decoração, mobiliário, lustráveis, fotocopiadoras e impressoras a laser e queima de combustível.

Seu efeito na saúde depende do tipo de hidrocarboneto, podendo incluir irritação respiratória, da pele e do olho, náusea, dor de cabeça, danos aos sistemas nervosos centrais e periféricos, e o câncer.

- Compostos Orgânicos Semi-voláteis (COSV) - encontrados em emissões veiculares, cartuchos de fotocopiadoras, queima de madeira e tabaco. São constituídos pelos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), variando desde o naftaleno (2 anéis de benzeno) ao coroneno (6 anéis de benzeno), já detectados em ambientes internos.
- Material particulado - resultante de processos de limpeza ou fumo. Níveis elevados de material particulado estão associados com o decréscimo da função pulmonar e aumento prevalente de doenças respiratórias, como bronquite e asma.
- Sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) - estão presentes em equipamentos de microfilmagem, produtos de limpeza. Ocasionam efeitos agudos nos olhos, trato respiratório, irritação das mucosas, agravamento de problemas respiratórios crônicos (OSHA, 1999).
- Óxidos de Nitrogênio (NOx) - são produzidos como produtos de combustão, bem como no fumo de cigarro e calefatores de gás. Causam irritação no sistema respiratório e nos olhos.
- Óxidos de Enxofre (SOx) - além dos veículos, é também emitido por chaminés. Dão forma a soluções ácidas quando em contato com umidade. A exposição ao dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) causa irritação respiratória e tosse. A exposição em longo prazo pode levar à bronquite crônica, danos ao pulmão, sentido de odor alterado.
- Ozônio ( $O_3$ ) - não é emitido diretamente, mas sim obtido pela reação de NOx e COV na presença de calor e luz solar.
- Material Particulado - provêm de fontes internas e externas. O particulado externo consiste principalmente de automóveis e emissões industriais, poeiras de ruas e estradas e poeiras vegetais, dependendo da localização. Penetram nos ambientes internos através de portas, janelas, dutos de ventilação e outras aberturas. Há várias fontes de aerossóis internos, como particulados provenientes de combustão criados por cozinhas, queima de incensos, aquecimento de espaços, fibras provenientes de

material de isolamento, roupas, móveis, carpetes, poeiras de papéis. Há também fontes internas de bioaerossóis provenientes de plantas, artrópodes e microorganismos. Os particulados maiores (acima de 10 micrômetros) ficam retidos no nariz e garganta, causando irritação e facilitando a propagação de infecções gripais, as poeiras menores, também chamados de particulado inalável respirável, chegam aos alvéolos, agravando casos de doenças respiratórias ou de coração.

## 2.4. REMEDIAÇÃO E PREVENÇÃO DE PROBLEMAS DE QUALIDADE DE AR INTERNO

### 2.4.1. Remediação

Para a remediação de ocorrências de SED, é importante identificar as causas dos problemas, ao invés de permanecer focado nos sintomas. A cura da SED depende de cessar a exposição à pessoa no ambiente, e isto pode ser feito de duas formas: ou retirando o indivíduo do local, ou eliminando as fontes causadoras de SED. Considera-se que a redução das emissões na fonte seja a forma mais apropriada, podendo ser alcançada de várias formas. Na tabela 2 estão dispostas de forma simplificada as causas da SED e as técnicas de controle adequadas. Contudo, há casos onde o agente contaminante está abaixo dos níveis padrão, mas pode agir sinergicamente com outros agentes. Nesta situação, a melhor medida para reduzir os sintomas é aumentar a ventilação.

Tabela 2 – Fatores causadores de contaminantes e propostas de remediação

<i>Fator</i>	<i>Proposta de Remediação</i>
Emissões de material de construção	Verificar a ventilação.
	Ventilar os ambientes quando não estiverem em uso.

Continua

<i>Fator</i>	<i>Proposta de Remediação</i>
(solventes/ formaldeído)	Substituir materiais.
Crescimento de microorganismos	Adotar medidas adequadas para parar o crescimento. Reducir a umidade do ambiente. Verificar a ventilação. Selar vazamentos do telhado e paredes.
Ácaros	Reducir a umidade aumentando a ventilação. Efetuar limpeza e remover os tapetes contaminados.
Alta temperatura	Reducir a fonte do calor (radiação solar e outros dispositivos). Verificar a ventilação e a instalação.
Ventilação inadequada	Verificar, limpar e ajustar a operação da ventilação. Aumentar a taxa de suprimento de ar.

#### Conclusão

Fonte: PASAGUI, 2003 – modificado

Comentários com relação à tabela 2:

- Eses fatores são inter-relacionados. A interação de diferentes fatores conhecidos pode ocorrer no ambiente e aumentar o número e a intensidade dos efeitos (efeito sinérgico).
- Todos os fatores devem ser examinados. A investigação deve envolver as questões microbiológicas, químicas, físicas e psicológicas.

A resolução da ANVISA RE 09, de 16 de janeiro de 2003 propõe medidas de correção para agentes biológicos:

Tabela 3 – Medidas de correção para agentes biológicos

<i>Agentes biológicos</i>	<i>Principais fontes em ambientes interiores</i>	<i>Principais Medidas de correção em ambientes interiores</i>
Bactérias	Reservatórios com água estagnada, torres de resfriamento, bandejas de condensado, desumidificadores, umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes.	Realizar a 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 cultivo em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidropônia); utilizar filtros G-1 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 da 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 ABNT NBR-16401.

Continua

Agentes biológicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais Medidas de correção em ambientes interiores
Artrópodes	Poeira caseira.	Higienizar as superfícies fixas e mobiliário, especialmente os revestidos com tecidos e tapetes; restringir ou eliminar o uso desses revestimentos.
Animais	Roedores, morcegos e aves.	Restringir o acesso, controlar os roedores, os morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos.

Conclusão

Fonte: ANVISA RE 09 (2003)

## 2.5. MEDIDAS PREVENTIVAS E MANUTENÇÃO DE UMA BOA QUALIDADE DE AR INTERNO

Há situações em que os problemas de qualidade do ar de interiores podem ser evitados nas fases de projeto e construção do edifício (Figura 2). Os materiais utilizados no edifício também devem ser escolhidos com cuidado, visando minimizar emissões. Carpetes, forrações, coberturas de assoalhos, adesivos, acabamento de paredes, divisórias, tetos, materiais isolantes, pinturas, vernizes, etc., devem ser vistos como itens que podem contribuir para a poluição interna do edifício, devido à emissão de seus componentes.

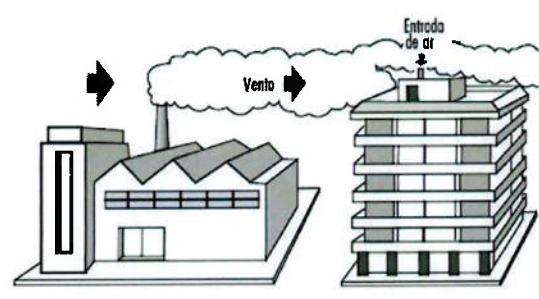


Figura 2 – Entrada de ar contaminado no prédio.

Fonte: ILO, 1998

Outros fatores contribuintes para minimizar contaminações são: ventilação apropriada, temperatura mantida num nível confortável e programa de manutenção preventiva no sistema de ar condicionado.

Com relação ao mobiliário, materiais de construção e decoração podem ser adotados algumas medidas:

- Dispor de informações sobre a composição química do produto e os índices de contaminação dos contaminantes, bem como qualquer aspecto relacionado à saúde, segurança e conforto dos ocupantes expostos aos mesmos.
- Selecionar produtos que tenham os mais baixos índices de emissão de contaminantes, com atenção especial quanto à presença de compostos carcinogênicos e teratogênicos, irritantes, tóxicos, etc.
- Especificação de adesivos ou materiais que apresentem grandes superfícies de emissão ou absorção, como os materiais porosos, têxteis, fibras e similares.
- Implantar procedimentos preventivos para o manuseio e instalação destes materiais e produtos. Durante e depois de instalados, deve ser feita uma ventilação exaustiva para acelerar a cura de alguns produtos.
- Um dos procedimentos recomendados para minimizar a exposição à emissão de materiais novos durante as fases de instalação e acabamento, é ventilar o ambiente durante 24 horas com 100% de ar externo. A eliminação de compostos orgânicos por meio desta técnica evita sua retenção em materiais porosos, que podem atuar como depósitos e posteriormente como fontes de contaminação, ao liberar os compostos armazenados.
- Outra medida é aumentar a ventilação ao máximo nível possível antes de voltar a ocupar o edifício que permaneceu fechado durante um certo tempo (finais de semana e feriados).
- Em alguns casos há a possibilidade de se utilizar um procedimento especial para acelerar a cura dos novos materiais: elevar a temperatura ambiente durante 48 horas ou mais, mantendo a circulação do ar no mínimo. As temperaturas elevadas favorecem a emissão dos compostos

orgânicos voláteis. Em seguida se ventila o edifício, reduzindo a carga de contaminantes.

Segundo WOLKOFF (1996), a emissão primária de COV a partir de novos materiais de um edifício usualmente declina num período de tempo de alguns meses. Alguns estudos mostram que este período de tempo pode variar de três a doze meses. COV também impactam na deterioração da qualidade do ar de interiores. A melhor forma de controlar e reduzir a poluição do ar de interiores é efetuar o controle na fonte, através da avaliação e seleção de materiais adequados. É apresentada uma modelagem das emissões de COV, baseado no odor e na irritação das mucosas.

Sistemas de ventilação também são fontes de COV, chegando a casos onde o sistema é responsável por até 80% dessas emissões (MORRISON et al., 1998).

A preocupação com a remoção de ozônio deve ser sentida, haja vista que experimentos de laboratórios evidenciaram que a reação do ozônio com superfícies internas geram carbonilas e ácidos orgânicos que são mais irritantes que seus precursores olefínicos.

Há também citações de remoção de formaldeído por degradação fotocatalítica utilizando filmes de óxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) e radiação UV (NOGUCHI, 1998). PASCHOALINO (2006) realizou experimentos para desinfecção e descontaminação ambiental de ambientes confinados utilizando o método de fotocatálise heterogênea, consistindo na irradiação de UV em superfície catalisadora pela utilização do catalisador TiO<sub>2</sub> em materiais poliméricos. Os resultados foram satisfatórios para COV, ozônio e bactérias, e com menor eficiência para fungos. Dentro do foco de remediação da SED, LADE (2006) cita a cura da SED por acupuntura em uma senhora de 38 anos.

WONG, MUI e FONG (2006) desenvolveram um Sistema de Gerenciamento de Edifício (SGE), o Algoritmo Adaptável Humanizado da Tecnologia de Informação da Linha-Base, cuja função é efetuar ajustes finos no feedback dos ocupantes no tocante ao controle das condições ambientais internas. Este algoritmo foi utilizado em duas situações, com resultados satisfatórios, no tocante ao conforto térmico dos ocupantes dos edifícios.

