

MERCOFRIO 2000 - CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL

A QUALIDADE DO AR INTERIOR

Milton Serpa Menezes – milton@st.com.br

Universidade de Passo Fundo - Faculdade de Engenharia e Arquitetura

Cx. P. 611 – 99001-970 – Passo Fundo, RS, Brasil

***Resumo.** O homem moderno passa a maior parte de seu tempo em ambientes fechados. Recintos estes que, muitas vezes, não apresentam condições aceitáveis com relação à qualidade do ar interior, causando, assim, desconforto e distúrbios na saúde dos seus ocupantes. Além destes, são causados prejuízos econômicos pelo falta ao trabalho e com tratamentos de saúde dos trabalhadores destes espaços. No Brasil, ainda existem poucos estudos sobre o tema. O Ministério da Saúde, em 1998, editou uma Portaria regulamentando os serviços de manutenção em sistemas de ar condicionado central. Neste trabalho, procurou-se trazer e analisar alguns casos de avaliação ambiental de alguns edifícios do Rio Grande do Sul realizados por Dexheimer e Chahér da Pró-Ambiente. Encontrou-se concentrações de CO₂ no ambiente, significando que há deficiência na renovação de ar exterior. Da mesma forma as concentrações de particulados encontram-se próximas do limite. Com relação à avaliação microbiológica, constata-se que a bandeja de condensado é o principal foco de contaminação. Os que apresentam maiores riscos são Staphylococcus epidermis e Bacillus subtilis que podem provocar quadros alérgicos. Também foram identificados fungos considerados alergênicos: Penicillium sp e Aspergillus. Assim, devem tomar-se medidas de controle destes microorganismos, realizando-se análise microbiológica e higienização periódica, utilizando produtos germicidas biodegradáveis.*

***Palavras-chave:** Qualidade do ar, Síndrome dos edifícios doentes, Ar interior, Iaq, Sed*

1. Introdução

No mundo moderno somos submetidos diariamente a uma série de elementos estressores, como o trânsito congestionado, a poluição do ar, o ruído, a violência, problemas econômicos, desemprego, etc. A isto se somam as condições inadequadas dos ambientes interiores onde vivemos ou trabalhamos.

Os ambientes interiores que possuem o ar, responsável pelo suprimento de oxigênio indispensável à vida, podem estar contaminados por gases e partículas indesejáveis, ou então por outros elementos como iluminação deficiente, ruído elevado, ventilação inadequada e falta de condições ergonômicas. Num estudo feito no início dos anos 90, nos Estados Unidos, calculou-se que cerca de 30% dos mais de 4 milhões de edifícios comerciais tinham sérios problemas de qualidade de ar. Os problemas verificados foram tão sérios que a Agência de Proteção Ambiental chegou à seguinte conclusão: o impacto econômico anual em perda de produtividade e de ganhos causado por ausências e tratamentos de saúde passou dos US\$ 60 bilhões. No Brasil, numa amostragem na cidade de São Paulo, cerca de 30% dos prédios comerciais não atenderam a um padrão aceitável de qualidade do ar, conforme afirma Caruso (1998).

Diante da importância do tema, o presente trabalho visa apresentar um estudo de alguns casos de avaliação ambiental de edifícios comerciais no Brasil, mais especificamente no Rio Grande do Sul. Onde se apurará os principais contaminantes encontrados nestes ambientes e os efeitos que podem provocar no homem. Determinar os principais focos de contaminação do ar interior e apresentar medidas necessárias ao controle da qualidade deste ar.

2. Síndrome dos Edifícios Doentes

Os ocupantes de ambientes internos apresentam diversos sintomas relacionados a problemas de saúde que vão desde desconforto, ardência nos olhos, até problemas respiratórios sérios. Estas edificações inadequadas que provocam estes distúrbios deram origem à chamada “Síndrome dos Edifícios Doentes” (Sick Building Syndrome).

