



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA
Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho



Ana Lúcia Pereira de Carvalho Ribeiro

**VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE NEBLINA ATIVADA NA
REDUÇÃO DE FUNGOS EM BIBLIOTECA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

Salvador
2014

ANA LÚCIA PEREIRA DE CARVALHO RIBEIRO

**VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE NEBLINA ATIVADA NA
REDUÇÃO DE FUNGOS EM BIBLIOTECA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

Dissertação apresentada ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho, da Faculdade de Medicina da Bahia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Saúde, Ambiente e Trabalho.

Orientador: Profa. Dra. Tania Mascarenhas Tavares

Salvador
2014

FONTES DE FINANCIAMENTO

Linha de Apoio para Construção de Protótipos Científicos Inovadores.

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

UFBA/SIBI/Bibliotheca Gonçalo Moniz: Memória da Saúde Brasileira

Ribeiro, Ana Lúcia Pereira de Carvalho

R484 Viabilidade da aplicação de neblina ativada na redução de fungos em biblioteca da Universidade Federal da Bahia / Ana Lúcia Pereira de Carvalho Ribeiro. Salvador: ALPC, Ribeiro, 2014.

76 fls.: il. [quadros].

Inclui apêndices.

Orientadora: Profª Dra. Tânia Mascarenhas Tavares.

Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina da Bahia, Salvador, 2014.

1. Qualidade do ar. 2. Ambientes internos. 3. Contaminantes. 4. Fungos. 5. Bioaerossóis. I. Tavares, Tânia Mascarenhas. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina. III. Título.

CDU: 543.275

ANA LÚCIA PEREIRA DE CARVALHO RIBEIRO

**VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE NEBLINA ATIVADA NA REDUÇÃO DE
FUNGOS EM BIBLIOTECA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Saúde, Ambiente e Trabalho, Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia.

Salvador, 28 de maio de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA

Tania Mascarenhas Tavares (Orientadora) _____
Doutora em Química, pela Universidade de São Paulo, Brasil
Universidade Federal da Bahia

Nidia Maria Lienert Lubisco _____
Doutora em Documentação, pela Universidad Carlos III de Madrid
Universidade Federal da Bahia

Severino Soares Agra Filho _____
Doutor em Economia Aplicada Meio-ambiente, pela Universidade Estadual de Campinas,
Universidade Federal da Bahia

A minha mãe, meu esposo, meus filhos, meus irmãos, minha nora e amigos, por terem permanecido ao meu lado, incentivando-me a percorrer este caminho, compartilhando angústias e alegrias, sempre com palavras sábias e muito amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente na minha vida.

À Prof. Dra. Tania Mascarenhas Tavares, por sua orientação, apoio, dedicação e confiança no desenvolvimento desse trabalho.

A professora Nídia Maria Lienert Lubisco do Instituto de Ciência da Informação/UFBA, pelo apoio na revisão ortográfica e organização final do trabalho.

A meu marido José Jorge Brito Ribeiro, pela participação efetiva, companheirismo, paciência, cuidado, dedicação e atenção durante a realização deste trabalho.

A Antônio César de Macedo Silva, pela dedicação, empenho, comprometimento e por acreditar no futuro deste projeto.

A Adeline Torres de Macedo, José Jorge Bispo Vítório e Itamar Santos de Sousa, pela dedicação e ajuda indispensável nos trabalhos de laboratório e de campo.

A Leonardo Silveira, por ter dado todo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

À bibliotecária Maria das Graças Ribeiro, chefe da Bibliotheca Gonçalo Moniz, pelo apoio e disponibilização do espaço; à bibliotecária Sônia Abreu, pela elaboração da ficha catalográfica; e a toda equipe da biblioteca, pela ajuda durante a coleta das amostras.

À Diretora do Serviço Médico Universitário Rubens Brasil (SMURB), Maria Luiza Santos Dias, pelo apoio e motivação.

Aos professores do MSAT por compartilhar seus conhecimentos, especialmente o professor Fernando Carvalho Fernando, pela ajuda no tratamento estatístico dos dados.

Aos funcionários do MSAT, Solange e Marivalda “Inha” pela atenção e carinho.

*Pertencemos a uma comunidade única
chamada espécie humana, cujo futuro é
indivisível. Em todos os estágios da vida
— ecologia, economia, saúde — esta
comunidade de destino é uma realidade.
Devemos 'traduzi-la agora em uma
realidade cultural, assumi-la
deliberadamente no que eu chamaria uma
política da vida'.*

François Mitterrand (1916-1996)

VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE NEBLINA ATIVADA NA REDUÇÃO DE FUNGOS EM BIBLIOTECA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

RESUMO

A qualidade do ar respirado em ambientes de trabalho tem influência direta na qualidade de vida e bem estar das pessoas que ocupam ou transitam nesse ambiente. Assim, contaminantes biológicos como fungos e bactérias, utilizam o material particulado (pólen, escamas de pele humana, pelos, poeira entre outros) como substrato para se multiplicar. Estudos revelaram que em ambientes fechados, com ventilação e climatização artificiais, os ocupantes apresentavam, em geral, sintomas persistentes de maior ou menor gravidade, tais como: alergia, dor de cabeça, irritação nos olhos e nas mucosas, dores de garganta, tonturas e fadiga. Algumas tecnologias como filtração do ar, irradiação ultravioleta e outras já foram e continuam sendo desenvolvidas para reduzir a concentração de bioaerossóis em ambientes. Esse trabalho tem como objetivo analisar a efetividade do sistema de neblina ativada para a redução de fungos dos ambientes internos de bibliotecas. Este projeto tem um desenho de estudo experimental, para tanto foram realizadas análises no Laboratório de Química Analítica Ambiental do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, para seleção do melhor tensoativo e testes para medidas quantitativas de fungos no ar interior na Bibliotheca Gonçalo Moniz, antiga Biblioteca da Faculdade de Medicina da Bahia, localizada no Largo do Terreiro de Jesus, Centro Histórico, Salvador, Bahia, com e sem o uso do sistema de neblina ativada. A amostragem do ar interior antes e depois da passagem do ar pelo reator contendo a neblina ativada com os tensoativos A, B e C, foi feita com impactador Andersen de um estágio por 5 minutos, contendo placa de petrifilm com meio de cultura agar batata com ácido tartárico para a determinação de fungos, com incubação de 7 dias a 28°C. As colônias de fungos foram quantificadas em unidades formadora de colônias por metro cúbico, (ufcm³). Segundo a ANVISA, que define os padrões da qualidade do ar interior, o valor máximo de fungos permitido em ambientes interiores é 750 ufc³. O uso da neblina ativada com os tensoativos A e C resultou em uma redução de fungos em torno de 95%, enquanto que o tensoativo B resultou em um abatimento em torno de 88%. Analisando os resultados obtidos o sistema de neblina ativada mostrou-se efetivo na redução de fungos na biblioteca e os tensoativos utilizados demonstrou uma expressiva diminuição de fungos no ambiente.

Palavras-chave: Qualidade do ar. Ambientes internos. Contaminantes. Fungos. Bioaerossóis.

FEASIBILITY OF THE APPLICATION OF MIST ACTIVATED IN REDUCTION OF FUNGI IN THE UNIVERSITY LIBRARY FEDERAL DA BAHIA

ABSCTRACT

The quality of the air breathed in work environments has a direct influence on the quality of life and well being of persons occupying or transiting in this environment. Thus, biological contaminants such as fungi and bacteria, use the particulate matter (pollen, flakes of human skin, hair, dust among other) as substrate to multiply. Studies revealed that indoors with artificial ventilation and air conditioning, occupants presented, in overall, persistent symptoms of varying severity, such as: allergy, headache, irritation of the eyes and mucous membranes, sore throat, dizziness and fatigue. Some technologies such as air filtration, ultraviolet irradiation, and others are continuesly being developed to reduce the concentration of bioaerosols in environments. **Objective:** to evaluate the effectiveness of the activated fog system for the reduction of indoor fungi in libraries **Materials and Methods:** This study has an experimental design. Tests were performed in the Laboratory Environmental Analytical Chemistry of the Institute of Chemistry of the Federal University of Bahia to select the best surfactant and quantitative fungi measurements in indoor air in Bibliotheca Gonçalo Moniz , former library of the School of Medicine of Bahia located in Largo do Terreiro de Jesus, Historical Center , Salvador , Bahia took place with and without the use of activated fog system. The sampling of the indoor air for fungi, before and after passing the air through the fog reactor activated with surfactants A, B and C, was made with a one stage Andersen impactor for 5 minutes on a Petrifilm plate containing culture medium with potato agar tartaric acid for fungus growth followed by incubation for 7 days at 28 ° C. The fungal colonies were quantified as colony forming units per cubic meter (ufcm⁻³). According to ANVISA, which sets the fungus and other microorganisms standards for indoor air quality, the maximum allowed value of fungi in indoor environments is 750 ufc^m⁻³. **Results:** The use of activated fog with surfactants A and C resulted in a reduction of fungi around 95 %, while the surfactant B resulted in a reduction of around 87%. **Conclusion:** The system activates fog system was effective in reducing fungi in the library an surfactants used showed a significant reduction of fungi in the environment.