### 3. MATERIAIS E METODOS

O estudo se baseia em um relatório de avaliação da qualidade do ar climatizado de um edifício localizado na Avenida Paulista na cidade de São Paulo.

Os pontos de coletas e das medições efetuadas seguiram os critérios de amostragens determinados pela ANVISA RE 09 (2003).

Em cada andar foram coletados no mínimo 2 pontos internos totalizando 37 pontos e 1 ponto externo para a relação interno/externo de concentração fungos, concentração de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade.

Após a análise dos resultados cada ponto foi classificado como fora do padrão, no caso de um do contaminante estar acima do limite estabelecido pela ANVISA RE 09 (2003) e dentro do padrão caso o contaminante estar dentro do limite determinado.

#### 3.1. ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO

Resolver problemas de qualidade de ar interno pode variar de uma simples abordagem a um complexo plano de ação envolvendo profissionais de várias áreas e gastar um longo período de tempo. As discussões seguintes são de natureza geral, e informações mais específicas devem ser obtidas para desenvolver uma efetiva estratégia de investigação.

A maioria das investigações se deve a saúde dos ocupantes ou problemas de conforto. Outras investigações podem incluir problemas específicos de determinadas ares, como odores, crescimento microbiano ou suspeita de doenças relacionadas ao edifício. Investigações como verificação do programa de manutenção do sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado também podem ser conduzidas para garantir ou certificar uma boa qualidade do ar interno.

### 3.2. LEVANTAMENTO INICIAL

No levantamento inicial das queixas dos ocupantes do edifício, é importante responder rapidamente, conduzir entrevistas com os indivíduos afetados e inspecionar as áreas com o problema. É importante caracterizar a queixa e identificar qualquer causa óbvia do problema. Questões típicas a perguntar são as seguintes:

- Qual o problema (saúde, odores, irritações, desconforto)?
- Quando e onde você percebeu isto?
- O que você acha que pode causar isto?
- Você tem algum sintoma, quais são eles, onde e quando normalmente ocorre?
- Quanto tempo persiste o sintoma, após deixar o edifício?
- Teve mudanças recentes na área, como utilização de produtos químicos, equipamentos, processos?
- Você tem alergias ou usa lentes de contato?
- Você foi ao medico devido a este motivo?

Apesar de raro, se problemas potenciais sérios de saúde forem relatadas, os ocupantes devem ser encaminhados para diagnóstico e tratamento de saúde. Do mesmo modo, se condições ambientais sérias forem detectadas, o pessoal devem evacuar a área e a causa do problema ser sanada o mais rápido possível.

Questionários devem ser usados com cautela para não obter respostas tendenciosas.

O passo inicial da inspeção deve ser conduzido na área do problema e adjacências e o sistema de ar condicionado que supre a área deve ser inspecionado.

As listas e guias de inspeção, em geral, devem considerar:

- Há odores na área ou próximo desta área?
- Há evidências de vazamento ou estagnação de água nesta área?
- Esta área é limpa?
- Tem ocupantes próximos a equipamentos de escritório que podem gerar contaminantes?
- Temperatura, umidade e níveis de dióxido de carbono estão na faixa normal?

- Durante a inspeção ao sistema de ar condicionado, verifique se o sistema está operando apropriadamente, se há manutenção nos filtros, se o ar fresco é adequado, se há fontes potenciais no ar de entrada. Há bandejas de drenagens e tem crescimento microbiano?

Muitas vezes os problemas podem ser resolvidos somente com ajustes no sistema de ar condicionado ou realizando limpeza na área. A reclamação mais comum em qualidade de ar interior é referente a temperatura e movimentação do ar: ou está muito quente ou frio e o ar está muito parado ou ventando demais. Outras reclamações comuns são referente à poeira e odores.

Se deficiências forem detectadas que possam estar relacionadas às queixas, ações corretivas devem ser realizadas antes de considerar uma avaliação mais demorada. Fontes de odores devem ser identificadas, quando possível.

Baseado em observações, a necessidade de algumas amostragens devem ser determinadas. O ambiente inteiro deve ser considerado numa avaliação inicial, desde que as queixas podem não ser relacionadas ao edifício. Outros fatores a serem considerados são a iluminação, problemas ergométricos, ruído e vibrações.

Em uma investigação onde há entrada de água ou crescimento microbiano é encontrado, é importante sanar esta questão o mais rápido possível. Materiais danificados devem ser completamente secos ou descartados para prevenir potenciais crescimentos microbianos.

Confirmação visual de crescimento microbiano usualmente é uma evidência suficiente para proceder a um plano de remediação. Guias específicos devem ser consultados para planejamento e remoção do crescimento microbiano e limpeza e disposição do material contaminado. Dependendo do tamanho da contaminação, recomendações específicas são dadas para procedimentos de remoção, equipamentos de proteção individual e contenção da área.

O investigador deve estar fechado com o proprietário do edifício ou a pessoa de manutenção do edifício para acordar as ações corretivas de curta e longa duração. Deve ser comunicado aos ocupantes das áreas as ações que serão realizadas e quando. Envolver os ocupantes desde o início e listar sua sugestões, podem beneficiar a investigação. Verificações após as ações serem implantadas vão determinar se foram realmente efetivas .

### 3.3. AVALIAÇÃO DETALHADA

Quando o levantamento inicial for inconclusivo, ou as correções não surtiram efeito, maiores investigações são necessárias. Pode ser necessária uma avaliação mais detalhada do sistema de ar condicionado e suas manutenções, verificação de fontes adicionais de contaminantes e amostragens de poluentes suspeitos.

Assistência de outros profissionais pode ser necessária para outras caracterizações do problema, como um engenheiro mecânico para avaliação do sistema de ar condicionado ou um médico para avaliações de saúde.

Amostragens devem ser somente conduzidas quando estiver claro como os dados serão usados, e sempre com um planejamento bem organizado. Isto é especialmente importante quando crescimento microbiano é a causa. Muitas amostragens, amostras de controle de área, comparações interior/exterior são necessária para conduzir as amostragens de ar. Amostragens por períodos extensos utilizando monitores com capacidade de armazenagem de dados às vezes são necessários para caracterizar completamente alguns ambientes. Vários recursos devem ser utilizados para interpretar os dados e emitir as conclusões. Como no levantamento inicial, os ocupantes das áreas devem ser comunicados e o acompanhamento é muito importante, especialmente se as ações corretivas não resolver rapidamente os problemas.

### 3.4. PADRÕES E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Analise microbiológica

Fungos são os principais causadores de problemas de ordem patogênica e/ou alergênica e para que seja garantida uma boa qualidade no ar interior.

Padrão quantitativo: O valor Maximo recomendável para contaminação microbiológico deve ser de 750UFC/m<sup>3</sup> de fungos

Padrão relativo: O ar interno é comparado com o ar externo. O Ar interno deve ser menor ou igual a 1,5 vezes o resultado do ar externo.

#### 3.4.1.1. Equipamento

Amostrador: Impactador de um estagio Merck MAS 100

Meio de cultura: Agar Extrato de Malte

Amostragem : coleta do interior e exterior a 1,50m do solo

Metodologia: cultivo e quantificação segundo normatização universal em incubadora BOD. Tempo de incubação de 7 dias a 25°C

#### 3.4.2. Medição químicas

Com relação aos parâmetros químicos, os seguintes padrões devem ser atendidos pelo ar interno:

Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>): Limitado a 1.000 ppm

Aerodispersóides: limitados a 80µg/m<sup>3</sup>

#### 3.4.2.1. Equipamento

Coleta de aerodispersóides por filtração segundo ABNT NBR 12085 (1991), utilizando amostradores de captação de ar com vazão calibrada de 3,0 litros /minuto. Bombas Gilair e Gilian BDX 2 e calibrador de fluxo Ametec Prime Air. Micro-balança Sartorius de seis casas decimais (legibilidade de 1 micrograma)

Leitura direta de CO<sub>2</sub>, através de amostrador de sensor infravermelho não dispersivo, Testo modelo 455, faixa de 0 a 5.000 ppm.

### **3.4.3. Medições físicas**

Os parâmetros físicos devem estar de acordo com a ABNT NBR 16401.

A faixa recomendável de operação das temperaturas de bulbo seco, nas condições internas para verão, deve variar de 23°C a 26°C e no inverno, a faixa recomendável de operação deve variar de 20°C a 22°C.

A faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para verão deve ser de 40% a 65% e no inverno de 35% a 65%.

A faixa recomendável de operação da velocidade do ar no nível de 1,5m do piso, deve estar abaixo de 0,25 m/s. Estes valores são considerados médios quando medidos com instrumentos de alta sensibilidade.

#### **3.4.3.1. Equipamento**

Equipamentos de leitura direta, termo-higrômetro por meio de sensor de temperatura do tipo termo-resistência e sensor de umidade do tipo capacitivo. Testo modelo 455 para medição de temperatura e umidade relativa. Para a velocidade do ar, leitura direta com termo-anemômetro por meio de sensor de velocidade do ar do tipo fio aquecido, Testo modelo 425

## **3.5. CARACTERISTICAS DA INSTALAÇÃO**

Endereço: Avenida Paulista – Cerqueira Cesar –São Paulo

Área total (dimensões): 42.692,95 m<sup>2</sup>

Área ocupada e analisada: 16.830,48 m<sup>2</sup>

Total de pavimentos: 20

Pavimentos analisados: 1º ao 14º

Tipo de atividade: Administrativa

População fixa: 1.600

População flutuante diária: 170

### 3.6. CARACTERISTICAS DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DA INSTALAÇÃO

**Sistema:** Termoacumulação por gelo

**Equipamentos do Sistema:**

Conjunto de 19 tanques de água gelada;

2 torres de resfriamento;

4 bombas para chillers;

2 chillers para água gelada com:

Volume= 208 litros;

Pressão Máxima = 17 bar;

Vazão = 248 m<sup>3</sup>/h.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1. RESULTADOS

As medições foram realizadas por uma empresa especializada contratada e estão apresentadas na figura 3. Os equipamentos de coleta das amostragens estão na Figura 4