De acordo com a definição da Organização Mundial da Saúde (OMS), a Síndrome dos Edifícios Doentes (SED) “é um fenômeno geralmente associado ao ambiente de trabalho não industrial, que produz uma combinação de sintomas específicos ligados ao conforto e à saúde”, apresentado na Revista Fundacentro (setembro/97). “É uma combinação de sintomas gerais que afeta 20% ou mais dos ocupantes de um determinado ambiente fechado, com sintomatologias diversas, sem origens determinadas e que, quando os queixosos são afastados do ambiente, apresentam regressão espontânea dos sintomas”, definido por Santos (1992) e Siqueira (1998).

Conforme a ASHRAE (1991) manifestações tais como irritação nos olhos, dor de cabeça, depressão, irritação, fadiga, náusea, sinusites, problemas respiratórios, ressecamento das mucosas, sonolência, debilidade, letargia e até mesmo a falta de concentração no trabalho podem ser sintomas da poluição invisível no meio de ambiente do trabalho. As alergias não são “naturais” como muitos acreditam. Se o ar fosse de boa qualidade, as pessoas mais sensíveis poderiam não apresentar sintomas alérgicos. A maioria dos sintomas variam de acordo com a resistência imunológica de cada indivíduo. Mas existem alguns microorganismos que são patogênicos e provocam a contaminação de todas as pessoas que compartilham o mesmo ambiente.

Machado (1997) nos trás a informação que segundo critérios definidos pelos estudos de Indoor Environment, considera-se como Síndrome dos Edifícios Doentes (SED) um acréscimo de 10% no número de casos de doenças na população exposta ao ambiente em estudo.

A Síndrome dos Edifícios Doentes e enfermidades decorrentes das condições dos ambientes de trabalho estão sendo identificadas como causas de um problema crescente de saúde pública que expõe os trabalhadores de edifícios de escritórios a uma combinação prejudicial de poluentes que são invisíveis, muitas vezes inodoros, mas nem por isso menos ameaçadores à saúde. É uma espécie de fumaça/neblina composta de fungos microscópicos e bactérias expelidas através dos sistemas de ar condicionado que não foram limpos. Além de formaldeído e outros gases tóxicos desprendidos de carpetes novos e paredes divisórias, ozônio e hidrocarboneto emitidos pelas máquinas copiadoras, fibras desprendidas de materiais de isolamento danificado, há ainda a fumaça dos cigarros e inúmeras outras fontes de poluição.

No trabalho de Caruso Junior (1998) ele nos diz que: “quando se pensa em garantir a qualidade do ar interior, o sistema de ar condicionado é de fundamental importância, pois ele transporta o ar pelo edifício, remove as impurezas, trata, recircula e fornece ar puro. Desta forma, deve ser detalhadamente avaliado em todos os seus componentes. A manutenção é essencial, e deverá existir um plano de manutenção com serviços periódicos. Crescem as chances de contaminação quando se deixa acumular poeira, sujeira, colônias de micróbios e

outros poluentes no sistema de ar condicionado, que nessas circunstâncias pode funcionar como transmissor de poluente para todo o edifício.”

Desta forma, os condicionadores de ar são dos principais vilões e agentes de contaminação que surgiram na década de 30 nos Estados Unidos, e que começaram a ser utilizados em grande escala em nosso país na década de 60. Muitos edifícios possuem sistemas de ar condicionado central, onde, a partir de um único equipamento, capta-se o ar dos ambientes e se distribui para todas as salas. Com o passar do tempo, acumula-se poeira nos dutos, serpentinas e componentes, e com a umidade se forma lodo nas bandejas de captação da água de condensação e associado à falta de luz, cria-se assim um ambiente propício à proliferação de fungos, algas, protozoários, ácaros e bactérias.