Keywords: Quality air. Indoor. Contaminante. Fungi. Bioaerosols.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Efeito peneira	26
Figura 2	Efeito interceptação direta	26
Figura 3	Efeito inercial	27
Figura 4	Difusão browniana	27
Figura 5	Rearranjo codificando o DNA	28
Figura 6	Precipitador eletrostático	29
Figura 7	Sala com contenção por pressão negativa	30
Figura 8	Sala com contenção por pressão positiva	30
Figura 9	Ilustração mostrando o aumento de superfície em função do tamanho de partículas	32
Figura 10	Micela	33
Figura 11	Estrutura química dos tensoativos	33
Figura 12	Sistema de neblina ativada	34
Figura 13	Aspersor	34
Figura 14	Coleta de amostra sem tensoativos no laboratório	37
Figura 15	Mapa de localização da Bibliotheca Gonçalo Moniz – Terreiro de Jesus, Salvador, Bahia	38
Figura 16	Vista externa da Bibliotheca Gonçalo Moniz	39
Figura 17	Situação do acervo da Bibliotheca Gonçalo Moniz antes do mutirão	39
Figura 18	Salvaguarda do acervo: seleção, avaliação, descarte, encadernação e restauração	40
Figura 19	Depósito de livros onde foram realizadas as amostras de ar do ambiente	41
Figura 20	Depósito de livros, com a mangueira sanfonada para realizar amostragem do ar interior	42
Figura 21	Vista externa da mangueira sanfonada conectada ao aspirador de ar e ao reator	42
Figura 22	Conjunto impactador Andersen e bomba de amostra	44
Figura 23	Placa Petrifilm com meio de cultura para fungos no impactador Andersen	45
Figura 24	Placa Petrifilm com cultura de fungos	47
Figura 25	Resultados das concentrações de fungos no ar sem aplicação do sistema de neblina ativada e com aplicação de neblina ativada com teste de diferentes tensoativos	52

Figura 26	Redução média do conjunto de medidas para os tensoativos	52
Figura 27	Resultados das concentrações de fungos no ar sem aplicação do sistema de neblina ativada e com aplicação de neblina ativada com diferentes tensoativos	56
Figura 28	Redução em termos de mediana do conjunto de medidas	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados de fungos no laboratório 419 do Instituto de Química, sem neblina e com neblina de água sem ativação química para avaliação da técnica de amostragem, dezembro 2013	49
Tabela 2	Resultados dos valores médios (n=2) dos testes da neblina ativada com diferentes tipos de tensoativos para avaliar a redução de fungos no ambiente do laboratório 419, dezembro 2013	50
Tabela 3	Resultados em termos de mediana da avaliação a efetividade do uso da neblina ativada para redução de fungos no depósito de livros da Bibliotheca Gonçalo Moniz, maio 2014	54
Tabela 4	Resultados médios da avaliação da eficiência do uso da neblina ativada para redução de fungos no depósito de livros da Bibliotheca Gonçalo Moniz, maio 2014	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Relação dos contaminantes biológicos e poluentes químicos e suas fontes	22
Quadro 2	Padrões de referência da qualidade do ar interior	23
Quadro 3	Fontes de poluição e poluentes em bibliotecas	24
Quadro 4	Técnicas de biorredução x neblina ativada: vantagens e desvantagens	35
Quadro 5	Número de amostragens com base na área construída	46

SUMÁRIO

1	OBJETIVOS	14
2	INTRODUÇÃO	15
3	REVISÃO DA LITERATURA	18
	TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS PARA REDUZIR AS CONCENTRAÇÕES DE BIOAEROSSÓIS	25
	Filtração de micro-organismos	25
	Irradiação ultravioleta germicida	27
	Precipitação eletrostática	28
	Uso de vegetação	29
	Ionização negativa do ar	29
	Controle de pressurização	30
	Adsorção em carbono	31
	Ozonização do ar	31
	Oxidação fotocatalítica	31
	Luz pulsada	32
	Redução de micro-organismos pelo método de neblina ativada	32
4	MATERIAL E MÉTODO	37
	Avaliação da técnica	37
	Local da amostragem	38
	Desenho experimental	42
	Amostragem do ar	43
	Cultura e quantificação de fungos	46
5	RESULTADOS	49
	DADOS DO DEPÓSITO DE LIVROS DA BIBLIOTHECA GONÇALO MONIZ – FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA	53
		58
6	DISCUSSÃO DOS DADOS	

7	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICES	66
	APÊNDICE A – Resultado das concentrações de fungos no ar interno do depósito de livros	67
	APÊNDICE B – Análise dos dados obtidos aplicando teste Student t das concentrações de fungos [...] Amostras da entrada do tubo de captação de ar (tensoativos A e B)	68
	APÊNDICE C – análise dos dados obtidos aplicando teste Student t das concentrações de fungos [...] Amostras da entrada do tubo de captação de ar (tensoativo A)	69
	ANEXO – Resolução RE n. 09 de 16 de janeiro de 2003 ANVISA	70

1 OBJETIVOS

GERAL

Analisar a efetividade do uso do sistema de neblina ativada na redução de fungos em bibliotecas.

ESPECÍFICOS

- 1, Identificar a presença de fungos no ambiente interno de biblioteca.
2. Avaliar eficiência de diferentes tensoativos no abatimento fungos.
3. Analisar as condições operacionais do sistema de neblina ativada.
4. Realizar ajustes e adequações no sistema de neblina ativada.
5. Determinar o percentual de redução de fungos na biblioteca avaliada da UFBA.

2 INTRODUÇÃO

Os ambientes com ventilação inadequada ou sem ventilação são propícios ao desenvolvimento de micro-organismos, podendo afetar a saúde das pessoas que se encontram expostas. Ar interior é a denominação do ar que é respirado em ambientes fechados, tais como escolas, hospitais, bibliotecas, cinemas, *shoppings centers*, escritórios, prédios, meios de transporte, entre outros.

A qualidade do ar de interiores é um assunto relevante e nos últimos anos tornou-se importante tema de pesquisas na área de saúde pública. (QUADRO, 2008; WANG; ANG; TADE, 2007; ANVISA, 2003) Essa relevância deve-se principalmente à perda de produtividade e ao absenteísmo no ambiente de trabalho devido a sintomas como: fadiga, dor de cabeça, tontura, náusea, apatia, sonolência, cansaço, fraqueza, dificuldade de concentração, urticária, irritação e secura na pele, falta de ar, chiado no peito, coriza, irritação no nariz e na garganta, dor de garganta, irritação, ardor e lacrimejamento nos olhos, rinite alérgica, asma brônquica, doença do Legionário, febre de Pontiac, histoplasma. (GIODA; AQUINO NETO, 2003; GIODA, 2003; BRICKUS; AQUINO NETO, 1999) Em consequência da má qualidade de ar interior, surgiu a Síndrome do Edifício Doente (SED) e a Doença Relacionada ao Edifício (DRE). (WANG; ANG; TADE, 2007; GIODA; AQUINO NETO, 2003)

A poluição do ar interior é considerada um dos principais problemas ambientais e de saúde pública. Estima-se que cerca de metade da população mundial, ou seja, quase três bilhões de pessoas sofram com a qualidade do ar de interiores, principalmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. (BRUCE et al., 2000) Ito, Aguiar (2007) pesquisaram material particulado e alguns gases poluentes (amônia, cloro, dióxido de carbono, ozônio, benzeno, monóxido de carbono e tolueno), presentes em ambientes internos de bibliotecas públicas localizadas em São Paulo e São Carlos. Os resultados mostraram que as concentrações de particulados apresentaram valores sempre maiores nos ambientes internos das bibliotecas do que no externo e para os gases avaliados apenas o dióxido de carbono foi constatado no interior, com valores dentro dos padrões referenciais da qualidade do ar interior.

A biblioteca central da Fundação Oswaldo Cruz, na cidade do Rio de Janeiro, em 1998, apresentou uma contaminação acentuada de fungos que se propagou devido à precariedade na manutenção do sistema de ar condicionado central, o que obrigou o seu

fechamento por um longo período. (STRAUZ et al., 2001).

Avaliação da qualidade do ar interno realizado na Biblioteca Central da UNIVAP, apresentaram diferentes fungos de importância médica, entre eles os fungos predominantes *Phaeoacremonium*, *Parasiticum* e *Acremonium* sp., que são causadores de doenças dermatológicas, e *Penicillium* sp., causador de doenças respiratórias. Foi identificado através da aplicação de questionários aos ocupantes e funcionários, o qual avaliou os altos índices de queixas dermatológicas (73%), irritação nasal (95%) e de queixas respiratórias (63%). Os resultados foram decisivos para o diagnóstico da Síndrome do Edifício Doente, Biblioteca Central da Universidade. (PEREIRA et al, 2010).

Diante dessa preocupação, muitas tecnologias já foram desenvolvidas para reduzir a concentração de bioaerossóis em ambientes, mas nenhuma inteiramente satisfatória. Devido à problemática da qualidade do ar interior e da falta de tecnologias satisfatórias para a purificação do ar, constatou-se a importância de verificar a efetividade do uso do sistema de neblina ativada que apresentou vantagens sobre os outros métodos em outras situações, como em abatimento de emissões de aterros sanitários (ALVES, 2009) e em redução de bioaerossóis em ambulatórios de hospital. (HERNANDEZ, 2011).