Figura 3 – Medições efetuadas

LOCAL	Parâmetros					
	Microbiológico	Químicos		Físicos		
		Fungos (UFC/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (ppm)	Aerodispersóides (µg/m <sup>3</sup> )	Temp. (°C)	Velocidade (m/s)
20º andar Antena	36	494	20	21,3	0,07	61,5
14º andar Paulista	7	743	20	20,1	0,1	69,5
14º andar Santos	79	890	60	21,3	0,03	68,6
13º andar Paulista	7	653	60	20,6	0,04	68,3
13º andar Santos	79	527	20	21,3	0,03	65,0
12º andar Paulista	14	529	40	21,4	0,03	64,7
12º andar Santos	64	550	20	21,6	0,04	62,6
11º andar Paulista	107	642	60	22,0	0,05	63,0
11º andar Santos	93	570	20	22,3	0,04	59,8
10º andar Paulista	57	585	60	22,0	0,07	62,1
10º andar Santos	143	560	20	21,8	0,05	61,7
9º andar Paulista	36	573	20	22,2	0,05	60,7
9º andar Santos	93	775	40	22,8	0,04	61,7
8º andar Paulista	79	668	60	22,4	0,06	60,1
8º andar Santos	57	754	60	22,4	0,04	59,1
7º andar Paulista	21	890	40	23,0	0,08	59,3
7º andar Santos	43	1080	60	23,3	0,04	60,7
6º andar Paulista	43	903	20	23,0	0,06	60,4
6º andar Santos	143	792	20	23,3	0,05	57,3
5º andar CFTV	21	786	20	23,2	0,03	55,0
5º andar Paulista	36	847	20	22,8	0,05	58,9
5º andar Santos	100	754	20	23,3	0,06	57,8
5º andar NOC	29	748	20	23,1	0,03	53,8
5º andar Impressão	143	760	20	23,3	0,04	59,4
5º andar TECOM	43	769	20	22,0	0,07	49,6
4º andar Paulista	29	925	20	23,5	0,07	57,8
4º andar Santos	86	1053	20	23,6	0,03	58,8
3º andar Paulista	57	1186	20	23,5	0,06	57,3
3º andar Santos	86	1205	20	23,7	0,03	62,0
2º andar Paulista	50	1048	20	24,0	0,06	57,0

Continua

LOCAL	Parâmetros					
	Microbiológico		Químicos		Físicos	
	Fungos (UFC/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (ppm)	Aerodispersóides (µg/m <sup>3</sup> )	Temp. (°C)	Velocidade (m/s)	U R (%)
2º andar Santos	43	880	20	23,5	0,08	56,4
2º andar Ambulat.	29	783	20	23,5	0,05	56,3
1º andar Paulista	57	672	20	23,8	0,03	51,9
1º andar Santos	107	1100	40	23,5	0,06	59,1
Copa	71	940	20	23,3	0,03	58,2
Térreo/Recepção	71	685	60	22,6	0,05	54,4
2 Subsolo No Break	7	645	20	21,0	0,2	49,1

Conclusão

Figura 4 – Equipamento de amostragem



#### 4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados das análises em comparação com ANVISA RE 09 (2003) estão na Figura 5.

Dos 37 pontos analisados, 6 pontos da análise química (CO<sub>2</sub>) e 28 pontos da análise física (Temperatura e Umidade relativa) apresentaram valores fora do padrão.

Figura 5 – Resultado das análises

LOCAL	Parâmetros						
	Microbiológico	Químicos		Físicos			
		Fungos	CO <sub>2</sub>	Aerodispersóides	Temp.	Velocidade	U R
20º andar Antena	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14º andar Paulista	OK	OK	OK	OK	OK	NC	
14º andar Santos	OK	OK	OK	OK	OK	NC	
13º andar Paulista	OK	OK	OK	OK	OK	NC	
13º andar Santos	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12º andar Paulista	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12º andar Santos	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11º andar Paulista	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11º andar Santos	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
10º andar Paulista	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10º andar Santos	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9º andar Paulista	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
9º andar Santos	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
8º andar Paulista	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
8º andar Santos	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
7º andar Paulista	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
7º andar Santos	OK	NC	OK	NC	OK	OK	
6º andar Paulista	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
6º andar Santos	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
5º andar CFTV	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
5º andar Paulista	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
5º andar Santos	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
5º andar NOC	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
5º andar Impressão	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
5º andar TECOM	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
4º andar Paulista	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
4º andar Santos	OK	NC	OK	NC	OK	OK	
3º andar Paulista	OK	NC	OK	NC	OK	OK	
3º andar Santos	OK	NC	OK	NC	OK	OK	
2º andar Paulista	OK	NC	OK	NC	OK	OK	
2º andar Santos	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
2º andar Ambulat.	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
1º andar Paulista	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
1º andar Santos	OK	NC	OK	NC	OK	OK	
Copa	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
Térreo/Recepção	OK	OK	OK	NC	OK	OK	
2. Subsolo No Break	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

OK – Dentro do padrão

NC – Fora do padrão

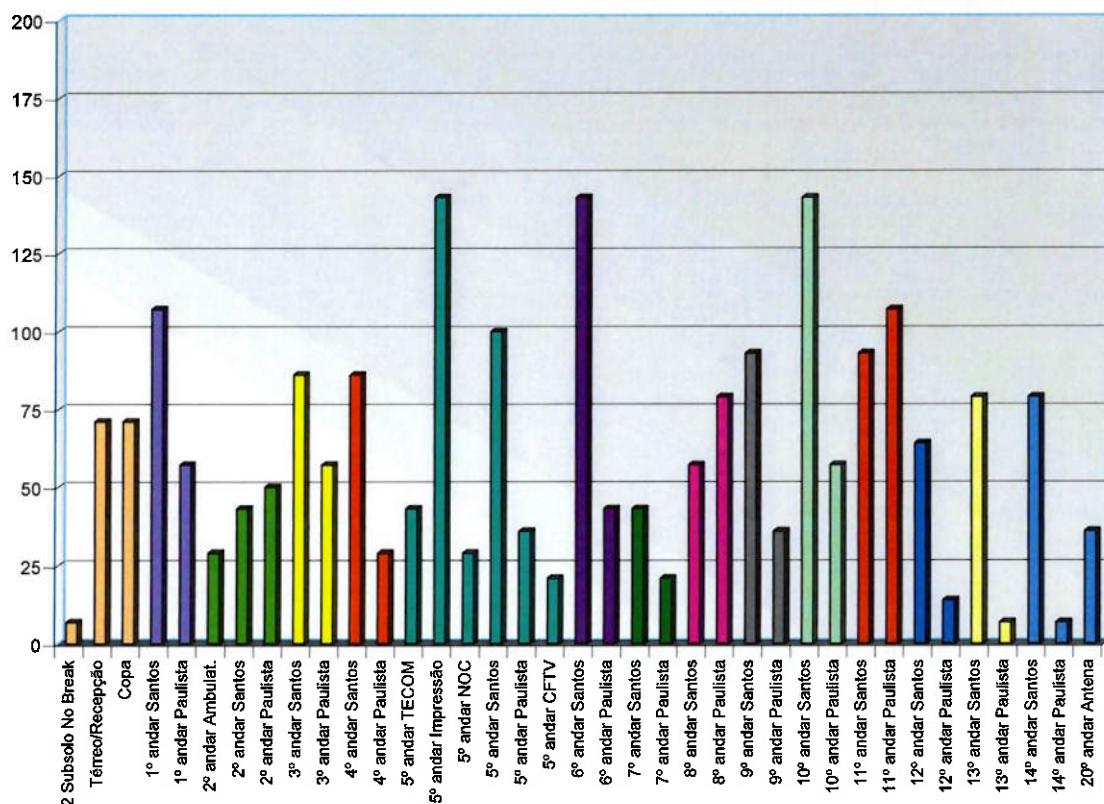
#### 4.2.1. Contaminação microbiológica

Os resultados obtidos para todos andares enquadram-se ao padrão referencial de 750 UFC/m<sup>3</sup> (Unidades Formadoras de Colônia por metro cúbico), sendo que o valor máximo obtido foi de 143 UFC/m<sup>3</sup>, valor bem abaixo limite máximo recomendável.

Para a relação I/E, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior, os resultados ficaram abaixo do limite máximo recomendado de 1,5

A relação serve como forma de avaliação frente ao conceito de normalidade, representado pelo meio ambiente exterior e a tendência epidemiológica de amplificação dos poluentes nos ambientes fechados.

Gráfico 1 - FUNGOS (UFC/m<sup>3</sup> x local)

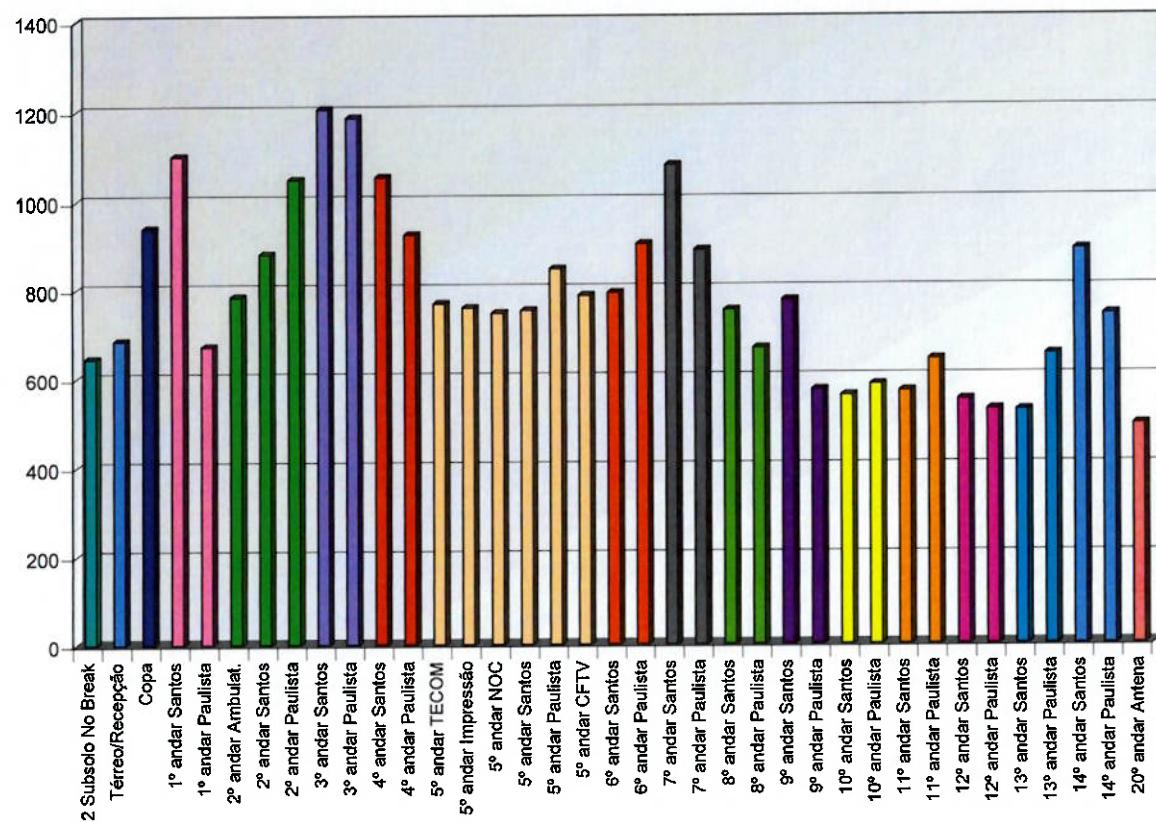


## 4.2.2. Contaminação química

### 4.2.2.1. CO<sub>2</sub>

Os resultados obtidos em alguns pontos, ficaram acima do limite máximo recomendável de 1000 ppm (partes por milhão) de Dióxido de Carbono - CO<sub>2</sub>.