A dispersão da microflora pelo ambiente de trabalho fecha o ciclo maligno desse ecossistema auto-sustentado que ataca silenciosamente aqueles que trabalham nos escritórios, hotéis, lojas, shoppings, bancos, freqüentadores de cinemas, passageiros de aviões e em hospitais. O problema pode se estender a casas e prédios residenciais com má ventilação, pois inclusive um condicionador de ar de janela sem a devida manutenção pode ser uma ameaça à saúde de seus habitantes.

Além da contaminação microbiológica do sistema de ar condicionado o problema da baixa qualidade de ar no interior de escritórios também pode ocorrer por agentes químicos como: o formaldeído, presente em tintas, colas de carpetes, móveis e divisórias; fumaça de cigarro; o ozônio liberado pelas máquinas fotocopiadoras e produtos químicos presentes em produtos de limpeza e inseticidas. Também a grande densidade de pessoas, ruído, iluminação deficiente e fatores ergonômicos são agentes que atuam como complicadores na “Síndrome de Edifícios Doentes”

O controle da qualidade do ar interior, no ambiente de trabalho, é de fundamental importância, pois uma contaminação por agentes químicos, físicos ou biológicos de um ambiente pode provocar diversos efeitos à saúde, entre os quais pode-se destacar: infecções do trato respiratório superior, asma alérgica, bronquite, gripe, pneumonia, dor de garganta, astenia, dores articulares e etc.

Em países de primeiro mundo, há mais de 27 anos, o tema relacionado ao “meio ambiente interior” vem merecendo estudos e sendo reconhecido como ciência. No Brasil, há bem pouco tempo este tema tem merecido uma maior atenção. Apesar de inúmeros estudos e trabalhos que estão sendo desenvolvidos ultimamente em nosso país, ainda temos carências de informações sobre a real situação brasileira, com relação aos contaminantes encontrados e as enfermidades decorrentes das condições adversas existentes nos ambientes de trabalho.

Segundo Caruso Junior (1998), nos EUA existem centenas de ações judiciais alegando que poluentes no ambiente de trabalho causaram enfermidades. No Brasil, o Ministério do Trabalho, através da NR-15 regulamenta as condições consideradas insalubres nos ambientes de trabalhos. O Ministério da Saúde brasileiro, em ação pioneira na América Latina, através da portaria nº 3.523 de 28 de agosto de 1998, regulamenta a exigência de medidas para melhorar a qualidade do ar interno e prevenir os riscos à saúde em locais com escritórios, shoppings, hospitais e hotéis. Entre as quais está em fase de elaboração Regulamento Técnico que normatizará padrões de qualidade do ar interior.

A referida portaria será de fundamental importância na melhora da qualidade de vida nos interiores das edificações brasileiras a levar em conta as considerações que faz:

- Considerando a preocupação mundial com a Qualidade do Ar de Interiores em ambientes climatizados e a ampla e crescente utilização de sistemas de ar condicionado no país, em função das condições climáticas;
- Considerando a preocupação com a saúde, o bem-estar, o conforto, a produtividade, e o absenteísmo ao trabalho dos ocupantes dos ambientes climatizados e a sua inter-relação com a variável qualidade de vida;

- Considerando a qualidade do ar de interiores climatizados e a sua correlação com a Síndrome dos Edifícios Doentes relativa à ocorrência de agravos à saúde;
- Considerando que o projeto e a execução da instalação inadequada, a operação e a manutenção precárias dos sistemas de climatização favorecem a ocorrência e o agravamento de problemas de saúde;
- Considerando a necessidade de serem aprovados procedimentos que visem a minimizar o risco potencial à saúde dos ocupantes, em face da permanência prolongada em ambientes climatizados.

3. Avaliação Ambiental de Edifícios Comerciais no Brasil

No Brasil, ainda não existem muitos estudos a respeito da Qualidade do Ar Interior nos ambientes de trabalho. Pois atualmente, apenas se está começando a realização de avaliação ambiental de edifícios comerciais. A seguir apresenta-se alguns casos avaliados por Dexheimer e Chahér (1998) da Pró-Ambiente. Sendo que, nos três primeiros casos, realizou-se além da avaliação microbiológica, uma avaliação dos níveis de CO₂, incluindo-se no primeiro estudo uma avaliação do material particulado. Enquanto que nos outros três casos apenas realizou-se a avaliação microbiológica.

