

D O S S I Ê T É C N I C O

**Qualidade microbiológica do ar de ambientes
condicionados**

**Carmen Etsuko Kataoka Higaskino
Izabel Cristina Figel
Maria Paula Assis Yamada**

Instituto de Tecnologia do Paraná

**Setembro
2007**

Sumário

1 INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVOS	3
3 LEGISLAÇÕES	3
4 MANUTENÇÃO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADOS	4
5 CONTROLE AMBIENTAL DE PARTÍCULAS	4
5.1 Controle de partículas não viáveis	5
5.1.1 Técnicas de amostragem de partículas não viáveis.....	6
5.2 Controle de partículas viáveis	8
5.2.1 Técnicas de amostragem de ar	9
6 MICROORGANISMOS CONTAMINANTES DO AR	10
6.1 <i>Aspergillus</i>	10
6.2 <i>Penicillium</i>	10
6.3 <i>Cladosporium</i>	11
6.4 <i>Fusarium</i>	11
6.5 <i>Alternaria</i>	12
6.6 <i>Legionella</i>	13
6.7 Protozoários	13
Conclusões e recomendações	13
Referências	14
Anexo 1 – Fotos	15
Anexo 2 – Possíveis fontes de poluentes biológicos	18
Anexo 3 – Possíveis fontes de poluentes químicos	19

Título

Qualidade microbiológica do ar de ambientes condicionados

Assunto

Aparelhos e equipamentos de ar condicionado para uso industrial

Resumo

Fornecer informações sobre a qualidade microbiológica, química e parâmetros físicos do ar de ambientes condicionados, os padrões referenciais, índice máximo de poluentes. Descrever fontes de poluentes biológicos encontrados nas avaliações do ar de interiores como: bactérias, fungos, protozoários, vírus e algas, informando as principais doenças causadas por estes microrganismos, e maneira de controlar a contaminação biológica em ambientes climatizados.

Palavras-chave

Ambiente condicionado; climatização; condicionador de ar; contaminação microbiológica; qualidade do ar; síndrome de edifícios doentes

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

Grande parte das pessoas que moram nas regiões urbanizadas trabalham em ambientes fechados, sendo que estes ambientes muitas vezes são aclimatizados artificialmente, e os aparelhos não recebem manutenção periódica, o que leva a uma disseminação de microrganismos no ambiente, ocasionando desconforto e até mesmo doenças aos trabalhadores (CABANO).

Segundo estudos publicados, os níveis de poluentes em ambientes interiores chegam a ser de 10 a 100 vezes maior que a quantidade existente no exterior, este preocupante resultado está associado a diversos efeitos nocivos a saúde que podem variar de um simples desconforto a até mesmo a ocorrência de morte (BETTERO).

Na década de 70, com a decorrência da crise do petróleo, que desencadeou uma crise energética, houve uma tendência em construir prédios cada vez mais fechados, com poucas aberturas para ventilação, que gastavam menos energia para a manutenção da circulação e da refrigeração de ar. Houve uma redução no consumo de energia nestes prédios, porém a taxa de renovação de ar era insuficiente, aumentando a concentração de poluentes químicos e biológicos no ar interno (CABANO).

Por volta dos anos 70 nos Estados Unidos e Escandinávia surgiu o termo “Síndrome do Edifício Doente”, que é usado para descrever situações em que os ocupantes dos edifícios se tornam portadores de manifestações agudas de saúde e desconforto que estão associadas ao tempo de permanência no interior de ambientes confinados (BETTERO).

A definição de edifício doente é aquele em que mais de 20% dos ocupantes apresentam alguma sintomatologia. Não é possível identificar nenhuma doença específica, mas as queixas podem ser localizadas ou espalhadas por todo o edifício e podem ter origens variadas como por fatores biológicos, alérgicos, químicos e fisiológicos. Contudo este problema pode causar ainda o aumento de custos para a empresa, que se manifesta em

situações como o aumento de índice de abstinência, redução da eficiência dos trabalhadores, diminuição de produtividade e insatisfação de clientes e colaboradores (BETTERO).