Gráfico 2 – CO<sub>2</sub> (ppm x local)

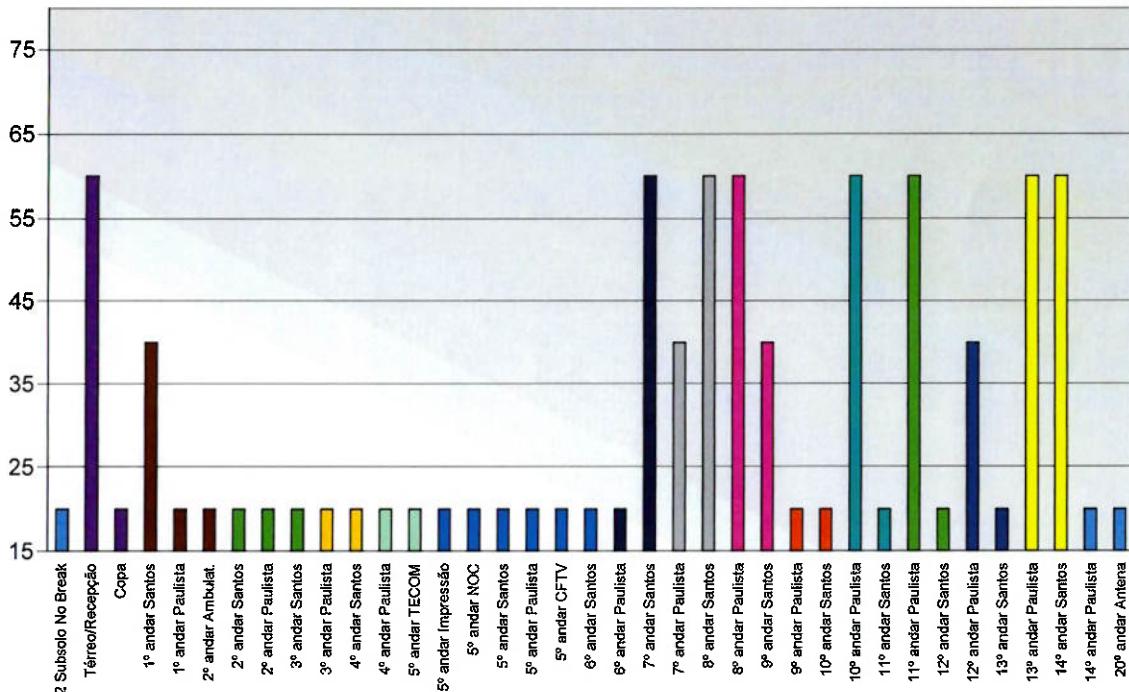


#### 4.2.2.2. Aerodispersóides totais

A quantidade de aerodispersóides totais no ar representa o grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado.

O resultado da avaliação apresentou-se abaixo do limite máximo recomendado de 80  $\mu\text{m}^3$ , com o valor máximo obtido 60  $\mu\text{m}^3$  para alguns andares.

Gráfico 3 – Aerodispersóides ( $\mu\text{m}^3$  x local)

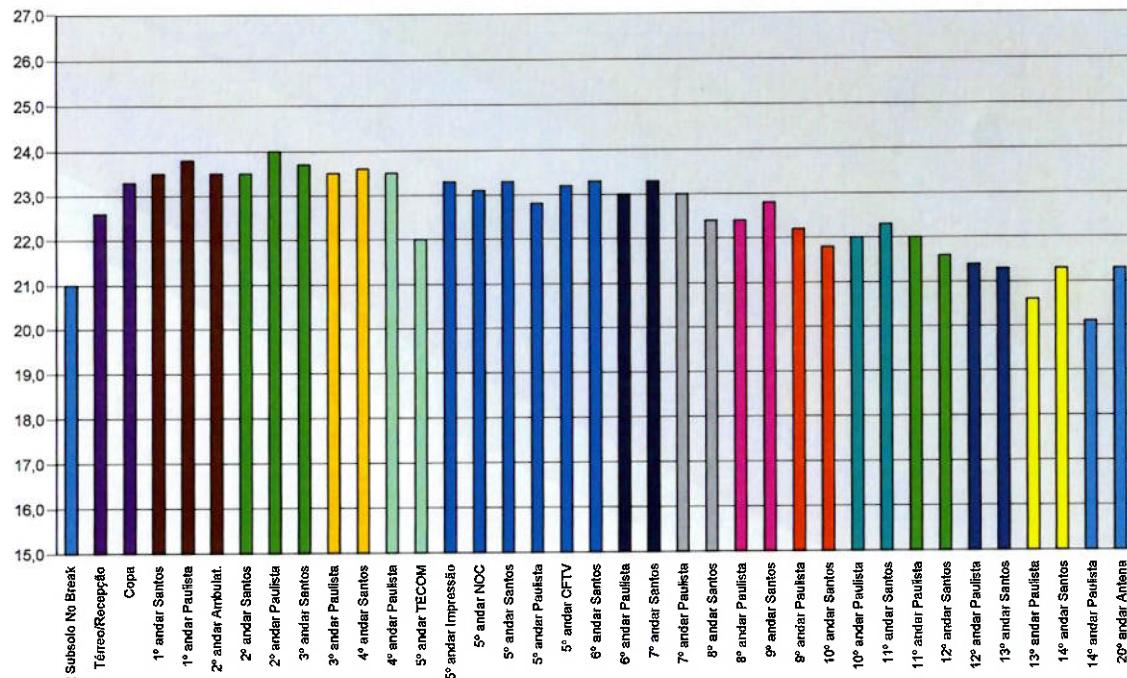


#### 4.2.3. Parâmetros físicos

##### 4.2.3.1. Temperatura

A faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para o inverno, deverá variar entre 20º e 22º ANVISA RE 09 (2003) ou dentro da zona delimitada 21 a 23,5 (ABNT NBR 16401-2: 2008).

Gráfico 4 Temperatura (ºC x local)

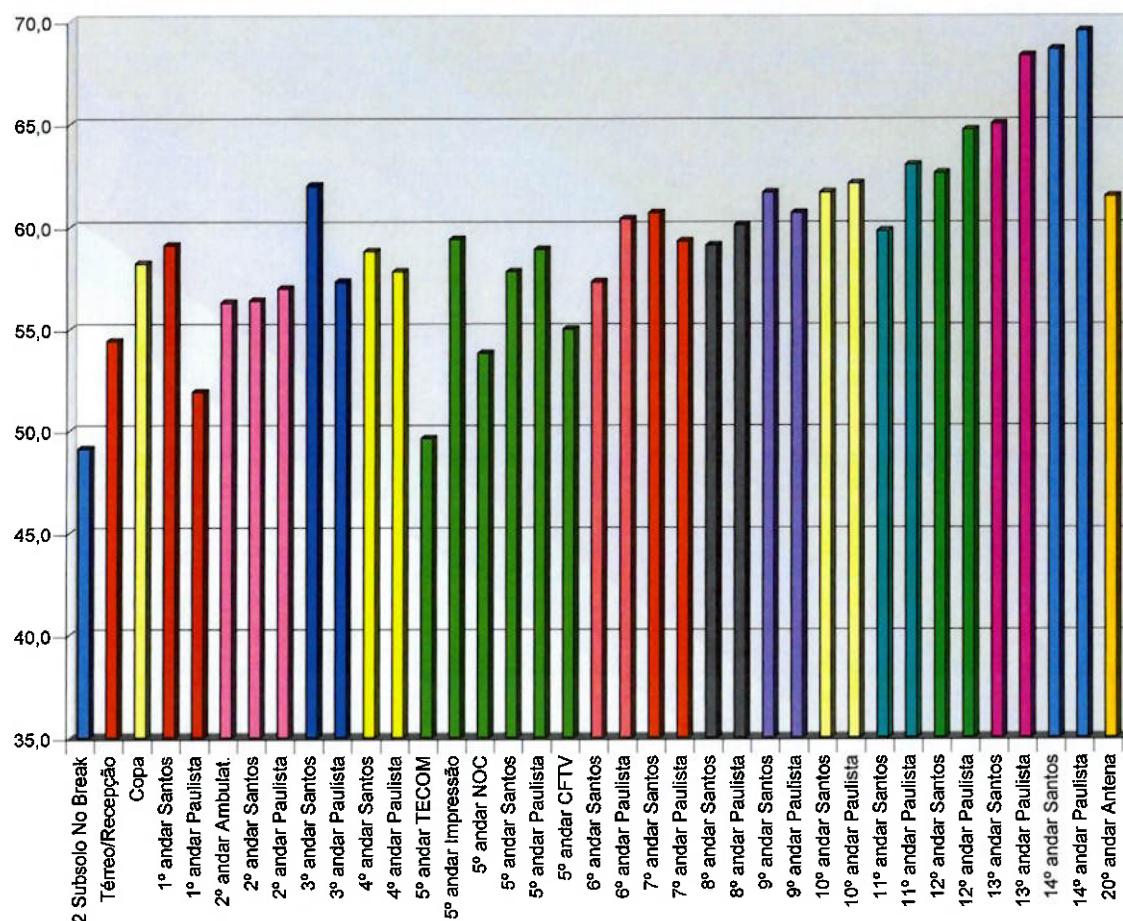


#### 4.2.3.2. Umidade

Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, deverá variar de 35 a 65%, ANVISA RE 09 (2003).

Apenas para o 14º Andar Lado Paulista e Lado Santos e 13º Paulista, os valores ficaram acima do recomendado de 65%, com valores de 69,5, 68,6 e 68,3%, respectivamente.