Na avaliação da concentração de CO₂, utilizou-se tubos colorimétricos de leitura instantânea e direta Sensidyne e a respectiva bomba nº 800.

Para avaliação do material particulado em suspensão, utilizou-se a bomba gravimétrica "MSA Escort Elf", pré e pós calibrada, com vazão média de 1,778 l/min, com filtro PVC 37 mm, 5µ de Granulometria.

Na avaliação microbiológica são apresentados os valores obtidos na coleta de material por meio de "swab", com área de aproximadamente 25 cm², nos filtros. Nos dutos e em ambientes a coleta foi realizada pela exposição de placas de Petri contendo meios de cultura por 2 horas. Nas bandejas de condensado foi realizada coleta de água com pipetas e vidro esterilizado (para posterior semeadura em meios de cultura no laboratório).

Nas tabelas que apresentam os resultados da avaliação microbiológica foi utilizada a abreviatura UFC que significa Unidade Formadora de Colônia. Da mesma forma foram indicados os fungos e bactérias através da numeração identificada na tabela 1:

Tabela 1. Identificação dos Fungos e Bactérias nas Tabelas a seguir

<i>Bactérias:</i>	<i>Fungos:</i>
1 – Staphylococcus epidermidis	1 – Paecilomyces sp
2 – Proteus sp	2 – Aspergillus sp
3 – Klebsiella sp	3 – Penicillium sp
4 – Bacillus subtilis	4 – Mucor sp
5 – Pseudomonas aeruginosa	5 – Trichoderma sp
6 – Escherichia coli	6 – Candida
7 – Coliformes totais	
8 - Streptococcus sp	
9 – Staphylococcus saprophyticus	
10 – Pseudomonas sp	
11 – Staphylococcus aureus	

3.1 Edifício comercial 1 em Porto Alegre

Em trabalho realizado em 1.998, nos são apresentados valores da avaliação ambiental em edifício comercial, localizado no centro de Porto Alegre - RS

a) Resultados da Avaliação Química: A concentração de CO₂ apurado nos setores da edificação esteve na faixa entre de 1000 a 2100 ppm. Na análise por gravimetria e difratometria de Raio-X a concentração de poeira total encontrada na saída dos dutos é de 0,74 mg/m³.

b) Resultados Microbiológicos: Na tabela 2 são apresentados os valores obtidos na coleta de material da avaliação microbiológica:

Tabela 2. Resultados Biológicos Edifício 1

AMOSTRA	BACTÉRIAS (UFC/25 cm ²)					FUNGOS (UFC/25 cm ²)				
	1	2	4	5	Tot.	1	2	3	4	Tot.
Filtro 1	10	-	25	-	35	-	02	-	02	04
Filtro 2	15	-	28	04	47	-	18	18	-	27
Ambiente 1	09	-	02	-	11	-	-	-	01	01
Ambiente 2	10	-	-	-	10	-	-	-	01	01
Ambiente 3	08	-	-	-	08	-	-	-	-	-
Ambiente 4	05	-	04	-	09	-	-	-	-	-
AMOSTRA	BACTÉRIAS (UFC/Placa)					FUNGOS (UFC/Placa)				
Duto A	04	-	-	-	04	01	01	-	-	02
Duto B	04	-	-	-	04	-	-	-	01	01
Duto C	10	-	-	-	10	-	-	-	01	01
Ambiente 5	04	-	-	-	04	-	-	-	-	-
Ambiente 6	15	-	08	-	23	-	01	-	-	01
AMOSTRA	BACTÉRIAS (UFC/ml)					FUNGOS (UFC/ml)				
Água Bandeja 1	120	-	-	1500	1620	-	-	-	-	-
Água Bandeja 2	10	-	-	150	210	-	-	-	-	-