Poluentes químicos como o monóxido e o dióxido de carbono (CO e CO₂), amônia, dióxido de enxofre e formaldeído, produzidos no interior dos estabelecimentos a partir de materiais de construção, materiais de limpeza, fumaça de cigarro, fotocopiadoras e pelo próprio metabolismo humano, e os poluentes biológicos, como fungos, algas, protozoários, bactérias e ácaros, cuja proliferação é favorecida pela limpeza inadequada de carpetes, tapetes e cortinas, são a causa da "Síndrome do Edifício Doente" (*Sick Building Syndrome – SBS*) (CABANO). Costuma ocorrer em prédios com problemas de ventilação (CASA DO ALÉRGICO).

Em 1982, a Organização Mundial de Saúde– OMS reconheceu a existência da Síndrome do Edifício Doente quando foi comprovado que a contaminação do ar interno de um hotel na Filadélfia foi responsável por 182 casos de pneumonia e pela morte de 29 pessoas.

Os Estados Unidos têm um gasto de US\$ 10 bilhões por ano com pessoas que se afastam do trabalho para realizar tratamento de saúde (CABANO).

No Brasil, a necessidade de se combater a SBS tornou-se evidente quando, em abril de 1998, o então Ministro das Comunicações, Sérgio Motta, faleceu após ter seu quadro clínico agravado, ele foi contaminado pela bactéria *Legionella*, principal responsável pela deterioração da qualidade do ar de edifícios mal conservados.

2 OBJETIVOS

Fornecer material básico e orientações necessárias para o conhecimento sobre a qualidade do ar de ambientes condicionados.

3 LEGISLAÇÕES

Em 1998, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, publicou a Portaria n. 3.523, estabelecendo, para todos os ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, a obrigatoriedade de elaborar e manter um plano de manutenção, operação e controle dos sistemas de condicionamento de ar.

Em outubro de 2000, foi publicada a Resolução n. 176, contendo parâmetros biológicos, químicos e físicos através dos quais é possível avaliar a qualidade do ar interior. A partir desse momento, começaram a surgir iniciativas que revelaram a preocupação das instituições com a qualidade de vida e, claro, com a produtividade de seus funcionários (INMETRO).

Em 20 de janeiro de 2003 foi publicada a RE n. 09 da ANVISA, estabelecendo parâmetros para análise da qualidade do ar interior.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RE n. 9, de 16 de janeiro de 2003. Determina 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 jan. 2003. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=17550&word>>. Acesso em: 21 set. 2007.

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 os padrões referenciais adotadas por esta Orientação Técnica fossem 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. Na elaboração de relatórios técnicos sobre qualidade do ar interior, é recomendada a NBR-10.719 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (ITAIPU).

4 MANUTENÇÃO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADOS

O mais importante para a manutenção ar condicionados é a consciência dos responsáveis por locais públicos, mantendo a limpeza periódica dos aparelhos, evitando assim a proliferação de microrganismos que podem causar algum tipo de desconforto aos usuários desses locais.

Muitas vezes os projetos e as execuções não consideram o fator da qualidade do ar interior como importante, podendo então apresentar problemas como má distribuição do ar, temperaturas e umidades relativas fora da faixa de conforto, movimentação do ar insuficiente ou muito elevada.

A RE 09 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.

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 n. 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.

5 CONTROLE AMBIENTAL DE PARTÍCULAS

Estudos descrevem a variedade de partículas soltas no ar: alumínio, cobre, enxofre, cloro, potássio, sódio, silício, cálcio, ferro, zinco, arsênio e cinzas de madeira e carvão, em lugar onde há lareira ou fornos expostos. E detectam concentrações consideráveis de gases, como monóxido e dióxido de carbono, formaldeído e acetaldeído, provenientes de tintas usadas nos móveis.

As partículas acumulam umidade e favorecem o desenvolvimento de fungos e bactérias. Copiadoras, computadores e impressoras a laser liberam ozônio, gás que irrita a garganta, os olhos e o nariz e provoca a sensação de cabeça inchada, quando inalado em excesso.