Gráfico 5 – Umidade Relativa (%UR x local)

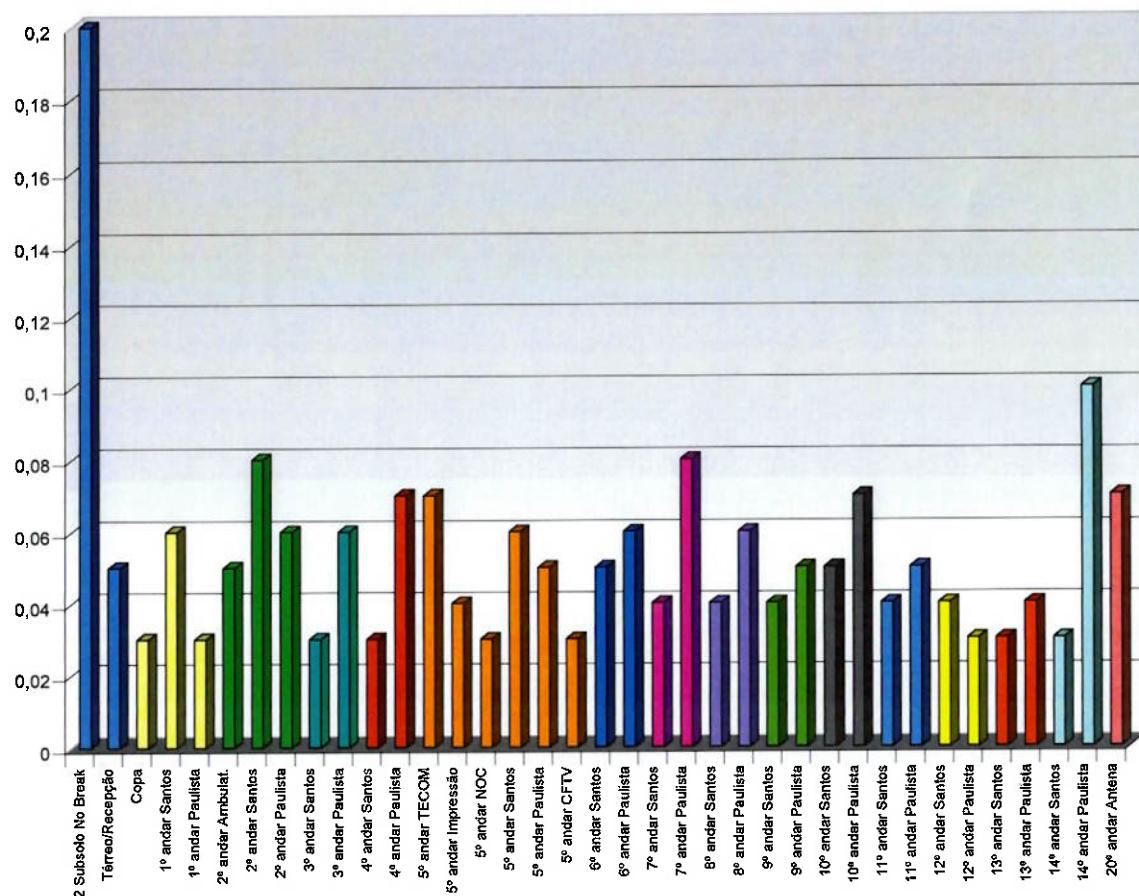


#### 4.2.3.3. Velocidade do ar

O Valor Máximo Recomendável (VRM) de operação da Velocidade do Ar, ao nível de 1,5m do piso, na região de influência e distribuição do ar é de menos 0,25 m/s.

Os valores ficaram dentro do recomendável, com valor máximo obtido de 0,2 m/s.

Gráfico 6 – Velocidade do ar (m/s x local)



#### 4.3. DISCUSSÃO

Todas as coletas realizadas seguiram os padrões de amostragem determinado pela ANVISA RE 09 (2003).

Os resultados mostraram que as concentrações de fungos não apresentaram resultado acima do limite estabelecido, ou seja, as concentrações encontradas não trariam danos à saúde dos usuários.

As temperaturas tiveram altos índices de pontos fora do padrão o que pode gerar um desconforto para os ocupantes dos ambientes.

Porém, podemos dizer que os limites estabelecidos pela ANVISA RE 09 (2003) para temperatura é questionável devido à suscetibilidade individual, ao tipo de atividade e as condições de ocupação do local.

O item mais preocupante que esta fora do padrão é o alto nível de CO<sub>2</sub> nos ambientes é tecnicamente inviável, devido ao projeto, o aumento da renovação do ar interno. Então está sendo testadas novas formas de manter os níveis dentro do padrão. Atualmente, foi instalado um sistema com tecnologia orgânica que tem a química fina dos terpenos, ativos contidos nos óleos das plantas, como base para soluções ambientais.

Essa tecnologia é chamada de Terpenos Modificados. Ela devolve a solubilidade aos terpenos exponenciando as propriedades de neutralização de odores, solvência e ação microbiana.

Não será possível a verificação da eficácia devido ao sistema não estar completamente instalado até o término deste estudo.

Também questionamos o parâmetro estabelecido pela ANVISA RE 09 (2003) para o nível de CO<sub>2</sub>.

A concentração máxima de CO<sub>2</sub> de 1000 ppm no ambiente interno é citada como critério de qualidade de ar. Este critério supõe as seguintes condições essenciais, porém não explicitadas, o que leva à interpretação distorcida: a concentração no ar exterior é assumida arbitrariamente em 300 ppm (quando normalmente este valor oscila entre 400 ppm a 600 ppm). Uma medição acima de 1000 ppm não indica que o critério não é satisfeito, desde que a medição não ultrapasse em mais de 700 ppm a concentração no ar exterior. ABNT NBR 16401-3 (2008).

## 5. CONCLUSÃO

A preocupação com o ar interno dos edifícios é um tema que se relaciona não só ao bem-estar físico como pode impactar em sérios danos à saúde dos seus ocupantes, a ponto de já ser possível identificar doenças a partir de concentração de contaminantes presentes no ar interno.

Uma boa qualidade de ar interno passa por diversos cuidados, desde o uso de materiais e produtos adequados a uma manutenção apropriada dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado.

Mudanças na distribuição do espaço são comuns em escritórios e este fato é de grande importância para que o sistema de ar condicionado continue suprindo as necessidades desejadas, portanto antes de realizar uma mudança deve-se verificar se o sistema de refrigeração continuará eficiente.

No monitoramento realizado, percebe-se que o controle da temperatura está deficiente, demonstrando a necessidade de uma investigação mais aprofundada no sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado, suas manutenções, dimensionamento, etc.

No conjunto de resultados, a temperatura pode gerar algum desconforto a seus ocupantes, nos outros itens podemos dizer que estão sob controle, apesar de alguns pontos apresentarem-se com o teor de dióxido de carbono e umidade acima do especificado, onde uma investigação pontual deve ser realizada.

A divulgação dos resultados é de extrema importância, pois posiciona os ocupantes do edifício quanto à qualidade do ar interno, promovendo uma conscientização que uma boa qualidade de ar interno é necessária, para o conforto e saúde de todos.

## LISTA DE REFERÊNCIA

ALEXANDRE, CELSO SIMÕES. **Qualidade do ar interior e a contribuição dos sistemas de ar condicionado.** In: Qualidade do ar interior em sistemas de ar condicionado. Portaria 3523/98: Economia de Energia com Qualidade do Ar Interior. Apostila ABRAVA/ SINDRATAR. São Paulo: 1998 p.5.

BRICKUS, L. S. R. e AQUINO NETO, F. R., **A qualidade do ar de interiores e a Química**, Química Nova, Vol. 22, No. 1, pp. 65-74, 1999. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/qn/v22n1/1140.pdf](http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n1/1140.pdf). Acesso em: 14 fev. 2010.

BURGE, H.A.: **Airbone contagious disease.** In Bioaerosols, H.A. Burge, ed. Boca Raton, Fla.: CRC/Lewis Publishers, 1995. pp.27-47

COLLIGAN, M.J.: **The psychological effects of indoor air pollution.** Bull. N.Y. Acad. Med. 57:1024-1026 (1981)

EPA - United States Environmental Protection Agency. **Indoor Air Facts No.4 (revised): Sick Building Syndrome (SBS), Indoor Environments Division, Office of Tadiation and Indoor Air.** 1991. Disponível em : <<http://epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>> Acesso em: 03 nov. 2006.

HARRIET, M.E. HOYER, E.C. GUNDERSON, C.C. BOBENHAUSEN.: **Indoor Air Quality - The Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management,** 2003.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION – ILO, **Encyclopedia of Occupational Health and Safety**, cap.45 – Indoor Environmental Control, 4<sup>th</sup> ed., 1998, pp. 45.1-45.26

KREISS, K., AND M.J. HODGSON: **Building associated epidemics.** In **Indoor Air Quality**, P.J.Walsh, C.S. Dudney, and E.D. Copenhauer, eds. Boca Raton, Fla.: CRC mPress Inc., 1984. pp87-106

LEBOWITZ, M.D.: **Health effects of indoor air pollutants**. Annu. Rev. Publ. Health 4:203-221 (1983)

LOOI, P.L. e GOH, K. T.; **Sick Building Syndrome: Na Emerging Stress-Related Disorder?**. International Journal of Epidemiology, v. 26, n. 6, p.1244-1249, 1997.

MELIUS,J., K. WALLINGFORD, J. CARPENTER, AND R. KEENLYSIDE: **Indoor air quality: The NIOSH experience (evaluation of environmental office problems)**. Ann. A. Conf. Ind. Hyg. 10:3-7 (1984)

MORRISON, GC.; NAZAROFF, W.W.; CANO-RUIZ, J.A.; HODGSON, A.T.; MODERA, M.P. **Indoor air quality impacts of ventilation ducts: ozone removal and emissions of volatile organic compounds**. J. Air & Waste Manage. Assoc. V48, pp 941-952, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, COMMITTEE ON PASSIVE SMOKING: **Environmental Tobacco Smoke: Measuring Exposures and Assessing Health Effects**, Washington, D.C.: National Academy Press, 1986.

NOGUCHI, T; FUGISHIMA, A. Photocatalytic Degradation of gaseous Formaldehyde Using TiO<sub>2</sub> Film. Environmental Science & Technology, v.32, n.23, p.3831-3833, 1998. Disponível em: <http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/esthag/1998/32/i23/abs/es980299+.html>. Acesso em: 28 fev. 2010.

PASAGUI, M. V. M., **Sick Building Syndrome and its multifactorial causes: a review**. Department of science and technology Bicutan, Taguig, Metro Manilla, Philippines. 2003. Disponível em:  
<http://www.cleanairnet.org/baq2003/1496/article-58116.html>. Acesso em: 23 fev. 2010.

PASCHOALINO, M.P. **Utilização da fotocatálise heterogênea na desinfecção de atmosferas confinadas**. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006. Disponível em:

<<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/ficha70000.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2010.

UNITED STATES. Consumer Product Safety Commission (CPSC), **Indoor Air Pollution: Introduction for Health Professionals**, CPSC Document #455. Disponível em:

<<http://www.cpsc.gov/cpscpub/pubs/455.html#Diag%20Quick%20Ref>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

WOLKOFF, P., **A new approach for indoor climate labeling of building materials – emission testing, modeling, and comfort evaluation**, Atmospheric Evaluation, V. 30, No.15, pp. 2679-2689, 1996. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

WOLVERTON, B. C., **A Study of Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement**, An Interim Report, NASA-TM-108061, july 1989. Disponível em:

<[http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930072988\\_1993072988.pdf](http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930072988_1993072988.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2010.