3.2 Edifício comercial 2 em Porto Alegre

Este também foi um trabalho realizado em 1.998, e nos são apresentados valores da avaliação ambiental em edifício comercial, localizado no centro de Porto Alegre - RS

a) Resultados da Avaliação Química: A concentração de CO₂ apurado em todos os setores da edificação esteve entre 500 e 600 ppm.

b) Resultados Microbiológicos: Na tabela 3 são apresentados os valores obtidos:

Tabela 3. Resultados Biológicos Edifício 2

AMOSTRA	BACTÉRIAS (UFC/25 cm ²)							FUNGOS (UFC/25 cm ²)				
	1	2	3	4	5	6	Tot.	1	2	3	4	Tot.
Filtro 1	06	04	-	-	-	-	10	01	03	02	-	06
Filtro 2	07	03	-	-	-	-	10	01	08	-	-	09
Filtro 3	03	02	-	-	-	-	05	-	01	01	08	10
Filtro 4	04	-	03	-	-	-	07	01	06	-	-	07
Filtro 5	06	04	-	02	-	-	12	01	03	02	-	06
AMOSTRA	BACTÉRIAS (UFC/Placa)							FUNGOS (UFC/Placa)				

Ambiente Térreo	18	-	-	-	03	-	21	-	-	01	-	01
Duto Sobreloja 1	12	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-
Duto Sobreloja 2	18	-	-	-	-	-	18	-	02	02	01	05
Duto Sobreloja 3	18	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-
Duto 6º Andar 1	15	-	-	-	-	-	15	01	01	-	01	04
Duto 6º Andar 2	28	-	-	02	-	-	30	-	-	-	-	-
Duto 7º Andar 1	14	-	-	02	-	-	16	-	-	01	-	01
Ambiente 7º And.	12	-	-	-	02	-	14	-	-	-	-	-
Duto 9º Andar	04	-	-	02	-	-	06	-	-	-	-	-
Ambiente 9º And.	18	-	-	-	04	-	22	-	-	-	-	-
AMOSTRA	BACTÉRIAS (UFC/ml)						FUNGOS (UFC/ml)					
Água Bandeja 1	310	-	26	-	04	20	360	-	-	01	-	01
Água Bandeja 2	190	-	18	-	02	-	210	-	-	-	-	-

3.3 Edifício comercial 3 em Porto Alegre

Outro trabalho realizado em 1.998, onde nos são apresentados valores de avaliação ambiental em edifício comercial, localizado no centro de Porto Alegre – RS.

- Resultados da Avaliação Química: Em todas as medições de CO₂ efetuadas apurou-se concentrações inferiores a 1.000 ppm.
- Resultados Microbiológicos: Na tabela 4 são apresentados os valores obtidos:

Tabela 4. Resultados Biológicos Edifício 3:

AMBIENTES 1:

AMOSTRA	BACTÉRIAS				FUNGOS					
	1	7		Total	1	2	3	4	5	Tot.
Água da Bandeja	02	08	-	10 UFC/ml	02	-	-	-	-	02 UFC/ml
Filtro - Entrada	08	-	-	08 UFC/25 cm ²	-	03	04	04	-	11 UFC/25cm ²
Duto	09	-	-	09 UFC/placa	-	02	09	02	01	14 UFC/placa
Sup. Balcão	03	-	-	03 UFC/25 cm ²	01	06	-	-		07 UFC/25cm ²

AMBIENTES 2:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	7	8	4	Total	1	2	3	4	Tot.
Água da Bandeja	267	23	10	10	310 UFC/ml	-	-	01	-	01 UFC/ml
Filtro	10	-	-		10 UFC/25 cm ²	-	02	02	02	06 UFC/25cm ²
Duto	05	-	-		05 UFC/placa	-	10	02	-	12 UFC/placa
Sup. Balcão	03	-	-		03 UFC/25 cm ²	-	-	02	02	04UFC/25cm ²