Para efeito do presente estudo, no ambiente da Bibliotheca Gonçalo Moniz¹, utilizou-se o sistema de neblina para abatimento de fungos do ar, desenvolvido no Centro de Pesquisas Ambientais da Universidade de Frankfurt (ZUF), Alemanha, baseado na produção de neblina, onde as gotículas variam de 10-50 μ m de diâmetro, com a finalidade de reduzir mau cheiro de pocilgas. Coube ao Laboratório de Química Analítica Ambiental (LAQUAM), do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, modificá-lo, aplicando a bioaerossóis. (ALVES, 2009)

A utilização do sistema de neblina ativada foi testado, com eficiência comprovada, na pesquisa de mestrado intitulada *Uso de neblina ativada para redução das emissões e bioaerossóis em um aterro sanitário* (ALVES, 2009), que reduziu 93,% das bactérias e fungos no ar emanado do respiradouro da bacia de acumulação do chorume, no Aterro Sanitário Metropolitano Centro de Salvador; também o estudo *Viabilidade da aplicação de neblina*

¹ Biblioteca histórica de Medicina, da Universidade Federal da Bahia, originada do primeiro curso de Medicina do Brasil, datado de 1808.

ativada na redução de bioaerossóis em hospitais (HERNANDEZ, 2011) apresentou uma redução média de 90% para bactérias e 91% para fungos, no ar da sala de atendimento ambulatorial, no Serviço de Otorrinolaringologia e no Serviço de Arquivo Médico e Estatística (SAME) do Pavilhão Prof. Francisco Magalhães Netto, do Complexo Hospitalar Universitário Professor Edgard Santos (HUPES), em Salvador.

Motivada pela avaliação exploratória em todas as bibliotecas da Universidade Federal da Bahia, *campi* Salvador e Vitória da Conquista, e identificando que as condições, quantidade e idade do acervo de biblioteca propiciam a presença de micro-organismos no ambiente, o local escolhido foi a Bibliotheca Gonçalo Moniz, reconhecida pelo Congresso Nacional em 1984 como Patrimônio Histórico da Medicina Brasileira, localizada no Largo do Terreiro de Jesus, no centro histórico de Salvador (Bahia), que abriga, atualmente, cerca de 60 mil volumes de livros, em sua maioria obras raras dos séculos XVIII, XIX e XX.

Na coleta das amostras na biblioteca foram utilizados três tipos de tensoativos, previamente definidos com testes realizados no Laboratório 419 do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, com o objetivo de avaliar o mais efetivo na redução de fungos e no ambiente da biblioteca.

Na Bibliotheca Gonçalo Moniz, durante a jornada de trabalho, as pessoas realizam atividades de higienização, restauração, encadernação e tratamento da informação, com permanente exposição a micro-organismos.

Considerando a preocupação com a saúde, a segurança, o bem-estar e o conforto dos ocupantes da biblioteca, fatores estes associados à disponibilidade do sistema de neblina ativada e à importância da avaliação da efetividade desse sistema, para redução de fungos em ambientes diferentes de aterro sanitário e hospitais, foram os motivadores e determinantes na tomada de decisão para definição do local a ser avaliado.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Devido a vários relatos de casos graves sobre a saúde de pessoas devido à qualidade do ar interior, um grupo de trabalho foi convocado pela Organização Mundial da Saúde, em 1983, para discutir a avaliação e monitorização da exposição a poluentes do ar interior e do consequente efeito à saúde. Vários países comprometeram-se a realizar estudos exaustivos sobre os fatores que influenciam a qualidade do ar interior, a fim de criar e adotar medidas de controle eficazes. Tais medidas vão desde a criação de normas mínimas de controle da ventilação, até a proibição de determinados produtos. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1983).

A avaliação microbiológica em edifícios começou por volta dos anos de 1950, quando infecções em alguns hospitais tornaram-se comuns. Uma das causas dessas infecções foi associada à propagação de fungos, bactérias e vírus pelo sistema de ventilação. Na Europa e na América do Norte, houve relatórios que relacionaram certas doenças às condições dos edifícios, onde os ocupantes apresentavam sintomas como febre, dificuldade de respiração, tosse, dores musculares e mal-estar. (CARMO; PRADO, 1999)

Normalmente, os efeitos causados pela má qualidade do ar interior na saúde são classificados como Síndrome do Edifício Doente. Em 1983, a Organização Mundial de Saúde publicou uma lista de oito sintomas que caracterizam essa Síndrome: 1) irritação dos olhos, nariz e garganta; 2) membranas, mucosas e pele seca; 3) eritema; 4) fadiga e dor de cabeça mental; 5) infecções e tosse respiratórias; 6) rouquidão da voz e respiração ofegante; 7) reações de hipersensibilidade; 8) náuseas e tonturas. Geralmente, essas condições não são facilmente atribuídas a uma substância específica, mas são percebidas como resultante de algum contaminante não identificado ou a combinação de contaminantes. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1983)

Gamble e colaboradores (1993), realizando trabalho em 28 bibliotecas da Universidade de São Paulo, entrevistaram 314 bibliotecários sobre apresentação de sintomas de asma ou rinite e qual a relação por eles atribuída ao local de trabalho. Quarenta e nove por cento deles relataram esse tipo de sintoma, sendo que 80% os relacionaram ao local de trabalho. Os bibliotecários foram submetidos a testes intercutâneos e 18 deles apresentaram testes positivos, 12 dos quais com rinite e 6 eram assintomáticos, em relação aos 20 tipos de

fungos mais frequentemente encontrados nesse tipo de ambiente.

Silveira (2001) realizou estudo epidemiológico, por meio de questionário específico, com trabalhadores de um grande terminal aeroportuário, na cidade do Rio de Janeiro, para a avaliação dos sintomas de saúde e conforto referidos por eles em relação ao seu ambiente de trabalho. Cerca de 50% dos entrevistados reportaram sinais e sintomas compatíveis com a contaminação interna dos ambientes de trabalho. Os principais sintomas foram: secura nos olhos (42%), coriza (47%), pela seca (51%), coceira ou lacrimejamento dos olhos (56%), secura na garganta (58%), nariz congestionado (67%), letargia (67%), dor de cabeça (60%), todos considerados sintomas típicos daqueles advindos da Síndrome do Edifício Doente e da Síndrome da Sensibilidade Química Múltipla.

A partir da análise dos dados obtidos no estudo realizado nas bibliotecas da Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, localizada no município de Sorocaba, e da Biblioteca da Escola Estadual Julio Bierrenbach Lima, na mesma cidade, ficou constatada a contaminação fúngica em todos os locais pesquisados, pela presença das colônias de tipo: *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* e *Fusarium sp*. O fato demonstra uma ampla disseminação dessa microbiota anemófila. No caso das bactérias, a espécie mais comum dentre as que são patogênicas para o homem e que foi isolada na referida pesquisa foi o *Staphylococcus aureus*. (MOURA; PEÇANHA, 2012).

Ribeiro (2013) realizou um levantamento retrospectivo, utilizando banco de dados de materiais nacionais e estrangeiros dos tipos e gêneros de fungos em livros, no ambiente bibliotecário nos últimos 35 anos (1977-2012). Os fungos filamentosos responderam em média por 96,2% dos casos identificados, sendo *Aspergillus* e *Cladosporium* os gêneros fúngicos mais detectados, seguidos por *Alternaria*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Penicilliu* e *Trichoderma* em menor incidência. *Candida* e *Rhodotorula* foram os dois únicos gêneros de levedura observados. Os mofos continuam sendo os tipos de fungos mais propícios à contaminação do ambiente das bibliotecas e conseqüentemente à degradação biológica dos livros.

Em virtude da complexidade da composição do ar interior em ambientes aclimatados artificialmente, da especificidade dos poluentes e da susceptibilidade dos seres humanos a esses poluentes, os estudos epidemiológicos têm sido apontados, no âmbito científico, como

uma ferramenta eficaz para visualização dos primeiros sinais de alerta sobre a má qualidade do ar de interiores. Os relatos dos sintomas e sinais relacionados com a Doença do Ambiente Interno frequentemente não desaparecem quando os seus ocupantes deixam o local e, muitas vezes, afetam somente alguns dos seus usuários. Nesse sentido, para se obter sucesso na atenuação desses relatos de queixas é preciso identificar e remover a fonte de exposição. (COSTA; COSTA, 2006)

As concentrações de fungos no ambiente sofrem influências de diversos fatores, incluindo variáveis ambientais (temperatura e umidade), fatores físicos (forma, tamanho e densidade das partículas), além de outras situações que podem aumentar a quantidade de conídios no ambiente. (BOFF, 2011).