WONG, L. T.; MUI, K. W.; FONG, N. K., **A humanized adaptive baseline information technology (HABIT) algorithm for a building management system**, Building Serv. Eng. Res. Technology, Vol. 27, No. 4, pp. 341-347, 2006. Disponível em: <<http://bse.sagepub.com/cgi/reprint/27/4/341.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

## LISTA DE REFERÊNCIAS CONSULTADAS

AFONSO, M. S. M. ; TIPPLE, A. F. V. et al. **A qualidade do ar em ambientes hospitalares climatizados e sua influência na ocorrência de infecções**, Revista Eletrônica de Enfermagem, Vol. 06, No. 2, pp. 181-188, 2004. Disponível em: <[www.fen.ufg.br/revista/revista6\\_2/pdf/Orig5\\_ar.pdf](http://www.fen.ufg.br/revista/revista6_2/pdf/Orig5_ar.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2010.

ANDES, G. G., **The Effect of Carpet Fiber on the Growth of *Dermatophagoides farinae* in a Controlled Environment**, 2000, 85p. Dissertação (Master of Science) - Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia/USA, 2000. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-12182000-153119/unrestricted/etd.pdf.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 12085**: Agentes químicos no ar – coleta de aerodispersoides por filtração, 1991.

\_\_\_\_\_. **NBR 16401-2**: Instalação de ar condicionado –sistemas centrais e unitários. Parte 2: parâmetros de conforto térmico, 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 16401-3**: Instalação de ar condicionado –sistemas centrais e unitários. Parte 3: Qualidade do ar interior, 2008.

BRASIL, Instituto Nacional de Metrologia - INMETRO, **Qualidade do ar em estabelecimentos de uso público e coletivo**, 24/02/2002. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/qualidadedoAr.asp>>. Acesso em 27 fev. 2010.

DILGUERIAN, M.G. **Síndrome do Edifício Doente – Responsabilidade Civil da Municipalidade diante do Estatuto da Cidade**. São Paulo. Letras Jurídicas, 2005. 269p.

ERDMANN, C. A.; STEINER, K. C. e APTE, M. G. **Indoor Carbon Dioxide Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in the Base Study**

**Revisited: Analyses of the 100 Building Dataset.** Proceedings: Indoor Air, p.443-448, 2002. Disponível em: <<http://repositories.cdlib.org/lbnl/LBNL-49584/>>. Acesso em: 05 dez. 2009.

**FISK, W., How IEQ Affects Health, Productivity,** ASHRAE Journal, Vol. 44, No. 5, pp. 56-60, 2002. Disponível em: <<http://doas.psu.edu/fisk.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2010.

**GIODA, A. e AQUINO NETO, F.R., Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil,** Química Nova, Vol. 26, No. 3, pp.359-365, 2003a. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/qn/v26n3/15662.pdf](http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n3/15662.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não-industriais no Brasil: uma abordagem comparativa.** Caderno de Saúde Pública, v.19, n.5, p.1389-1397, set-out 2003b. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/csp/v19n5/17811.pdf](http://www.scielo.br/pdf/csp/v19n5/17811.pdf)>. Acesso em: 03 fev. 2010.

**HETES, R.; MOORE, M.; NORTHEIM, C., Office Equipment: Design, Indoor, Air Emissions, an Pollution Prevention Opportunities,** Environmental Protection Agency: Center for Environmental Research Information, Project Summary EPA/600/SR-95/045, June 1995. Disponível em: <[www.p2pays.org/ref/07/06260.pdf](http://www.p2pays.org/ref/07/06260.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2009.

**KULCSAR NETO, F & SIQUEIRA, LFG. Padrões Referenciais para Análise de Resultados de Qualidade Microbiológica do Ar em Interiores Visando a Saúde Pública no Brasil - Revista da Brasindoor . 2 (10): 4-21,1999.**

**LEITE, B.C.C. Sistemas de ar condicionado com insuflamento pelo piso em ambientes de escritórios: avaliação do conforto térmico e condições de operação.** 2003, 162p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

METZGER, A. S., **Assurance of indoor environmental quality through building diagnostics at schematic design**, 1998, 116p. Dissertação (Mestrado). Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia/USA, 1998. Disponível em: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-012899-103422/unrestricted/ETD.PDF>. Acesso em: 20 jan. 2010.

NAZAROFF, W. W.; COLEMAN, B.K.; DESTAILLATS, H.; HODGSON, A.T.; LIU, D.L.; LUNDEN, M.M; SINGER, B.C.; WESCHLER, C.J. **Indoor air chemistry: cleaning agents, ozone and toxic air contaminants**, Final Report: Contract No. 01-336, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, April 2006. Disponível em: <[www.arb.ca.gov/research/apr/past/01-336\\_a.pdf](http://www.arb.ca.gov/research/apr/past/01-336_a.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2010.

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION - OSHA. **OSHA Technical Manual (OTM)**. TED 1-0.15A, January, 1999. Disponível em: <[http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_toc.html](http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_toc.html)>. Acesso em: 12 fev. 2010.

OOI, P.L. et al. **Epidemiology of sick building syndrome and its associated risk factors in Singapore**. Occupational and Environmental Medicine, London, v.55, p.188-193, 1998. Disponível em: <http://oem.bmjjournals.com/cgi/content/abstract/55/3/188>. Acesso em: 28 de jan. 2010.

PALHARES, R. B., **Estudo do Funcionamento de uma Máquina Fotocopiadora**, Projeto de Instrumentação de Ensino F-809, Instituto de Física/UNICAMP, novembro de 2002.

PREZIOSI, P.; CZERNICHOW, S.; GEHAMNO, P.; HERCBERG, S. **Workplace air-conditioning and health services attendance among French middle-aged women: a prospective cohort study**, International Journal of Epidemiology, Oxford, v.33, p.1120-1123, 2004. Disponível em: <<http://ije.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/33/5/1120>>. Acesso em: 25 fev. 2010.

SANTOS, U.P; RUMEL, D.; MARTARELLO, N.A.; FERREIRA, C.S.W.; MATOS, M.P. **Síndrome dos edifícios doentes em bancários.** Revista de Saúde Pública, v.26, n.6, dez 1992. Disponível em:  
[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89101992000600005&lng=pt&nrm=iso/htm](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101992000600005&lng=pt&nrm=iso/htm). Acesso em: 15 jan. 2010.

SEPPANEN, O.; FISK, W. J., **Relationship os SBS symptoms and ventilation system type in office buildings**, Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, March 2002. (Report LBNL – 50046). Disponível em:  
<http://eetd.lbl.gov/iep/pdf/LBNL-50046.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2010.

SILVA JR., JANÍZARO PEREIRA; **Combate ao desperdício de energia.** 2005, 203p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2005. Disponível em:  
[www.mestradoeletrica.ufjf.br/dissertacoes/dissertacao\\_janizaro.pdf](http://www.mestradoeletrica.ufjf.br/dissertacoes/dissertacao_janizaro.pdf). Acesso em: 25 jan. 2010.

STERLING, D.; COLLETT, D.; RUMEL, D., **A epidemiologia dos “edifícios doentes”**, Revista de Saúde Pública, Vol. 25, No. 1, pp. 56-63, 1991. Disponível em:  
[www.scielo.br/pdf/rsp/v25n1/12.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rsp/v25n1/12.pdf). Acesso em: 25 jan. 2010.

STRAUS, D. C. e COOLEY, J. D., **The Role of Fungi in Sick Building Syndrome.**

SUEYOSHI, KENNY HIROYASSU, **Síndrome do edifício doente – a importância da qualidade do ar de interiores como prevenção ao absenteísmo e à baixa produtividade / Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional).** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. K.H. Sueyoshi – São Paulo, 2007

THÖRN, A., **The emergence and preservation of sick building syndrome.** 1999. 84p. Dissertação (Mestrado) – Department of Public Health Sciences, Karolinska Institute. Stockholm, Sweden, 1999. Academic dissertation that pursues etc. of doctor diploma in medical culture at Karolinska the institute offentligen is defended in the lecture ward, The institution for Folkhälsovetenskap, the department for

Socialmedicin Northern backs, flat 2 Friday June 11, 1999 kl. Disponível em: <<http://diss.kib.ki.se/1999/91-628-3555-6/thesis.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

**TSI INCORPORATED, Indoor Air Quality Handbook – A Practical Guide to Indoor Air Quality Investigations, 2003.** Disponível em: <[www.tsi.se/documents/2980187B-IAQ%20Handbook.pdf](http://www.tsi.se/documents/2980187B-IAQ%20Handbook.pdf)>. Acesso em: 05 fev. 2010.

**UNITED STATES. CARPET AND RUG INSTITUTE. Carpet and Indoor Air Quality, CRI Technical Bulletin. Dalton, Georgia. February, 1999, 5p.** Disponível no site: <<http://www.carpet-rug.org/>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

**UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Indoor Air Facts No. 4 (revised): Sick Building Syndrome (SBS),** Indoor Environments Division, Office of Radiation and Indoor Air. 1991. Disponível em: <<http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>>. Acesso em: 27 fev. 2010.

**UNIVERSITY OF CALIFORNIA, Indoor Air Quality Tools: Education, Prevention, and Investigation,** Indoor Air Quality Work Group, Feb. 2003. Disponível em: <<http://ehs.ucdavis.edu/ftp/ucih/iaqtools.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2010.

**WONG, N.H.; HUANG, B. Comparative study of the indoor air quality of naturally ventilated and air-conditioned bedrooms of residential buildings in Singapore.** Building and Environment, v.39, p.1115-1123, 2004.

**YU, C; CRUMP, D. A Review of the Emission of VOCs from Polymeric Materials used in Buildings.** Building and Environment, v.33, n.6, p.357-374, 1998.