AMBIENTES 3:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	9	5	3	Total	1	2	3	4	Total
“Swab” Bandeja	-	-	-	03	03 UFC/25 cm ²	-	-	-	-	-
Filtro	04	-	-	-	04 UFC/25 cm ²	-	06	10	-	16 UFC/25cm ²
Duto	-	05	06	-	10 UFC/placa	-	02	02	-	04 UFC/placa
Sup. Balcão	10	02	-	-	12 UFC/25 cm ²	-	01	02	-	03 UFC/25cm ²

AMBIENTES 4:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	7	11	4	Total	1	2	3	4	Total

Bandeja	180	09	360	-	549 UFC/25cm ²	10	02	-	01	-	13 UFC/ml
Piso Sala	136	03	150	-	289 UFC/25 cm ²	-	01	-	-	-	01 UFC/25cm ²
Duto	16	-	08	03	27 UFC/placa	-	02	05	01	05	09 UFC/placa
Casa de Máquina	86	12	08	-	106 UFC/placa	-	06	-	05	04	15 UFC/25cm ²
Superfície Mesa	96	03	110	-	209 UFC/25 cm ²	-	-	-	-	-	-

AMBIENTES 2:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	11	4	6	Total	7	2	3	4	Total
Bandeja	65	09	-	-	74 UFC/25cm ²	10	-	-	-	10 UFC/ml
Piso Sala	170	-	390	08	568 UFC/25 cm ²	-	-	01	01	02 UFC/25cm ²
Duto	86	18	36	-	140 UFC/placa	-	46	120	06	09 UFC/placa
Casa de Máquina	15	08	08	-	31 UFC/25 cm ²	-	06	05	-	11 UFC/25cm ²

AMBIENTES 3:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	11	4	6	3	Total	2	3	4	Total
Filtro 1	550	19	-	-	36	605 UFC/25cm ²	09	03	-	12 UFC/ml
Filtro 2	2100	25	390	38	-	2163 UFC/25cm ²	03	-	01	04 UFC/25cm ²
Duto 1	350	93	-	31	-	474 UFC/placa	02	01	-	03 UFC/placa
“Swab” duto 2	980	30	35	-	35	1080 UFC/25cm ²	-	-	-	-

AMBIENTES 4:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS			
	1	11	4	6	3	Total	3	4	Total
Bandeja	36	06	1300	-	-	1342 UFC/25cm ²	-	-	-
Piso C.Máq.	36	06	3500	-	-	3542 UFC/25cm ²	-	15	15 UFC/25cm ²
Mesa 1	150	-	-	-	-	150 UFC/25cm ²	-	-	-
Mesa 2	45	-	-	-	09	54 UFC/25cm ²	-	-	-

3.5 Edifício comercial localizado em Charqueada - RS

Neste trabalho de 1.998 foi realizada apenas a avaliação microbiológica, apresentando os valores apurados em edifício comercial localizado no interior do Rio Grande do Sul.

Tabela 6. Resultados Biológicos Edifício 5:

AMBIENTES 1:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	11	4	3	Total	2	3	4	1	Total
Duto 1	360	15	18	90	483 UFC/placa	02	03	-	05	10 UFC/placa
Duto 2	68	11	08	-	87 UFC/placa	10	05	02	-	17 UFC/placa
Duto 3	08	-	12	-	20 UFC/placa	02	12	02	-	16 UFC/placa
Duto 4	13	-	-	-	13 UFC/placa	01	-	04	-	05 UFC/placa
Duto 5	08	02	-	04	14 UFC/25 cm ²	02	-	-	06	08 UFC/placa