Enfrentar a Síndrome dos Edifícios Doentes exige uma ação contínua contra os microrganismos (CASA DO ALÉRGICO).

Parte desses agentes se origina no ambiente externo, porém a maior parte deles é gerada no próprio prédio.

Os agentes biológicos são as bactérias, vírus, fungos, protozoários, ácaros e algas. Os agentes químicos são o monóxido de carbono, bióxido de carbono, bióxido de nitrogênio, ozônio, formaldeído, solventes, fumaça de tabaco e diversos outros compostos químicos voláteis. Agentes inertes respiráveis são microfibras de amianto, de lã de vidro, fibras naturais, diversas poeiras.

5.1 Controle de partículas não viáveis

Segundo a Resolução 09 os valores máximos recomendáveis para contaminação química são:

- 1000 ppm de dióxido de carbono (CO₂), como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar.
- 80 µg/m³ 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 (CO₂).

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 6401 - Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto - Parâmetros Básicos de Projeto da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- 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.
- 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%.
- O Valor Máximo Recomendável - VMR de operação da Velocidade do Ar, no nível de 1,5 m do piso, na região de influência da distribuição do ar é de menos 0,25 m/s.
- A Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m³/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 m³/hora/pessoa, não sendo admitido em qualquer situação que os ambientes possuam uma concentração de CO₂, maior ou igual a estabelecida em IV-2.1, desta Orientação Técnica.
- A utilização de filtros de classe G-1 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. 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 frequências mínimas para os seguintes componentes, considerados como reservatórios, amplificadores e disseminadores de poluentes.

5.1.1 Técnicas de amostragem de partículas não viáveis

• 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 (CO₂).
- Método de amostragem: equipamento de leitura direta.
- Periodicidade: semestral.
- Ficha técnica dos amostradores (QUADRO 1):

Quadro 1 – Ficha técnica dos amostradores

Amostrador: Leitura Direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo ou célula eletroquímica.	
Calibração: Anual ou de acordo com especificação do fabricante.	Faixa: de 0 a 5.000 ppm. Exatidão: ± 50 ppm + 2% do valor medido

Fonte: ANVISA, 2003.

- 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 (QUADRO 2);

Quadro 2 – Amostras por base de área construída

Área construída (m ²)	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

Fonte: ANVISA, 2003.

- 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. Termohigrômetro e Anemômetro.
- Periodicidade: semestral.
- Ficha técnica dos amostradores (QUADRO 3)

Quadro 3 – Ficha técnica dos amostradores

Amostrador: Leitura Direta - Termo-higrômetro. Princípio de operação: 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: ± 0,8 ° C de temperatura ± 5% do valor medido de umidade
Amostrador: Leitura Direta - Anemômetro. Princípio de operação: Preferencialmente de sensor de velocidade do ar do tipo fio aquecido ou fio térmico.	
Calibração: Anual	Faixa: de 0 a 10 m/s Exatidão: ± 0,1 m/s ± 4% do valor medido

Fonte: ANVISA, 2003.

- 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 o QUADRO 2;

- 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, para o Termohigrômetro 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 (QUADRO 4)

Quadro 4 – Ficha técnica do amostrador

Amostrador: Unidade de captação constituída por filtros de PVC, diâmetro de 37 mm e porosidade de 5 µm 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 l/min, recomendado 2,0 l/min.	
Volume Mínimo: 50 l	
Volume Máximo: 400 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 diafragmáticas	Exatidão: ± 5% do valor medido

Fonte: ANVISA, 2003.

- 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 o QUADRO 2;

- 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

5.2 Controle de partículas viáveis

Os contaminantes biológicos são bactérias, fungos, leveduras, grão de pólen, ácaros e algas. Alguns destes contaminantes desenvolvem-se consideravelmente em águas estagnadas, umidificadores, bandejas de condensação e torres de refrigeração. Um exemplo preocupante de contaminante biológico é a bactéria *Legionella pneumophila*.