Diversos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar a qualidade do ar instalado. Nos ambientes externos, os estudos têm usualmente relacionado a quantidade de fungos com a presença de alergias respiratórias. Já os estudos conduzidos em locais internos, como os ambientes hospitalares, costumam associar a presença de fungos com o risco de doenças fúngicas invasivas, particularmente em indivíduos suscetíveis, como os internados em unidades hematológicas e de terapia intensiva. (BOFF, 2011)

Há evidências obtidas em estudos epidemiológicos de uma associação de fungos com o aumento das taxas de doenças do trato respiratório superior. Não existem bons métodos para determinar quantitativamente o grau de exposição com relação à presença de fungos no ar. Os efeitos sobre a saúde causados pelos fungos encontrados no ar exterior e interior não são os mesmos e há uma grande variação na sensibilidade individual. Com base na evidência atual, ainda não é possível recomendar um nível seguro de qualquer tipo de esporos do fungo que ocorre no ambiente interior. (NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, 2013)

A amostragem do ar interior é problemática, pois os fungos no ar variam temporal e espacialmente, com níveis díspares entre dois locais em uma sala e entre um minuto outro. Nenhuma das normas e orientações existentes inclui especificações para a variabilidade aceitável no método de coleta de amostras. Os resultados podem variar muito entre os tipos de equipamento de amostragem, o número e a localização de amostras a serem coletadas, o volume de ar da amostra, os tipos de meio de cultura, as condições de incubação, o número de

colônias que representa uma amostra aceitável, os procedimentos de contagem e identificação, e os procedimentos a serem utilizados para a análise de dados. (RAO; BURGE; CHANG, 1996)

A não disponibilidade de normatização metodológica para a identificação de fungos em ambientes fechados limita significativamente a comparação de dados de diferentes estudos. A contagem de micro-organismos cultiváveis tem sérias limitações e compromete a possibilidade de determinar diretrizes quantitativas, devido à baixa reprodutibilidade dos resultados, à seleção de determinadas espécies, à escolha do método de amostragem, aos meios de cultura, à variação temporal e espacial. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009)

Fung e Hughson (2003) realizaram levantamentos bibliográficos dos estudos publicados no período de 1966 a novembro de 2002, referente aos efeitos da exposição a fungos no ambiente interior, na saúde dos ingleses. Os principais resultados dos estudos foram analisados em conjunto com a associação plausível dos efeitos na saúde e a exposição a fungos. Cinco estudos de caso-controle, 17 de cortes transversais e 7 relatos de casos preencheram os critérios de seleção. A evidência sugeriu que a umidade excessiva favorece o crescimento de fungos e está associada a um aumento da prevalência de sintomas devido à irritação, alergia e infecção. No entanto, os efeitos para a saúde humana devido a toxinas de fungos inalados não foi cientificamente estabelecida. Os métodos para medir a exposição à bioaerossol em ambiente interior e avaliação de saúde não estão bem padronizados, tornando difícil a interpretação dos dados existentes. (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS, 2013),

Existem inúmeras substâncias propícias ao desenvolvimento de micro-organismos nos edifícios fechados, especificamente aquelas encontráveis nos dutos de sistemas de ventilação e em todos os lugares onde pode haver umidade. Bactérias, vírus, fungos e microácaros penetram nos edifícios, junto com o ar fresco, na roupa, cabelo e pele de seus ocupantes. Alguns destes micro-organismos podem causar danosas reações fisiológicas nos seres humanos. (STERLING; COLLETT; RUMEL, 1991)

No Brasil, em 2002, a ANVISA apresentou uma relação dos contaminantes biológicos e químicos de maior ocorrência, responsáveis por afetar a qualidade do ar interior e com

efeitos conhecidos na saúde humana. Para definir esses contaminantes, foi levada em consideração a facilidade de detecção pela estrutura laboratorial existente no país. Esses contaminantes estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Relação dos contaminantes biológicos e poluentes químicos e suas fontes

Principais fontes no ar de ambientes interiores	
Agentes biológicos	
Bactérias	Reservatórios com água estagnada, torres de resfriamento, bandejas de condensado, desumidificadores, umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes.
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.
Protozoários	Reservatórios de água contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção.
Vírus	Hospedeiro humano.
Algas	Torres de resfriamento e bandejas de condensado.
Pólen	Ar externo.
Artrópodes	Poeira caseira.
Animais	Roedores, morcegos e aves.
Agentes químicos	
CO	Combustão (cigarros, queimadores de fogões e veículos automotores).
CO₂	Produtos de metabolismo humano e combustão.
NO₂	Combustão.
O₃	Máquinas copiadoras e impressoras a laser.
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, cola, produtos de limpeza domiciliar para sanitários.
Material particulado	Poeira e fibras.
Fumo de tabaco	Queima de cigarro, charuto, cachimbo, etc.
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza e domissanitários, solventes, materiais de revestimento, tintas, colas, etc.
Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (COS-V)	Queima de combustíveis e utilização de pesticidas.

Fonte: Resolução n. 09 (ANVISA, 2003)

No Brasil, a ampla e crescente utilização de sistemas de ar condicionado, em função das condições climáticas, aliadas à preocupação mundial com a Qualidade do Ar de Interiores em ambientes climatizados, despertou discussão sobre o tema. A morte no Brasil do ex-

ministro das Comunicações, Sérgio Mota, em 1998, por haver contraído uma bactéria alojada em dutos do sistema de climatização, a *Legionela*, foi determinante na elaboração de diretrizes para controle da qualidade do ar interior.

Em 28 de agosto de 1998, o Ministério da Saúde baixou a Portaria nº 3.523/GM, estabelecendo critérios básicos para manutenção, instalação e parâmetros de monitoração da qualidade do ar.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução nº 176 de 24 de outubro de 2000, atualizada pela Resolução nº 09 de 16 de janeiro de 2003, (ANEXO A), estabelece os padrões referenciais da qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente, de uso público e coletivo, e a periodicidade das amostragens nesses ambientes, bem como as metodologias a serem utilizadas. Estes padrões de referências são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Padrões de referência da qualidade do ar interior

Agente	Valores Máximos Recomendáveis
Fungos	$\leq 750 \text{ ufcm}^{-3}$
Dióxido de Carbono	$\leq 1000 \text{ ppm (v)}$
Material Particulado	$\leq 80 \mu\text{gm}^{-3}$
Umidade Relativa	40-65% no verão; 35- 65% no inverno
Temperatura	23 a 26 ⁰ C no verão; 20 a 22 ⁰ C no inverno
Velocidade do ar	$< 0,25 \text{ m seg}^{-1}$

Fonte: Resolução n. 09 (ANVISA, 2003)

Como é crescente o número de pessoas que permanecem durante os seus horários de trabalho em salas vedadas (sem janelas) e com sistemas de ar condicionado, a qualidade do ar nesses ambientes tornou-se uma preocupação frequente e justificada, uma vez que o ar nesses ambientes é recirculado e, em consequência, os contaminantes acumulam-se gradualmente, caso não sejam adequadamente filtrados. (RIBEIRO et al., 2004).

Dentre os vários ambientes internos que podem desenvolver a Síndrome de Edifícios Doentes, destacam-se as bibliotecas e no seu interior as prováveis fontes originárias de poluição e seus poluentes são:

Quadro 3 – Fontes de poluição e poluentes em bibliotecas

Fontes de poluição	Poluentes
Materiais de limpeza	Amônia, cloro e solventes
Limpeza	Partículas
Mobiliário	Formaldeído, solventes, Compostos Orgânicos Voláteis (COV), mofo e ácaros
Ressuspensão	Partículas
Impressoras	Ozônio e COV
Jornais, livros e revistas	Tinta, partículas, fungos, ácaros e bactérias
Roupas	Formaldeído, COV e ácaros
Carpets, tapetes e cortinas	Partículas e fungos
Fotocopiadoras	Formaldeído, ozônio e amônia
Umidade	Micro-organismos;
Escamações da pele	Ácaros e partículas
Metabolismo humano	Dióxido de carbono
Sistema de ar condicionado	Partículas, ácaros, mofo
Vasos de plantas	Fungos e bactérias
Poluentes de origem externa	Os subprodutos de veículos, indústrias, construções civis, postos de gasolina oficina mecânicos e vegetação, animais.

Fonte Resolução n. 09 (ANVISA, 2003)

Contaminantes microbiológicos no ambiente do ar interior podem representar riscos significativos à saúde para os indivíduos expostos. Os riscos são apresentados por três tipos de fatores de exposição: patógenos, alérgenos e toxinas. As questões de investigação microbiológica do ar interior se dividem em três categorias principais. Em primeiro lugar, a necessidade de métodos microbiológicos padronizados; segundo, a necessidade de definir a relação entre a qualidade do ar interior e as infecções ou alergias; em terceiro lugar, a necessidade de caracterizar as fontes de contaminantes do ar interior. (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1990)

Muitas tecnologias já foram desenvolvidas para reduzir a concentração de bioaerossóis em ambientes, mas nenhuma é inteiramente satisfatória.

TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS PARA REDUZIR AS CONCENTRAÇÕES DE BIOAEROSSÓIS

Filtração de micro-organismos

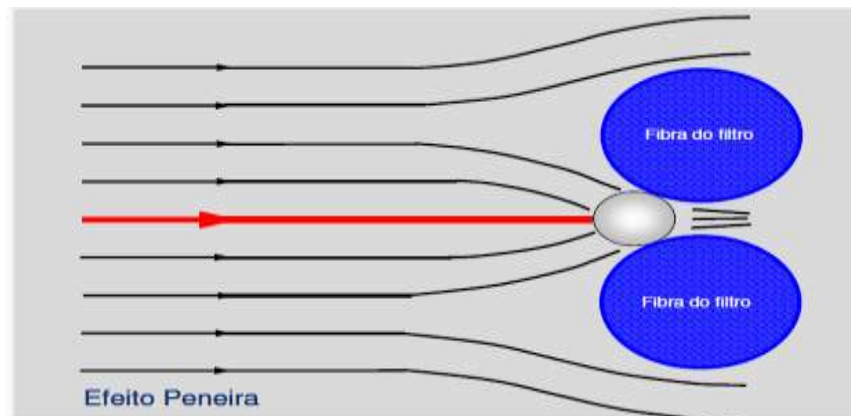
Os filtros de ar para sistemas de controle de contaminação são, quase exclusivamente, de fibra. O meio filtrante dos filtros de fibra é uma esteira ou um papel composto de fibras, predominantemente sintéticas ou de vidro.

Três tipos de filtros existem para o uso em sistema de ventilação: pré-filtros, filtros de partículas aéreas de alta eficiência (HEPA) e os filtros de ultrabaixa penetração (ULPA). Existem pré-filtros com eficiência entre 70-90%. Os filtros HEPA filtram partículas menores de 1 micrômetro de tamanho, mas com diferentes eficiências; os filtros HEPA são normalmente classificados como 99,97% eficazes na remoção de partículas acima de 0,3 micrômetros de tamanho. (INDOOR ENVIRONMENT CENTER, 2013)

O diâmetro das fibras do filtro de ar varia, em função da eficácia desejada, de menos de um micrômetro até uns décimos de um milímetro. Os seguintes mecanismos são responsáveis pela separação de partículas num filtro de fibras:

- ◆ Separação de partículas mediante o efeito de peneira, ocorrendo quando a distância entre duas fibras é menor que o diâmetro da partícula. Esse processo na filtragem de ar não é muito bom, visto que impede a penetração das partículas até a profundidade do meio filtrante, sendo bloqueada a passagem do ar através do filtro pelas partículas acumuladas na sua superfície, conforme representação na Figura 1.

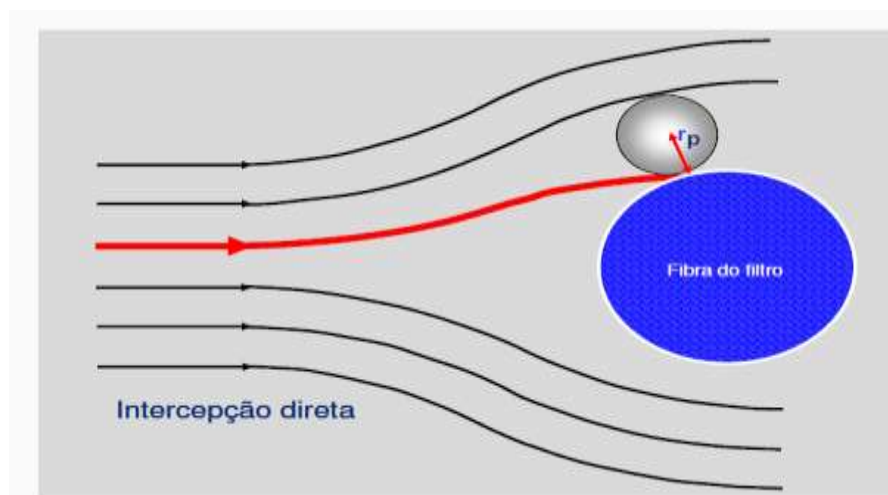
Figura 1 – Efeito peneira



Fonte: Nascimento (2011)

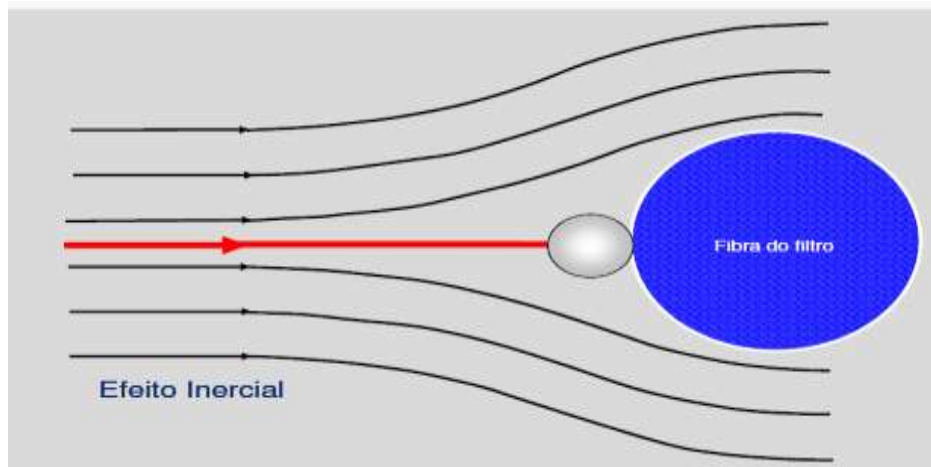
- ◆ Separação de partículas mediante o efeito de interceptação é observado quando a linha de fluxo, carregando a partícula, aproxima-se suficientemente da fibra para a partícula colidir com ela, segundo se demonstra na Figura 2.

Figura 2 – Efeito Interceptação direta



Fonte: Nascimento (2011)

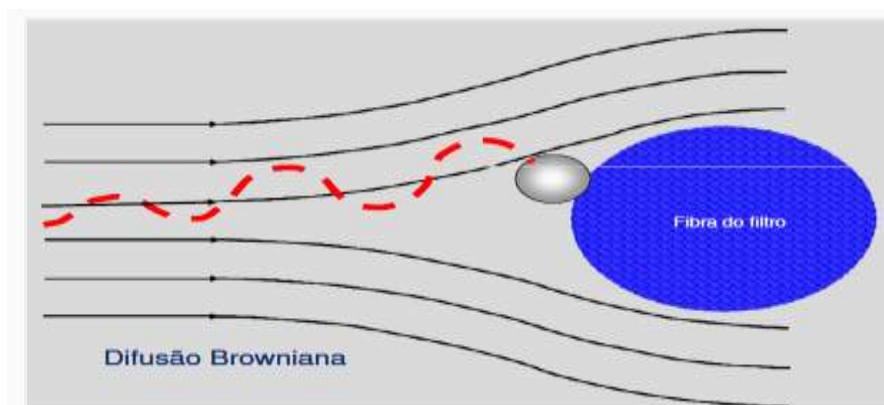
- ◆ Separação de partículas mediante o efeito de inércia é efetivo, sobretudo para partículas >1 micrômetro e com uma massa significativa que não mudam de direção rapidamente, por inércia as partículas mais pesadas continuam seus percursos, colidindo e aderindo-se às fibras. Esse mecanismo é favorecido pelo aumento da velocidade do fluxo de ar, como se vê na Figura 3.

Figura 3 – Efeito inercial

Fonte: Nascimento (2011)

- ◆ Separação de partículas mediante o efeito de difusão, as partículas menores que um micrômetro colidem com a estrutura do filtro devido ao seu movimento aleatório browniano. Este movimento aleatório ocorre quando pequenas partículas colidem com as moléculas do gás, alterando assim a trajetória de partículas em torno da estrutura do filtro, aumentando a probabilidade de que uma partícula seja capturada, conforme se vê na Figura 4.

◆

Figura 4 – Difusão Browniana

Fonte: Nascimento (2011)

Irradiação ultravioleta germicida

A função da irradiação ultravioleta se baseia em prevenir, proteger e desinfetar o ambiente, controlando a propagação de micro-organismos patogênicos. Os micro-organismos

são sensíveis aos efeitos do comprimento de onda em torno de 253 nanômetros. A ação germicida se dá quando ocorre a penetração da radiação ultravioleta na parede celular dos micro-organismos chegando até o núcleo. A absorção provoca um rearranjo, codificando a cadeia do ácido desoxirribonucleico (DNA), assim os micro-organismos atingidos tornam-se estéreis e inativos (Figura 5).

Figura 5 – Rearranjo codificando o DNA



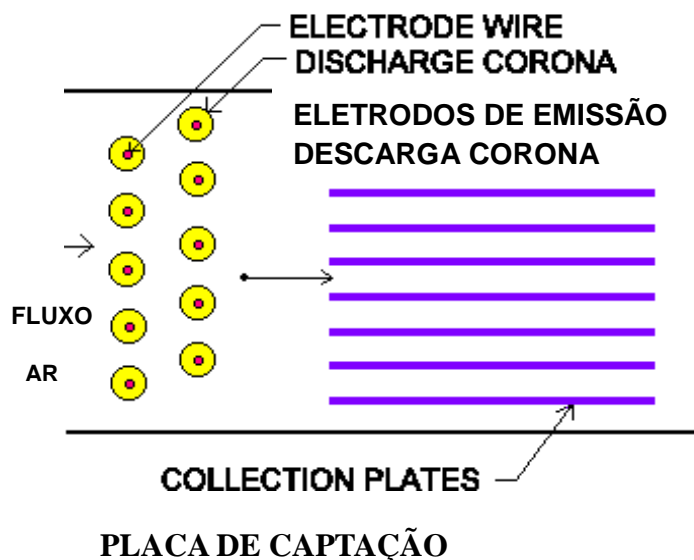
Fonte: Botero (2013)

Precipitação eletrostática

O precipitador eletrostático é utilizado para remover partículas em um meio gasoso, usando forças eletrostáticas. O ar contaminado com material particulado é submetido a uma elevada diferença de potencial elétrico; dessa forma, as partículas se ionizam e se depositam nas placas coletoras cujo sinal elétrico é oposto ao delas.