AMBIENTES 2:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	11	4	3	Total	2	3	4	1	Total
Duto 1	18	02	-	-	20 UFC/placa	15	-	02	02	19 UFC/placa
Grade C.Máq.	68	08	15	05	96 UFC/placa	05	12	02	02	21 UFC/placa
Bandeja	36	08	08	-	52 UFC/25cm ²	03	-	04	-	07 UFC/25cm ²
Mesa 1	560	21	-	-	581 UFC/25cm ²	-	02	-	-	02 UFC/25cm ²

Mesa 2	02	-	-	-	02 UFC/25 cm ²	01	02	-	-	03 UFC/placa
--------	----	---	---	---	---------------------------	----	----	---	---	--------------

AMBIENTES 3:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	11	4	3	Total	1	2	3	4	Total
Duto	12	-	05	-	17 UFC/placa	-	-	02	-	02 UFC/placa
Ambiente/Sala	36	09	-	-	45 UFC/25cm ²	06	-	01	-	07 UFC/25cm ²
Filtro	68	12	20	-	100 UFC/25cm ²	02	01	01	-	04UFC/25cm ²
Bandeja	18	06	30	05	59 UFC/25cm ²	-	02	-	-	02 UFC/25cm ²

AMBIENTES 4:

AMOSTRA	BACTÉRIAS					FUNGOS				
	1	2	3	4	Total	7	2	3	4	Total
Ambiente	15	06	-	03	24 UFC/placa	01	01	02	-	04 UFC/placa
Duto 1	15	-	20	-	35 UFC/25cm ²	-	03	01	-	04 UFC/25cm ²
Filtro	68	12	-	10	100 UFC/25cm ²	08	02	02	-	12 UFC/25cm ²
Duto 2	15	09	36	05	65 UFC/25cm ²	03	05	-	-	08 UFC/25cm ²

4. Análise das Avaliações Ambientais

No primeiro ambiente estudado as concentrações de CO₂ apurados acima de 1000 ppm significam que há deficiência na renovação de ar exterior. Segundo padrões internacionais, estes valores acima de 1.000 ppm, sugerem um abastecimento inadequado de ar exterior.⁽⁵⁾ Já no segundo ambiente as concentrações de CO₂ apurados no ambiente (500-600ppm) estão dentro dos limites considerados aceitáveis.

O material particulado, na situação estudada, apresentou uma concentração de 0,74 mg/m³, estando abaixo do valor recomendado pelo CONAMA, conforme apresentado por BRICKUS, et All (1997), que é de 0,80 mg/m³, mas encontra-se muito próximo do limite. Para os padrões americanos, que recomendam concentração inferior a 0,25 mg/m³, o valor encontrado está bem acima. Para se atingir este padrão seria necessária a utilização de filtros adequados, bem como limpeza dos dutos.

Com relação à avaliação microbiológica, constata-se que a bandeja de condensado é o principal foco de contaminação (bactérias).

No primeiro ambiente os tipos identificados de maiores riscos, foram Staphylococcus epidermis, de característica saprófita (não patogênica) e a Bacillus subtilis que pode provocar quadros alérgicos. No edifício 2 obteve-se resultados semelhantes, porém identificou-se Pseudomonas sp, que se trata de uma bactéria altamente patogênica.

Os resultados dos outros edifícios mostraram a presença de bactérias, fungos (bolores) e leveduras nos diversos sítios e locais amostrados do sistema de ar condicionado das edificações. Dentre as bactérias identificadas, as que oferecem maiores riscos são o Staphylococcus aureus e o Pseudomonas aeruginosa. Nas amostragens dos ambientes observam-se os reflexos das contaminações nos filtros de ar, dutos e nas bandejas de condensação de água.

Os fungos identificados nos diversos ambientes são considerados alergênicos, dentre os quais pode destacar Penicillium sp e Aspergillus, pois foram encontrados em praticamente todos os ambientes. Estes fungos podem causar reações alérgicas em pessoas sensíveis, do tipo irritação nos olhos, dor de cabeça, problemas respiratórios, ressecamento de mucosas, sonolência, debilidade, letargia, desconforto, e até mesmo dificuldade de manter concentração na Atividade.