Os contaminantes biológicos são responsáveis por muitas doenças infecciosas e alergias existentes. Na maioria das vezes estes fatores de transmissão estão relacionados com um sistema de ar condicionado mal desenhado e de manutenção deficiente que são fatores propícios para a proliferação dos poluentes biológicos. Além disso, a liberação de gases poluentes por parte dos mobiliários novos, os serviços de limpeza insuficientes ou mal feitos podem também intensificar a produção de partículas sólidas suspensas que criam um ambiente propício a proliferação microbiológica (BETTERO).

A RE n. 09 recomenda os seguintes “Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior” em ambientes climatizados de uso público e coletivo.

- O Valor Máximo Recomendável - VMR, para contaminação microbiológica deve ser 750 ufc/m³ de fungos, para a relação I/E 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.

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

5.2.1 Técnicas de amostragem de ar

• 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 (QUADRO 5):

Quadro 5 – Ficha técnica do amostrador

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

Fonte: ANVISA, 2003.

- 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 o QUADRO 2;
 - 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 25°C, permitindo o total crescimento dos fungos.

6 MICRORGANISMOS CONTAMINANTES DO AR

6.1 *Aspergillus*

Colônias de crescimento de lento a rápido, no início branca, depois formando-se nas cores verde azulada, verde amarelado, preto, castanho ou branco. Superfície aveludada a cottonosa.

Micélio septado, conidióforos longos com extremidade em forma de vesícula, superfícies contendo esterigmatas em forma de garrafa e cadeia de conídios os quais são unicelulares, esféricos a elípticos, com parede lisa ou rugosa, algumas espécies desenvolvem clestotécio (peritécio) com asco e ascósporos. Muitos gêneros podem produzir toxinas como a aflatoxina e a ocratoxina.

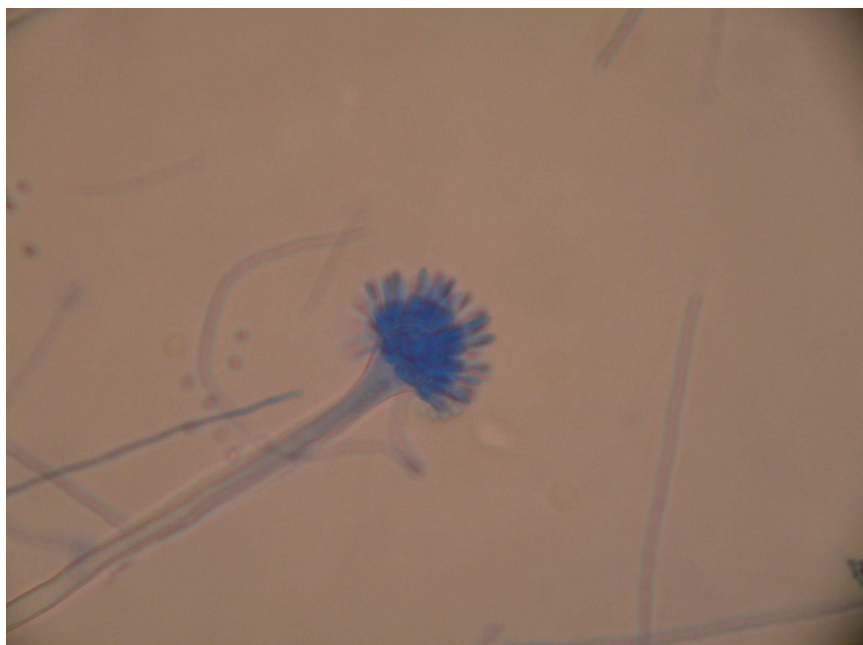


Figura 1 - *Aspergillus sp*
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

6.2 *Penicillium*

Conidióforos eretos, simples ou ramificados, transparentes, ou pigmentados pálidos, fiálides próximas entre si, estrutura de reprodução lembrando um pequeno pincel. Conídio unicelular, elíptica, esférica, parede lisa ou ornamentada. Culturas em diversos tons de verde, compactas. Muitas espécies são transportadas pelo ar, e são frequentemente encontrados como contaminantes ambientais (HOOG; GUARRO, 1995).