Um precipitador eletrostático típico de dois estágios tem uma fase de fios de corona e uma fase de placas captação, conforme Figura 6. Os fios de corona são mantidos em alta voltagem, a descarga corona resultante libera elétrons na corrente de ar e atraem as partículas. (INDOOR ENVIRONMENT CENTER, 2013)

Figura 6 - Precipitador eletrostático



Fonte: Indoor Environment Center (2013).

Uso de vegetação

A geração de oxigênio das plantas pode ter um efeito oxidante sobre os micro-organismos, assim como a existência de área com grandes quantidades de vegetação pode absorver ou adsorver os micro-organismos. Uma desvantagem para manter vegetação em ambientes internos é que a terra pode conter fungos potencialmente alergênicos. (INDOOR ENVIRONMENT CENTER, 2013)

Ionização negativa do ar

A ionização é uma reação química que ocorre entre moléculas, produzindo íons que não existiam anteriormente. Espécies inorgânicas presentes no ar são ionizadas e a presença desses íons atua sobre os micro-organismos, reduzindo-os. O princípio de funcionamento de um ionizador é simples e consiste, essencialmente, na produção de cargas elétricas negativas, convertendo as moléculas no ar em íons negativos. Os contaminantes presentes no ar, ao adquirir carga negativa, atraem as partículas positivas que, em geral, carregam vírus, bactérias, fungos, poeira, pólen e outros, aumentando sua massa e, dessa forma, sendo depositadas nas superfícies.

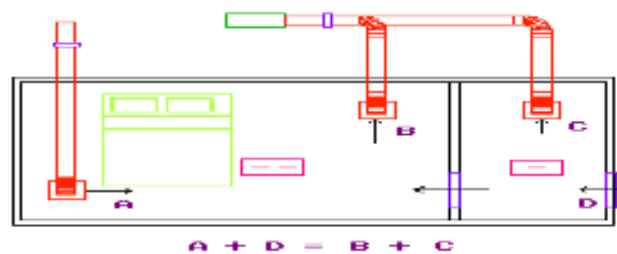
Controle de pressurização

O princípio básico de pressurização para o controle de contaminantes de micro-organismos é fornecer ar para as áreas de menor contaminação (maior pureza) e retirar este ar para os locais com maior potencial de contaminação. (INDOOR ENVIRONMENT CENTER, 2013) A depender do tipo de contaminação, o ar deverá passar por filtros HEPA, antes de ser retirado do ambiente.

Os sistemas de isolamento podem ser classificados em duas categorias:

- Salas com contenção por pressão negativa - o propósito do diferencial de pressão negativo é proteger as áreas adjacentes, o meio-ambiente e a comunidade local contra a contaminação do ar do interior das salas por agentes tóxicos, biológicos, radioativos, altamente ionizados ou reativos (Figura 7).

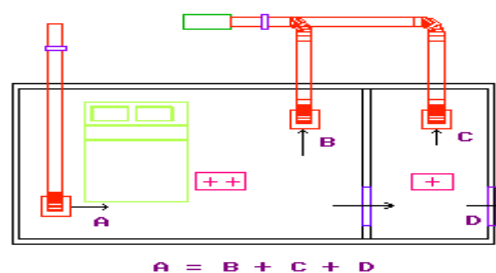
Figura 7 – Sala com contenção por pressão negativa



Fonte: Indoor Environment Center (2013)

- Salas com contenção por pressão positiva - o objetivo do diferencial de pressão positiva é proteger as salas limpas contra entrada de contaminantes vindos de áreas adjacentes menos limpas ou não controladas (Figura 8).

Figura 8 - Sala com contenção por pressão positiva



Fonte: Indoor Environment Center (2013)

Adsorção em carbono

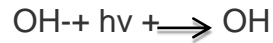
A adsorção é um processo seletivo e bastante apropriado para a remoção de gases e vapores presentes em baixas concentrações, principalmente as substâncias causadoras de odor. A adsorção é um fenômeno essencialmente de superfície. Para que um adsorvente tenha uma capacidade adsortiva significativa, deve apresentar uma grande área superficial específica, o que implica em uma estrutura altamente porosa. As propriedades adsortivas dependem do tamanho dos poros, da distribuição do tamanho dos poros e da natureza da superfície sólida. Os adsorventes mais utilizados, em escala industrial atualmente, são o carvão ativado, a sílica-gel, a alumina ativada e as peneiras moleculares. Os adsorventes de carbono são capazes de ter um efeito significativo sobre os micro-organismos do ar, podendo ser eficazes na remoção de compostos orgânicos voláteis gerados por fungos e bactérias. (INDOOR ENVIRONMENT CENTER, 2013).

Ozonização do ar

Alguns dados sugerem que alto nível de ozônio pode reduzir as concentrações no ar e inibir o crescimento de alguns organismos biológicos, mas as concentrações de ozônio para descontaminar e impedir a sobrevivência e regeneração dos microorganismos teria de ser de 5 a 10 vezes mais elevado do que as normas de saúde pública. (DYAS; BOUGGHTON; DAS, 1983; FOARDE; VAN; STEIBER, 1997)

Oxidação fotocatalítica

O princípio dos Processos Oxidativos Avançados (POA) consiste na geração de radical livre hidroxila (OH), agentes altamente oxidantes, gerados em reações fotocatalisadas ou quimicamente catalisados. O dióxido de titânio (TiO_2) é o semicondutor mais comumente utilizado na fotocatalise heterogênea. A energia necessária para ativar o TiO_2 é cerca de 3,2 elétron volt (eV), correspondente à radiação ultravioleta de comprimento de inferior a 385 nanômetros (nm). Quando o TiO_2 é irradiado e há transferência eletrônica, produz reações que liberam radicais hidroxilas e íons superóxidos, os quais são bastante reativos e oxidam compostos orgânicos voláteis (VOCs) e também irão matar e decompor bioaerossóis adsorvidos na superfície do catalisador. A reação química de maior relevância é:



(INDOOR ENVIRONMENT CENTER, 2013)

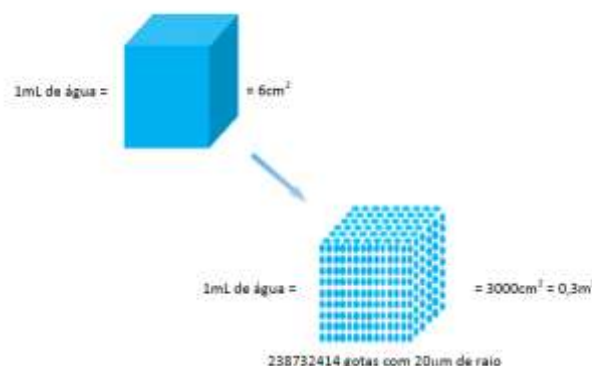
Luz pulsada

A luz branca pulsada - ou luz pulsada - é produzida pela pulsação de uma lâmpada de xenônio de alta força por 0,1-10 milissegundos. Os flashes produzidos de alta intensidade são capazes de inativar micro-organismos. A luz pulsada é utilizada na indústria farmacêutica para esterilização de garrafas translúcidas, sendo que apenas dois ou três impulsos são suficientes para eliminar as bactérias e esporos fúngicos. (INDOOR ENVIRONMENT CENTER, 2013)

Redução de micro-organismos pelo método de neblina ativada

A neblina é uma suspensão de gotículas no ar. É o sistema mais eficiente de limpeza da atmosfera, existente na natureza. A distância entre as gotículas é de 0,5mm e a superfície é de aproximadamente 0,5m² para 1 g de água de neblina. Devido ao aumento da superfície de contato para a adsorção dos bioaerosóis, a eficiência de atuação da neblina aumenta exponencialmente com a diminuição do tamanho de suas partículas (Figura 9).

Figura 9 – Ilustração mostrando o aumento de superfície em função do tamanho de partículas



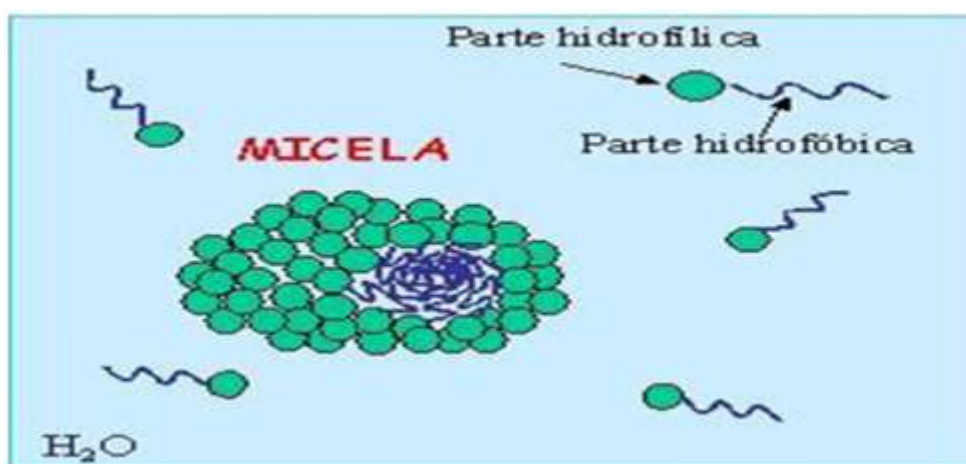
Fonte: Alves (2009).