## ANEXO – A

### ANVISA RE 09 (2003)

#### RESOLUÇÃO - RE Nº 9, DE 16 DE JANEIRO DE 2003

O Diretor da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere a Portaria nº 570, do Diretor Presidente, de 3 de outubro de 2002;

- considerando o § 3º, do art. 111 do Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000,

- considerando a necessidade de revisar e atualizar a RE/ANVISA nº 176, de 24 de outubro de 2000, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo, frente ao conhecimento e a experiência adquiridos no país nos dois primeiros anos de sua vigência;

- considerando o interesse sanitário na divulgação do assunto;

- considerando a preocupação com a saúde, a segurança, o bem-estar e o conforto dos ocupantes dos ambientes climatizados;

- considerando o atual estágio de conhecimento da comunidade científica internacional, na área de qualidade do ar ambiental interior, que estabelece padrões referenciais e/ou orientações para esse controle;

- considerando o disposto no art. 2º da Portaria GM/MS nº 3.523, de 28 de agosto de 1998; - considerando que a matéria foi submetida à apreciação da Diretoria Colegiada que a aprovou em reunião realizada em 15 de janeiro de 2003, resolve:

Art. 1º Determinar a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões

Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, em anexo.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

CLÁUDIO MAIEROVITCH PESSANHA HENRIQUES

## ANEXO

### ORIENTAÇÃO TÉCNICA ELABORADA POR GRUPO TÉCNICO ASSESSOR SOBRE PADRÕES REFERENCIAIS DE QUALIDADE DO AR INTERIOR EM AMBIENTES CLIMATIZADOS ARTIFICIALMENTE DE USO PÚBLICO E COLETIVO

#### I - HISTÓRICO

O Grupo Técnico Assessor de estudos sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, foi constituído pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, no âmbito da Gerência Geral de Serviços da Diretoria de Serviços e Correlatos e instituído por membros das seguintes instituições:

Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e de Qualidade do Ar de Interiores/BRASINDOOR, Laboratório Noel Nutels

Instituto de Química da UFRJ, Ministério do Meio Ambiente, Faculdade de Medicina da USP, Organização Panamericana de Saúde/OPAS, Fundação Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO/MTb, Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial/INMETRO, Associação Paulista de Estudos e Controle de Infecção Hospitalar/APECIH e, Serviço de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde/RJ, Instituto de Ciências Biomédicas - ICB/USP e Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Reuniu-se na cidade de Brasília/DF, durante o ano de 1999 e primeiro semestre de 2000, tendo como metas:

1. estabelecer critérios que informem a população sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, cujo desequilíbrio poderá causar agravos à saúde dos seus ocupantes;
2. instrumentalizar as equipes profissionais envolvidas no controle de qualidade do ar interior, no planejamento, elaboração, análise e execução de projetos físicos e nas ações de inspeção de ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.

Reuniu-se na cidade de Brasília/DF, durante o ano de 2002, tendo como metas:

1. Promover processo de revisão na Resolução ANVISA-RE 176/00
2. Atualizá-la frente a realidade do conhecimento no país.
3. Disponibilizar informações sobre o conhecimento e a experiência adquirida nos dois primeiros anos de vigência da RE 176.

## II - ABRANGÊNCIA

O Grupo Técnico Assessor elaborou a seguinte Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, no que diz respeito a definição de valores máximos recomendáveis para contaminação biológica, química e parâmetros físicos do ar interior, a identificação das fontes poluentes de natureza biológica, química e física, métodos analíticos ( Normas Técnicas 001, 002, 003 e 004 ) e as recomendações para controle (Quadros I e II ).

Recomendou que os padrões referenciais adotadas por esta Orientação Técnica sejam aplicados aos ambientes climatizados de uso público e coletivo já existentes e aqueles a serem instalados. Para os ambientes climatizados de uso restrito, com exigências de filtros absolutos ou instalações especiais, tais como os que atendem a processos produtivos, instalações hospitalares e outros, sejam aplicadas as normas e regulamentos específicos.

## III - DEFINIÇÕES

Para fins desta Orientação Técnica são adotadas as seguintes definições, complementares às adotadas na Portaria GM/MS n.º 3.523/98:

- a) Aerodispersóides: sistema disperso, em um meio gasoso, composto de partículas sólidas e/ou líquidas. O mesmo que aerosol ou aerossol.
- b) ambiente aceitável: ambientes livres de contaminantes em concentrações potencialmente perigosas à saúde dos ocupantes ou que apresentem um mínimo de 80% dos ocupantes destes ambientes sem queixas ou sintomatologia de desconforto, 2

- c) ambientes climatizados : são os espaços fisicamente determinados e caracterizados por dimensões e instalações próprias, submetidos ao processo de climatização, através de equipamentos.
- d) ambiente de uso público e coletivo: espaço fisicamente determinado e aberto a utilização de muitas pessoas.
- e) ar condicionado: é o processo de tratamento do ar, destinado a manter os requerimentos de Qualidade do Ar Interior do espaço condicionado, controlando variáveis como a temperatura, umidade, velocidade, material particulado, partículas biológicas e teor de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- f) Padrão Referencial de Qualidade do Ar Interior : marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como sentinel para determinar a necessidade da busca das fontes poluentes ou das intervenções ambientais
- g) Qualidade do Ar Ambiental Interior: Condição do ar ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial.
- h) Valor Máximo Recomendável: Valor limite recomendável que separa as condições de ausência e de presença do risco de agressão à saúde humana.

#### IV - PADRÕES REFERENCIAIS

Recomenda os seguintes Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo.

1 - O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser  $\leq 750$  ufc/m<sup>3</sup> de fungos, para a relação I/E  $\leq 1,5$ , onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e E é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

NOTA: A relação I/E é exigida como forma de avaliação frente ao conceito de normalidade, representado pelo meio ambiente exterior e a tendência epidemiológica de amplificação dos poluentes nos ambientes fechados.

1.1 - Quando o VMR for ultrapassado ou a relação I/E for  $> 1,5$ , é necessário fazer um diagnóstico de fontes poluentes para uma intervenção corretiva.

1.2 - É inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos.

2 - Os Valores Máximos Recomendáveis para contaminação química são:

2.1 - 1000 ppm de dióxido de carbono - ( CO<sub>2</sub> ), como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar.

2.2 - 80 µg/m<sup>3</sup> de aerodispersóides totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado.

NOTA: Pela falta de dados epidemiológicos brasileiros é mantida a recomendação como indicador de renovação do ar o valor = 1000 ppm de Dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>

3 - Os valores recomendáveis para os parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, deverão estar de acordo com a NBR 16401 - Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto - Parâmetros Básicos de Projeto da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

3.1 - a faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para verão, deverá variar de 23°C a 26°C, com exceção de ambientes de arte que deverão operar entre 21°C e 23°C. A faixa máxima de operação deverá variar de 26,5°C a 27°C, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 28°C. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação deverá variar de 20°C a 22°C.

3.2 - a faixa recomendável de operação da Umidade Relativa, nas condições internas para verão, deverá variar de 40% a 65%, com exceção de ambientes de arte que deverão operar entre 40% e 55% durante todo o ano. O valor máximo de operação deverá ser de 65%, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 70%. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. Para condições internas para inverno, a faixa recomendável de operação deverá variar de 35% a 65%.

3.3 - o Valor Máximo Recomendável - VMR de operação da Velocidade do Ar, no nível de 1,5m do piso, na região de influência da distribuição do ar é de menos 0,25 m/s.

3.4 - a Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m<sup>3</sup>/hora/pessoa, exceto no caso específico de ambientes com alta

rotatividade de pessoas. Nestes casos a Taxa de Renovação do Ar mínima será de 17 m<sup>3</sup>/hora/pessoa, não sendo admitido em qualquer situação que os ambientes possuam uma concentração de CO<sub>2</sub>, maior ou igual a estabelecida em IV-2.1, desta Orientação Técnica.

3.5 - a utilização de filtros de classe G1 é obrigatória na captação de ar exterior. O Grau de Pureza do Ar nos ambientes climatizados será obtido utilizando-se, no mínimo, filtros de classe G-3 nos condicionadores de sistemas centrais, minimizando o acúmulo de sujidades nos dutos, assim como reduzindo os níveis de material particulado no ar insuflado.

Os padrões referenciais adotados complementam as medidas básicas definidas na Portaria GM/MS n.º 3.523/98, de 28 de agosto de 1998, para efeito de reconhecimento, avaliação e controle da Qualidade do Ar Interior nos ambientes climatizados. Deste modo poderão subsidiar as decisões do responsável técnico pelo gerenciamento do sistema de climatização, quanto a definição de periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema, desde que asseguradas as freqüências mínimas para os seguintes componentes, considerados como reservatórios, amplificadores e disseminadores de poluentes.

Componente	Periodicidade
Tomada de ar externo	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Unidades filtrantes	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Bandeja de condensado	Mensal*
Serpentina de aquecimento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Serpentina de resfriamento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Umidificador	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Ventilador	Semestral
Plenum de mistura/casa de máquinas	Mensal

\* - Exetuando na vigência de tratamento químico contínuo que passa a respeitar a periodicidade indicada pelo fabricante do produto utilizado.

## V - FONTES POLUENTES

Recomenda que sejam adotadas para fins de pesquisa e com o propósito de

levantar dados sobre a realidade brasileira, assim como para avaliação e correção das situações encontradas, as possíveis fontes de poluentes informadas nos Quadros I e II.

#### QUADRO I

##### 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,	Realizar a limpeza e a conservação das torres de resfriamento; higienizar os reservatórios e bandejas de condensado
	umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes.	ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar as infiltrações; higienizar as superfícies.
Fungos	Ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fungica, 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 cultivo em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidroponia); utilizar filtros G-1 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 da renovação de ar; evitar a presença de pessoas infetadas 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 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 revestimentos.
Animais	Roedores, morcegos e aves.	Restringir o acesso, controlar os roedores, os morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos.

## QUADRO II

Possíveis fontes de poluentes químicos <sup>7</sup>

Agentes químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
CO	Combustão (cigarros, queimadores de fogões e veículos automotores).	Manter a captação de ar exterior com baixa concentração de poluentes; restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; eliminar a infiltração de CO proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
CO <sub>2</sub>	Produtos de metabolismo humano e combustão.	Aumentar a renovação de ar externo; restringir as fontes de combustão e o tabagismo em áreas fechadas; eliminar a infiltração de fontes externas.
NO <sub>2</sub>	Combustão.	Restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; impedir a infiltração de NO <sub>2</sub> proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
O <sub>3</sub>	Máquinas copiadoras e impressoras a laser.	Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores, com exaustão do ambiente ou enclausuramento em locais exclusivos para os equipamentos que apresentem grande capacidade de produção de O <sub>3</sub> .
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, cola, produtos de limpeza domissanitários	Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário que possuam ou emitam menos formaldeído; usar produtos domissanitários que não contenham formaldeído.
Material particulado	Poeira e fibras.	Manter filtragem de acordo com NBR-6402 da ABNT; evitar isolamento termo-acústico que possa emitir fibras minerais, orgânicas ou sintéticas para o ambiente climatizado; reduzir as fontes internas e externas; higienizar as superfícies fixas e mobiliários sem o uso de vassouras, escovas ou espanadores; selecionar os materiais de construção e acabamento com menor porosidade; adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores (vide biológicos); restringir o tabagismo em áreas fechadas.
Fumo de tabaco	Queima de cigarro, charuto, cachimbo, etc.	Aumentar a quantidade de ar externo admitido para renovação e/ou exaustão dos poluentes; restringir o tabagismo em áreas fechadas.

COV	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza e domissanitários, solventes, materiais de revestimento, tintas, colas, etc.	Selecionar os materiais de construção, acabamento, mobiliário; usar produtos de limpeza e domissanitários que não contenham COV ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade.
COS-V	Queima de combustíveis e utilização de pesticidas.	Eliminar a contaminação por fontes pesticidas, inseticidas e a queima de combustíveis; manter a captação de ar exterior afastada de poluentes.