Figura 2 - *Penicillium sp*
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

6.3 *Cladosporium*

Colônias podendo ser verde oliva. Conidióforos geralmente presentes, eretos, conídios septados ou unicelulares, cicatrizes conidiais pigmentadas e muito evidentes, ausência de fiálides. Numerosos são saprófitos ou fitopatógenos. Algumas espécies comuns são freqüentemente achadas como contaminantes de culturas e muito raramente como oportunistas em humanos (HOOG; GUARRO, 1995). Na verdade espécies patógenos para os homens foram reclassificadas em *Cladophialophora* (HOOG; GUARRO, 1995).



Figura 3 - *Cladosporium* sp
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

6.4 *Fusarium*

Colônias expandidas, freqüentemente nas colorações rosa, amarelo, vermelho ou púrpura. Células conidogênicas formada sobre hifas aéreas ou sobre conidióforos densamente ramificados curtos, freqüentemente cacheado em esporodoquios, ampuliforme ou cilíndrica. Conídios freqüentemente de 3 tipos: macroconídio, microconídio e blastoconídios. Espécies de *Fusarium* são patógenos muito comuns saprófitas sobre plantas fragmentadas e no solo. Alguns ocorrem regularmente sobre sementes. Especialmente de cereais. Freqüentemente ocorrem como agentes de vários tipos de hialohifomicoses após inoculação traumática. Estão emergindo como oportunistas em pacientes com imunidade natural debilitada.