Solução surfactante - ou tensoativa - é caracterizada por apresentar, em sua molécula, natureza anfifílicas, ou seja, apresenta uma parte polar ou hidrofílica e uma apolar ou lipofílica. (BORSATO; GALÃO; MOREIRA, 1999) Em outras palavras, surfactante é um

composto caracterizado pela capacidade de alterar as propriedades superficiais e interfaciais de um líquido. Uma importante característica de um surfactante é a tendência de formar agregados chamados micelas (Figura 10) o que, geralmente, ocorre a baixas concentrações em água, sendo chamada de concentração micelar crítica (CMC), concentração mínima na qual se inicia a formação de micelas. (BARROS et al., 2007)

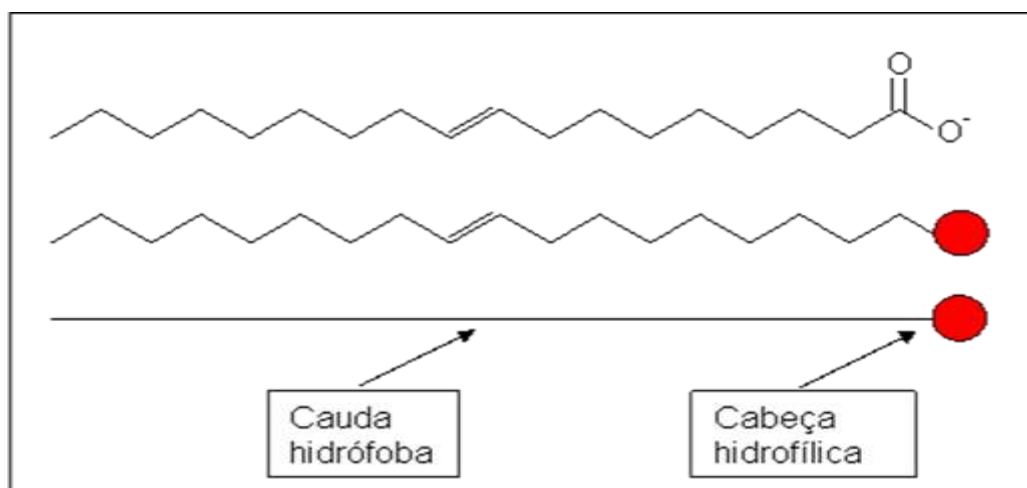
Os tensoativos têm uma cabeça hidrofílica e uma cadeia hidrocarbônica longa hidrófoba. Por esta razão, os tensoativos são chamados de moléculas anfifílicas: a cabeça hidrofílica geralmente é representada por um círculo e a cauda pode ser representada, tanto por uma linha reta, como ondulada, conforme Figura 11. (QUÍMICA GERAL SUL, 2010)

Figura 10 – Micela



Fonte: <http://www.portalmédquímica.com.br/dicas.php?id=57>

Figura 11 – Estrutura química dos tensoativos



Fonte: http://www.qgsquímica.com.br/qgs/det_comunicacao.php?id=55&det_comunic=3

Nesta técnica, a produção de neblina ativada é realizada por meio do seguinte processo e vem ilustrada na Figura 12: o ar é retirado do ambiente por um aspirador, passando por um laminador para organizar o fluxo e encaminhado para o reator que consiste em um tubo de PVC de 3 metros de comprimento. Duas bombas de deslocamento positivo tipo pistão, que podem trabalhar com pressões desde 20 bar até 100 bar, levam a solução surfactante ou tensoativa até os aspersores de impacto de alta pressão, capazes de produzir gotículas de neblina de 3 a $4\mu\text{m}$ de diâmetro e que consomem 0,18 litros de água por minuto (HERNANDEZ, 2011), conforme apresentado na Figura 13. Na saída do reator, há o desnebulizador, composto por fibra de aço e fibra de polímeros para servir de obstáculo às gotículas de neblina, fazendo com que estas se precipitem e sejam drenadas para o esgoto.

Figura 12 - Sistema de neblina ativada



Fonte: Foto tirada pela autora.

Figura 13 - Aspersor



Fonte: Foto tirada pela autora.

A determinação da efetividade da neblina ativada é feita com medidas de bioaerossóis do ar externo, antes de entrar no reator e depois do desnebulizador, na saída dos gases. A eficiência da adsorção dos bioaerossóis depende da escolha do surfactante, da dispersão e da quantidade de neblina. (ALVES, 2009)

A técnica de redução de micro-organismos pelo método de neblina ativada é um estudo novo e apresenta vantagens relevantes em relação a outras técnicas para redução de bioaerossóis, conforme se demonstra no Quadro 4.

Quadro 4 - Técnicas de biorredução x neblina ativada: vantagens e desvantagens

Método	Mecanismo	Vantagens	Desvantagens
Filtração	O ar passa por fibras muito finas, alterando seu fluxo, impactando as partículas sobre as fibras	- Uma efetividade de 99,97%. - Efeito significativo na redução de bactérias, vírus e fungos no ar	- A eficiência é reduzida com a presença de umidade e com condições do fluxo de ar fora das especificações. - Produção de resíduo sólido. - Favorece o crescimento de microorganismos dentro do próprio filtro. - Precisa troca de filtro periodicamente.
Controle de Pressurização	Baseia-se no controle de pressão da sala de isolamento para evitar a contaminação.		- Precisa do HEPA para ser eficiente. - Dificilmente mantém a pressão adequada.
Irradiação Ultravioleta Germicida	Irradiação ultravioleta germicida (UVGI) para a esterilização de micro-organismos.	Elimina 90 - 99% das bactérias e vírus em minutos.	- As pessoas podem ser afetadas. - Alguns micro-organismos são resistentes. - A eficácia pode ser afetada por: tempo de exposição, umidade, poeira nas lâmpadas e falta de manutenção.
Ionização	Faz a ionização	- Reduz a poeira	- A umidade afeta a

Negativa do Ar	dos bioaerossois e de partículas de poeira por aglomeração de partículas que sedimentam facilmente.	capaz de transportar micro-organismos. - Reduz micro-organismos em 32-52%	efetividade.
Vegetação	Adsorção e absorção de micro-organismo. Efeito oxidante do oxigênio sobre os microrganismos.	-Alguns micróbios produzem desinfecção.	- Precisa de grandes quantidades de plantas para obter o efeito; - O alto nível de umidade pode favorecer a reprodução de fungos.
Neblina ativada	Geração de neblina que contém quantidades mínimas de uma mistura química, contendo surfactante que se encarrega de interatuar com os bioaerossois, fazendo com que a gotícula de neblina adsorva este para posteriormente conduzi-lo até o esgotamento.	- Eficiência na redução da emissão atmosférica de bioaerossois; - Absorção de bactérias e fungos; - Operação contínua e constante; - Fácil instalação e operação de manutenção; - Versatilidade e possibilidade de adaptação a situações específicas; - Ausência de toxicidade e baixo volume de resíduo líquido.	-Técnica nova ainda em estudo.

Fonte: Hernandez (2011)

O processo não é gerador de poluição adicional porque as quantidades dos compostos químicos contidos na neblina (muitas vezes já presentes na natureza, nesses mesmos níveis) estão na faixa de partes por bilhão e que será transformado em sal ou outro composto não tóxico. (HERNANDEZ, 2011)

4 MATERIAL E MÉTODO

Avaliação da técnica

As verificações e avaliações iniciais da técnica do uso de neblina ocorreram no laboratório 419 do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. Foram realizadas amostragens do ar para análise da quantidade de fungos presentes em alguns locais do laboratório, sem utilização de neblina, avaliação após o ar ter passado pelo reator sem a presença de neblina e após a saída do ar ter passado pelo reator com neblina de água, sem tensoativo. Utilizaram-se uma bomba marca SKC, modelo Quick Take 30, com vazão de 28,3 Lmin-1 para a amostragem de ar, e o impactador Andersen de um estágio, contendo as placas Petrifilm com o meio de cultura adequado para fungos. A Figura 14 mostra o sistema utilizado no laboratório. Para cultura de fungos, o meio de cultura utilizado foi o Agar Batata (com ácido tartárico) e o tempo de coleta de cada amostra foi de dez minutos. O sistema de neblina foi operado apenas com uma bomba de deslocamento positivo, tipo pistão, e um aspersor.

Figura 14 – Coleta de amostra sem tensoativos no laboratório.



Fonte: Foto tirada pelo autor

Os testes para avaliações de diferentes tensoativos no abatimento de fungos foram realizadas no laboratório 419 do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, utilizando o mesmo sistema de bomba, impactador Anderson para coleta do ar e placas Petrifilm com o meio de cultura utilizado no teste das avaliações de fungos no laboratório, sem utilização de neblina ativada. realizaram-se testes com oito tipos de tensoativos, com concentração a 1% e pressão da bomba 60 bar. As amostras foram coletadas em duplicata por

um período de cinco minutos no ar interior do laboratório e na saída do desnebulizador, após passagem do ar no reator com neblina ativada, utilizando os vários tipos de tensoativos.