COV - Compostos Orgânicos Voláteis.

COS-V - Compostos Orgânicos Semi- Voláteis.

Observações - Os poluentes indicados são aqueles de maior ocorrência nos ambientes de interior, de efeitos conhecidos na saúde humana e de mais fácil detecção pela estrutura laboratorial existente no país.

Outros poluentes que venham a ser considerados importantes serão incorporados aos indicados, desde que atendam ao disposto no parágrafo anterior.

## VI - AVALIAÇÃO E CONTROLE

Recomenda que sejam adotadas para fins de avaliação e controle do ar ambiental interior dos ambientes climatizados de uso coletivo, as seguintes Normas Técnicas 001, 002, 003 e 004.

Na elaboração de relatórios técnicos sobre qualidade do ar interior, é recomendada a NBR-10.719 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

### NORMA TÉCNICA 001

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem e Análise de Bioaerosol em Ambientes Interiores.

### MÉTODO ANALÍTICO

OBJETIVO: Pesquisa, monitoramento e controle ambiental da possível colonização, multiplicação e disseminação de fungos em ar ambiental interior.

## DEFINIÇÕES:

**Bioaerosol:** Suspensão de microorganismos (organismos viáveis) dispersos no ar.

**Marcador epidemiológico:** Elemento aplicável à pesquisa, que determina a qualidade do ar ambiental.

**APLICABILIDADE:** Ambientes de interior climatizados, de uso coletivo, destinados a ocupações comuns (não especiais).

**MARCADOR EPIDEMIOLÓGICO:** Fungos viáveis.

**MÉTODO DE AMOSTRAGEM:** Amostrador de ar por impactação com acelerador linear.

**PERIODICIDADE:** Semestral.

### FICHA TÉCNICA DO AMOSTRADOR:

<b>Amostrador:</b> Impactador de 1, 2 ou 6 estágios.	
<b>Meio de Cultivo:</b> Agar Extrato de Malte, Ágar Sabouraud Dextrose a 4%, Agar Batata Dextrose ou outro, desde que cientificamente validado.	
<b>Taxa de Vazão:</b> fixa entre 25 a 35 l/min, sendo recomendada 28,3 l/min.	
<b>Tempo de Amostragem:</b> de 5 a 15 minutos, dependendo das especificações do amostrador. <b>Volume Mínimo:</b> 140 l	
<b>Volume Máximo:</b> 500 l	
<b>Embalagem:</b> Rotina de embalagem para proteção da amostra com nível de biossegurança 2 (recipiente lacrado, devidamente identificado com símbolo de risco biológico)	
<b>Transporte:</b> Rotina de embalagem para proteção da amostra com nível de biossegurança 2 (recipiente lacrado, devidamente identificado com símbolo de risco biológico)	
<b>Nota:</b> Em áreas altamente contaminadas, pode ser recomendável uma amostragem com tempo e volume menores.	
<b>Calibração:</b> Semestral	<b>Exatidão:</b> $\pm 0,02$ l/min. <b>Precisão:</b> $\pm 99,92$ %

## ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

- selecionar 01 amostra de ar exterior localizada fora da estrutura predial na altura de 1,50 m do nível da rua.
- Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	3
2.000 a 3.000	5
3.000 a 5.000	8
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

- as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.
- os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

**PROCEDIMENTO LABORATORIAL:** Método de cultivo e quantificação segundo normatizações universalizadas. Tempo mínimo de incubação de 7 dias a 250C., permitindo o total crescimento dos fungos.

**BIBLIOGRAFIA:** "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater".

17 th ed. APHA, AWWA, WPC.F; "The United States Pharmacopeia". USP, XXIII ed., NF XVIII, 1985.

NIOSH- National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air) 0800, Fourth Edition.

IRSST - Institute de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail du Québec, Canada, 1994.

Members of the Technical Advisory Committee on Indoor Air Quality, Commission of Public Health Ministry of the Environment - Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises, Singapore.

## NORMA TÉCNICA 002

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem e Análise da Concentração de Dióxido de Carbono em Ambientes Interiores.

### MÉTODO ANALÍTICO

**OBJETIVO:** Pesquisa, monitoramento e controle do processo de renovação de ar em ambientes climatizados.

**APLICABILIDADE:** Ambientes interiores climatizados, de uso coletivo.

**MARCADOR EPIDEMIOLÓGICO:** Dióxido de carbono ( CO<sub>2</sub> ).

**MÉTODO DE AMOSTRAGEM:** Equipamento de leitura direta.

**PERIODICIDADE:** Semestral.

### FICHA TÉCNICA DOS AMOSTRADORES:

<b>Amostrador:</b> Leitura Direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo ou célula eletroquímica.	
<b>Calibração:</b> Anual ou de acordo com especificação do fabricante.	<b>Faixa:</b> de 0 a 5.000 ppm. <b>Exatidão:</b> $\pm 50 \text{ ppm} + 2\% \text{ do valor medido}$

### ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

- Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	3
2.000 a 3.000	5
3.000 a 5.000	8
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

- as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.
- os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

**PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM:** As medidas deverão ser realizadas em horários de pico de utilização do ambiente.

### **NORMA TÉCNICA 003**

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem. Determinação da Temperatura, Umidade e Velocidade do Ar em Ambientes Interiores.

### **MÉTODO ANALÍTICO**

**OBJETIVO:** Pesquisa, monitoramento e controle do processo de climatização de ar em ambientes climatizados.

**APLICABILIDADE:** Ambientes interiores climatizados, de uso coletivo.

**MARCADORES:** Temperatura do ar (°C) Umidade do ar ( % ) Velocidade do ar ( m/s).

**MÉTODO DE AMOSTRAGEM:** Equipamentos de leitura direta. Termo-higrômetro e Anemômetro.

**PERIODICIDADE:** Semestral.

## FICHA TÉCNICA DOS AMOSTRADORES:

<b>Amostrador:</b> Leitura Direta - Termo-higrômetro. <b>Princípio de operação:</b> Sensor de temperatura do tipo termo-resistência. Sensor de umidade do tipo capacitivo ou por condutividade elétrica.	
Calibração: Anual	Faixa: 0° C a 70° C de temperatura 5% a 95 % de umidade Exatidão: $\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ de temperatura $\pm 5\%$ do valor medido de umidade

<b>Amostrador:</b> Leitura Direta - Anemômetro. <b>Princípio de operação:</b> Preferencialmente de sensor de velocidade do ar do tipo fio aquecido ou fio térmico.	
Calibração: Anual	Faixa: de 0 a 10 m/s Exatidão: $\pm 0,1 \text{ m/s} \pm 4\%$ do valor medido

## ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

- Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

Área construída (m <sup>2</sup> )	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	3
2.000 a 3.000	5
3.000 a 5.000	8
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

- as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isolada-mente.
- os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada, para o Termo-higrômetro e no espectro de ação do difusor para o Anemômetro.

## Norma Técnica 004

Qualidade do Ar Ambiental Interior. Método de Amostragem e Análise de Concentração de Aerodispersóides em Ambientes Interiores.

## MÉTODO ANALÍTICO

**OBJETIVO:** Pesquisa, monitoramento e controle de aerodispersóides totais em ambientes interiores climatizados.

**APLICABILIDADE:** Ambientes de interior climatizados, de uso coletivo, destinados a ocupações comuns (não especiais).

**MARCADOR EPIDEMIOLÓGICO:** Poeira Total ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**MÉTODO DE AMOSTRAGEM:** Coleta de aerodispersóides por filtração (MB-3422 da ABNT).

**PERIODICIDADE:** Semestral.

### FICHA TÉCNICA DO AMOSTRADOR:

Amostrador: Unidade de captação constituída por filtros de PVC, diâmetro de 37 mm e porosidade de 5 $\mu\text{m}$ de diâmetro de poro específico para poeira total a ser coletada; Suporte de filtro em disco de celulose; Porta-filtro em plástico transparente com diâmetro de 37 mm.
Aparelhagem: Bomba de amostragem, que mantenha ao longo do período de coleta, a vazão inicial de calibração com variação de 5%.
Taxa de Vazão: 1,0 a 3,0 $\text{l}/\text{min}$ , recomendado 2,0 $\text{l}/\text{min}$ .
Volume Mínimo: 50 $\text{l}$
Volume Máximo: 400 $\text{l}$
Tempo de Amostragem: relação entre o volume captado e a taxa de vazão utilizada
Embalagem: Rotina
Calibração: Em cada procedimento de coleta se operado com bombas diafrágmáticas
Exatidão: $\pm 5\%$ do valor medido

### ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM:

- Definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, seguindo a tabela abaixo:

<b>Área construída (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Número mínimo de amostras</b>
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	3
2.000 a 3.000	5
3.000 a 5.000	8
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

- as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente.
- os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

PROCEDIMENTO DE COLETA: MB-3422 da ABNT.

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO DAS BOMBAS: NBR- 10.562 da ABNT

PROCEDIMENTO LABORATORIAL: NHO 17 da FUNDACENTRO

## VII - INSPEÇÃO

Recomenda que os órgãos competentes de Vigilância Sanitária com o apoio de outros órgãos governamentais, organismos representativos da comunidade e dos ocupantes dos ambientes climatizados, utilizem esta Orientação Técnica como instrumento técnico referencial, na realização de inspeções e de outras ações pertinentes nos ambientes climatizados de uso público e coletivo.

## VIII - RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Recomenda que os proprietários, locatários e prepostos de estabelecimentos com ambientes ou conjunto de ambientes dotados de sistemas de climatização com capacidade igual ou superior a 5 TR (15.000 kcal/h = 60.000 BTU/h), devam manter um responsável técnico atendendo ao determinado na Portaria GM/MS nº

3.523/98, além de desenvolver as seguintes atribuições:

- a) providenciar a avaliação biológica, química e física das condições do ar interior dos ambientes climatizados;
- b) promover a correção das condições encontradas, quando necessária, para que estas atendam ao estabelecido no Art. 4º desta Resolução;
- c) manter disponível o registro das avaliações e correções realizadas; e
- d) divulgar aos ocupantes dos ambientes climatizados os procedimentos e resultados das atividades de avaliação, correção e manutenção realizadas.

Em relação aos procedimentos de amostragem, medições e análises laboratoriais, considera-se como responsável técnico, o profissional que tem competência legal para exercer as atividades descritas, sendo profissional de nível superior com habilitação na área de química (Engenheiro químico, Químico e Farmacêutico) e na área de biologia (Biólogo, Farmacêutico e Biomédico) em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país e comprovação de Responsabilidade Técnica - RT, expedida pelo Órgão de Classe.

As análises laboratoriais e sua responsabilidade técnica devem obrigatoriamente estar desvinculadas das atividades de limpeza, manutenção e comercialização de produtos destinados ao sistema de climatização.