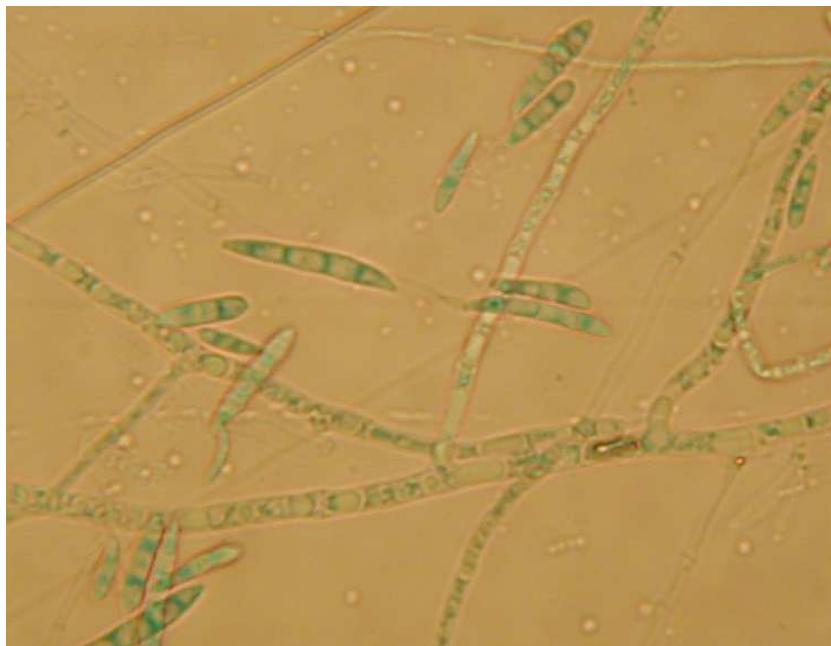


Figura 4 - *Fusarium sp*
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

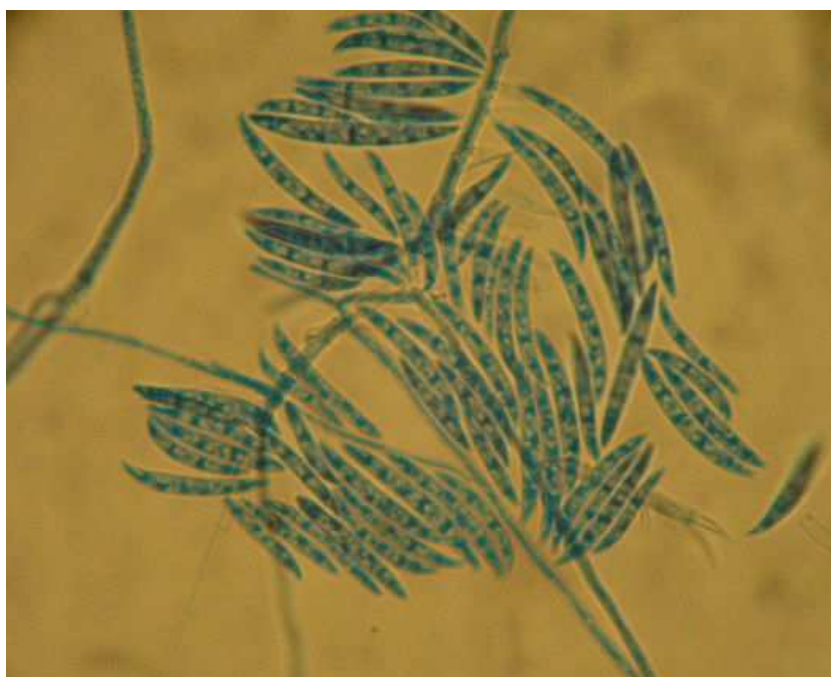


Figura 5 – *Fusarium sp.*
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

6.5 *Alternaria*

As colônias crescem rapidamente, densas, no início acinzentadas, depois cinza esverdeado, marrom ou preta com bordas cinza. Superfície cresce em excesso hifas aéreas cinza a branca. Lado reverso da colônia preta.

Microscopicamente apresentam micélio escuro, septado. Conídios marrom escuro, com septo transversal e longitudinal (muriforme) (HOOG; GUARRO, 1995).



Figura 6 - *Alternaria sp*
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

6.6 Legionella

Legionelose é uma doença causada pela bactéria *Legionella pneumophila*, é uma infecção causada pela respiração dos aerossóis que se formam em fontes de água. A legionelose pode se apresentar de duas formas distintas: "Doença do Legionário", correspondente a forma mais grave da doença, que causa pneumonia, e "Febre Pontiac", correspondente a forma mais branda da doença. Conhecida pelo nome de *doença dos legionários*, devido a um surto de pneumonia envolvendo pessoas que participavam de uma convenção da Legião Americana em 1976.

Esse microrganismo multiplica-se rapidamente em água morna como a encontrada em alguns tipos de encanamentos, torres de resfriamento e condensadores de sistemas de ar-condicionado. Elas podem ser prevenidas através da limpeza adequada dos dutos de aparelhos de ar-condicionado, torres de resfriamento e encanamentos (FRANCO).

6.7 Protozoários

Uma das doenças mais graves provocadas pela contaminação do ar-condicionado é a ceratite amebiana, causada pelo protozoário *Acanthamoeba sp*, que pode provocar a cegueira do globo ocular (ITAIPU).

Em São Paulo, os casos registrados de ceralite amebiana, uma infecção do olho causada pelo protozoário, saltaram de dois em 1975 para 350 em 1990. "Todo comprometimento por protozoários ou fungos no olho pode levar à perda da visão", alerta o microbiologista Luiz Fernando de Góes Siqueira, professor da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. "Se o ar deixar de circular em um lugar, o número de microrganismos cresce de mil para 10 mil vezes em relação ao ambiente externo", informa Siqueira (CASA DO ALÉRGICO).

Conclusões e recomendações

Em áreas urbanas onde a ventilação do ambiente pode ser feita deixando janelas abertas, a poluição do ar externo, principalmente por fumaça de veículos e emissões industriais, pode prejudicar a qualidade do ar de interno, O problema da contaminação ambiental traz também sérias implicações sobre o modo de construir e ocupar os prédios e as casas.