Nestes devem tomar-se medidas de controle destes microorganismos, realizando-se análise microbiológica e higienização periódicas, utilizando produtos germicidas biodegradáveis.

5. Conclusão

Nas edificações analisadas os contaminantes encontrados não diferem muito de ambientes estudados em outros países. Para garantir um ambiente saudável à permanência de seus ocupantes, algumas medidas são fundamentais, dentre as quais destacar-se-ia a implantação de um plano de controle ambiental, onde se fariam levantamentos periódicos da qualidade do ar interior, bem como se identificariam os focos de contaminação e se definiria a ação necessária, para eliminá-las ou ao menos minimizá-las. Sendo que a manutenção adequada é de fundamental importância.

Muitos dos problemas da qualidade do ar exterior poderiam ser resolvidos com a utilização de rações de ar exterior adequadas. Claro que este ar externo deve ser corretamente filtrado e deve ser coletado em locais apropriados (sem contaminantes).

Como ações necessárias, poder-se-ia citar a proibição de fumar em áreas atendidas pelo ar condicionado. Também se deveria isolar as fontes geradoras de contaminantes, evitando assim que se espalhassem por todos os recintos.

REFERÊNCIAS

- A LUTA Entre o Homem e a Falta de Limpeza nos Condicionadores de Ar, *Revista Fundacentro*, São Paulo, ano 1, n.2, p.8-12, set/97.
- ASHRAE Technical Data Bulletin, *Indoor Air Quality – A Colletion of Papers from the Ashrae Meeting at Indianapolis, Indiana June 1991*. Atlanta:American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc. v.7, n.4. 91
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. *Instalações de Centrais de Ar Condicionado para Conforto*, NBR-6401, Rio de Janeiro, 1978.
- BRICKUS, Leila S. R.; CARDOSO, Jari N; AQUINO NETO, Francisco R.;. Determinação do Teor de Material Particulado em Suspensão no Ar Interno e Externo de um Prédio Comercial no Rio de Janeiro. *Revista Brasindoor*, São Paulo, v.2, n.7, p.12-22, out/dez.97.
- CARUSO JÚNIOR, Paulo. Falta Ar Puro nos Escritórios. *Revista do Frio*. São Paulo, pg 48, nº 99, agosto/98.
- DEXHEIMER, Celso Felipe; CHAHÉR, João Aluizio. *Avaliação Microbiológica Ambiental*. Porto Alegre; Pró-Ambiente, 1.998. Laudos Técnicos.
- MACHADO, Jorge; STRAUZ, Maria Cristina; TOSCHI, Wálria. Proteção à Saúde do Trabalhador: Informe sobre o Acidente de Contaminação Fúngica na Biblioteca de Manguinhos – Fiocruz. *Revista Brasindoor*, São Paulo, v.2, n.7, p.04-10, out/dez.97.
- MANUAIS de Legislação Atlas. Volume 16. *Segurança e Medicina do Trabalho, Lei nº 6514, Portaria 3214, NR 15*, Editora Atlas, São Paulo, SP, 1997.
- MINISTÉRIO da Saúde. *Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1.998.*, Diário Oficial da União, 31/08/1998. Seção 1:40-2. Ministério da Saúde, Gabinete do Ministro. Brasília, 1998.
- SANTOS, Ubiratan P.; RUMEL, Davi; MARTARELLO, Norton A.; FERREIRA, Clara S. W.; MATOS, Marcos Paiva. Síndrome dos Edifícios Doentes em Bancários. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, n.26, p.400-404, 1992.
- SIQUEIRA, Luiz Fernando de Góes. Os Ambientes Interiores e a Síndrome dos Edifícios Doentes. *Revista Brasindoor*, São Paulo, v.2, n.8, p.07-09, jan/mar.98