É possível evitar a Síndrome dos Edifícios Doentes tomando algumas providências: manter limpos os dutos e a bandeja de água do ar-condicionado; providenciar ventilação ou sistema de ar-condicionado próprio nas salas de copiadoras para evitar que os gases liberados

caiam nos dutos e sejam inalados por todos; em casa, manter as janelas abertas sempre que possível; evitar o acúmulo de papéis velhos e arejar gavetas e arquivos; limpar sempre carpetes e tapetes; para limpar o chão e as paredes, usar detergentes pela ação e não pelo cheiro; preferir materiais e móveis de fácil manutenção e limpeza, com superfícies lisas e claras).

Os microrganismos crescem com mais facilidade em locais úmidos, cheios de pó ou com pouca ventilação. É impossível e impraticável a tentativa de eliminar toda a contaminação do ar interior, mas é necessária a prevenção para evitar a acumulação dos contaminantes.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RE n. 9, de 16 de janeiro de 2003. Determina 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 jan. 2003. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=17550&word>>. Acesso em: 21 set. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6401** - instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto. ABNT, 1980.

BETTERO, L. G. **Síndrome do edifício doente**. Alergo House – Biossegurança ambiental.

BRASIL. Resolução RE ANVISA/MS n. 9, de 16 de janeiro de 2003. Determina a publicação de orientação técnica elaborada por grupo técnico sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003.

CABANO. **Necessidade de sistema de climatização melhor projetados, operados e mantidos**. Disponível em: <<http://www.cabano.com.br/necessidade%20do%20ar%20condicionado.htm>>. Acesso em: 24 set. 2007.

CASA DO ALÉRGICO. **Alergias**. Disponível em: <http://www.casadoalergico.com.br/alerias/edificios_doentes.html>. Acesso em: 21 set. 2007.

FRANCO, Bernadette D. G. de M. **S.F.D.K. Ciências**. Disponível em: <<http://www.sfdk.com.br/>>. Acesso em: 24 set. 2007.

HIGASKINO, Carmen Etsuko Kataoka; FIGEL, Izabel Cristina. **Fotos dos fungos tiradas no Laboratório de Microbiologia e Toxicologia do Tecpar, de amostragens de ar realizadas pelo laboratório**. Curitiba: Tecpar, 2007.

HOOG, G. S de; GUARRO, J. **Atlas of Clinical Fungi**. Centraalbureau voor Schimmelcultures/ Universitat Rovira i Virgili, 1995.

INDOOR molds. Disponível em: <<http://enhs.umn.edu/hazards/hazardssite/indoormolds//moldcharacter.html>>. Acesso em: 21 set. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO. **Qualidade do ar em estabelecimentos de uso público e coletivo**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/qualidadedoAr.asp#historico>>. Acesso em: 20 set. 2007.

ITAIPU. **Controle da qualidade do ar pelo Laboratório Ambiental de Itaipu é referência**

no Brasil. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/releases/releases/pr20020206.htm>>. Acesso em: 21 set. 2007.

KULCSAR NETO, F.; SIQUEIRA, L. F. G. Padrões referenciais para análise de resultados de qualidade microbiológica do ar em interiores visando a saúde pública no Brasil. **Revista da Brasindoor**, v. 2, n. 10, p. 4-21, 1999.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n. 3526, de 28 de agosto de 1998. Aprova Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 ago. 1998. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=295&word>>. Acesso em: 20 set. 2007.

SIQUEIRA, L. F. G.; DANTAS, E. H. M. Organização e métodos no processo de avaliação da qualidade do ar de interiores. **Revista da Brasindoor**, v. 3, n. 1, p. 19-26, 1999.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Fundamentals of IAQ in Buildings**. Disponível em: <http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/i-beam/text/fundamentals_of_iaq.html>. Acesso em: 18 set. 2007.

Anexos

Anexo 1 – Fotos

As fotos dos fungos e equipamentos foram tiradas por Izabel Cristina Figel e Carmen Etsuko Kataoka Higaskino no Laboratório de Microbiologia e Toxicologia do Tecpar, de amostragens de ar realizadas pelo laboratório.

TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná
Laboratório de Microbiologia e Toxicologia
Curitiba - PR
Fone: (41) 3316-3098 / 3316-3095 Fax: (41) 3316-3087
e-mail: lamt@tecpar.br
Site: <www.tecpar.br>



Figura 7 - Placa para acoplar no amostrador de ar, preparada com o meio agar extrato de malte (amostra coleta do ar exterior em área de mata ciliar).

Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

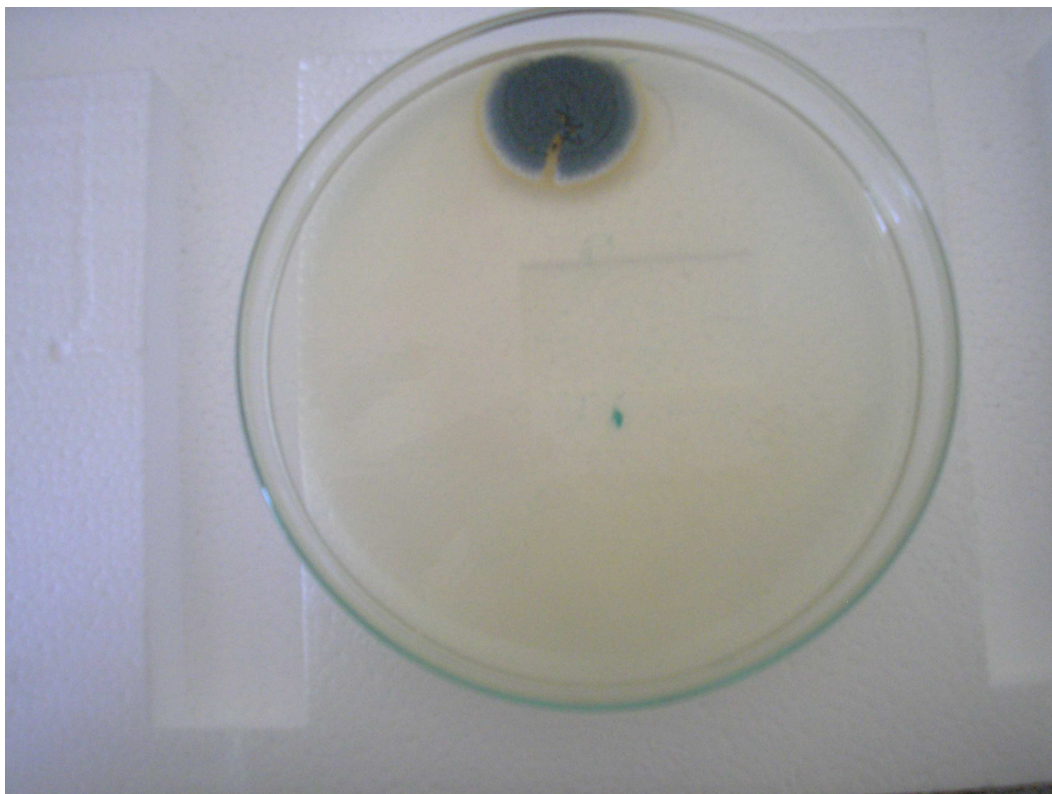


Figura 8 - Placa com crescimento de fungo filamentoso, após exposição de 15 minutos por sedimentação espontânea em ambiente interno.
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.



Figura 9 - Estufa de incubação das placas amostradas do ar, temperatura de incubação 25°C, por um período de 7 dias.
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.



Figura 10 – Amostrador de ar marca Millipore
Fonte: HIGASKINO; FIGEL, 2007.

Anexo 2 – 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, desumificadores, 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 (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 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 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.

Fonte: ANVISA, 2003.

Anexo 3 – Possíveis fontes de poluentes químicos

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 ₂	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 ₂	Combustão.	Restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; impedir a infiltração de NO ₂ proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
O ₃	Máquinas copadoras 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 ₃ .
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.

Fonte: ANVISA, 2003.

Nome do técnico responsável

Carmen Etsuko Kataoka Higaskino
Izabel Cristina Figel
Maria Paula Assis Yamada

Nome da Instituição do SBRT responsável

Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR

Data de finalização

26 set. 2007