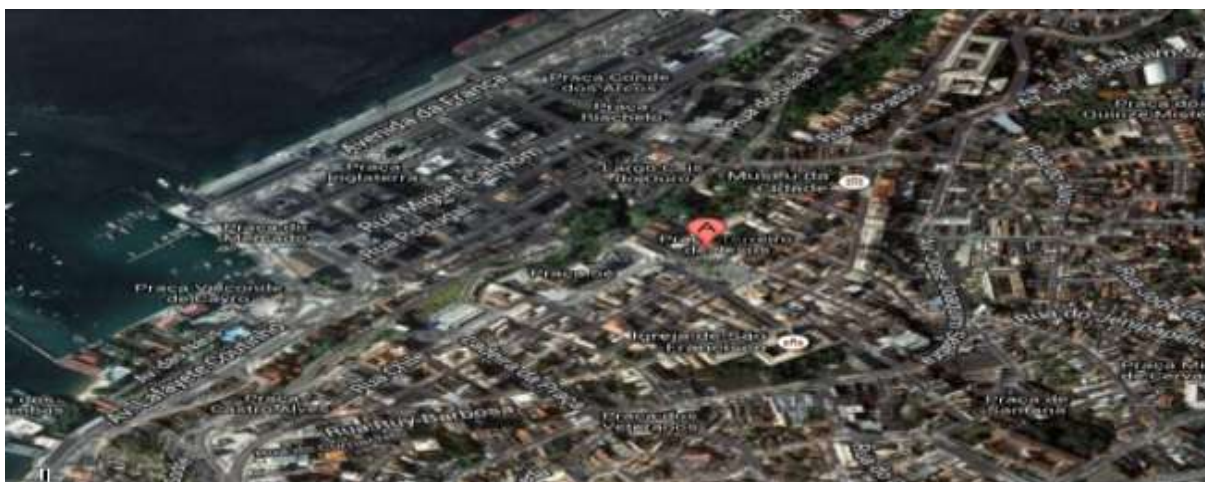
A realização das avaliações no laboratório do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia permitiu a equipe:

- a) Adquirir experiência na utilização dos equipamentos.
- b) Realizar ajustes e adequações no sistema de neblina ativada.
- c) Definir os tensoativos mais eficientes na redução de fungos.

Local da amostragem

A Bibliotheca Gonçalo Moniz, antiga Biblioteca da Faculdade de Medicina, localizada no Largo do Terreiro de Jesus, Pelourinho, Salvador (BA), integra o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal da Bahia (SIBI). A Figura 15 mostra uma foto de satélite da localização da Bibliotheca, obtida do Google Maps.

Figura 15 – Mapa de localização da Bibliotheca Gonçalo Moniz.



Fonte: Google Maps (2011)

Ela se encontra instalada no conjunto arquitetônico da Faculdade de Medicina da Bahia, como pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Vista externa da Bibliotheca Gonçalo Moniz



Fonte: Google Maps (2011)

A Bibliotheca foi desativada no ano de 1970, sendo que uma pequena parte do seu acervo foi transferida para as novas instalações da Faculdade, no Vale do Canela, também em Salvador, e a maior parte continuou nas instalações do Terreiro de Jesus, em condições de preservação não satisfatórias. A Figura 17 mostra a situação do acervo antes do mutirão para sua recuperação.

Figura 17 – Situação do acervo da Bibliotheca Gonçalo Moniz antes do mutirão,



Fonte: <<http://www.sibi.ufba.br/bibliotecas/bibliotheca-gon%C3%A7alo-moniz-memorial-sa%C3%BAde-brasileira>>. Acesso em abril de 2014.

Só em 2003, foi possível à Universidade dedicar-se ao resgate do acervo da Biblioteca, apesar de uma tentativa na década de 1990, por iniciativa da então Biblioteca Central Reitor Macedo Costa, com o apoio da Escola de Biblioteconomia. Por meio de um grupo de voluntários, os documentos foram transferidos para um ambiente apropriado, onde tiveram início os tratamentos técnicos de higienização, restauração, encadernação e tratamento da

informação, como pode ser visto na Figura 18.

A restauração arquitetônica, a restauração do acervo documental e a implementação do laboratório de preservação e salvaguarda de documentos ainda não foram concluídos.

Figura 18 – Salvaguarda do acervo: seleção, avaliação, descarte, encadernação e restauração.



Fonte: <<http://www.sibi.ufba.br/bibliotecas/bibliotheca-gon%C3%A7alo-moniz-memorial-sa%C3%BAde-brasileira>>. Acesso em abril de 2014.

O prédio da Bibliotheca Gonçalo Moniz tem uma área de 5.000m². No subsolo, estão situados a sala da bibliotecária, salas de restauração, as torres contendo periódicos em salvaguarda para serem higienizados e recuperados, os laboratórios de higienização e de encadernação, a copa e os sanitários. No térreo ficam as salas da coordenação e da secretaria, os documentos históricos, as obras raras, a coleção da *Gazeta Médica*², a sala de pesquisa, sala de consulta pública, almoxarifado, as torres de livros e os sanitários. O salão de leitura, auditório, as salas do pesquisador e de reunião, as torres de livros estão localizados no primeiro andar. Só as torres continuam no segundo e terceiro andares.

A Bibliotheca Gonçalo Moniz conta com um acervo de 60 mil volumes, entre livros

² Primeira revista médica brasileira, lançada em 1866, estritamente voltada às publicações científicas,.

dos séculos XVIII, XIX e XX, periódicos, documentos históricos, obras raras e teses. Está aberta à visitação e à consulta pública. No período de janeiro a abril de 2014, foram registradas 798 consultas e 897 visitas. A equipe da Bibliotheca é composta de 2 bibliotecárias, 11 bolsistas, 6 estagiários e 5 servidores de apoio administrativo.

O depósito de livros, no ambiente da biblioteca onde foram realizadas as coletas das amostras para quantificar a presença de fungos, está localizado no subsolo, local onde estão depositados livros dos séculos XVIII, XIX e XX, como primeira salvaguarda, aguardando processo de higienização e restauração, como mostra a Figura 19.

Figura 19 – Depósito de livros onde foram realizadas as amostras de ar do ambiente



Fonte: Foto tirada pela autora.

A área total do subsolo é de 450 m², sendo que o depósito de livros onde foi realizada a amostragem de ar conta com uma área de 8m², altura do pé-direito de 2,44m, não dispõe de ventilação natural, nem artificial, a iluminação é artificial, não tem porta e a circulação de pessoas é restrita às que realizam atividades no subsolo, com fluxo médio de 20/dia.

A saída para a área externa está fechada com placas de madeirite, as paredes apresentam umidade e resíduos de insetos, a higienização do local não é diária. A coleta do ar para passagem no reator com neblina ativada foi feita no depósito de livros, por meio de uma abertura existente entre a placa de madeirite e a parede, utilizando-se uma mangueira sanfonada de 10cm de diâmetro e 4,5m de comprimento, conectada à sucção do aspirador de ar e à outra mangueira sanfonada com 2,0m de comprimento, conectada na saída do aspirador

de ar e entrada do reator. O conjunto aspirador de ar e reator foi instalado na área externa da Bibliotheca, como mostram as Figuras 20 e 21.

Figura 20 – Depósito de livros, com a mangueira sanfonada para realizar amostragem do ar interior.



Fonte: Foto tirada pela autora.

Figura 21 – Vista externa da mangueira sanfonada conectada ao aspirador de ar e ao reator



Fonte: Foto tirada pela autora.

Desenho experimental

Os testes para verificação da efetividade do uso de neblina ativada constituem as seguintes etapas:

- a. Amostragem do ar da biblioteca no depósito de livros, onde foi realizada a captação do ar, para quantificar os fungos existentes.
- b. Amostragem do ar na saída do reator, com o equipamento desligado, para quantificar os fungos existentes.
- c. Passagem do ar no reator, contendo neblina ativada com tensoativo tipo A com concentração 1%.
- d. Amostragem do ar na saída do reator, contendo neblina ativada com tensoativo tipo A com concentração 1%, para avaliar a redução de fungos.
- e. Limpeza do sistema de neblina ativada.
- f. Passagem do ar no reator, contendo neblina ativada com tensoativo tipo B com concentração 1%.
- g. Amostragem do ar na saída do reator, contendo neblina ativada com tensoativo tipo B com concentração 1%, para avaliar a redução de fungos.
- h. Limpeza do sistema de neblina ativada.
- i. Passagem do ar no reator, contendo neblina ativada com tensoativo tipo C com concentração 1%.
- j. Amostragem do ar na saída do reator, contendo neblina ativada com tensoativo tipo B com concentração 1%, para avaliar a redução de fungos.

As amostragens foram realizadas em triplicata, de forma que resultaram em 15 amostras: 3 amostras para fungos no depósito de livros, 3 amostras para quantificar fungos na saída do reator com o equipamento desligado, 9 amostras para fungos após passagem pelo sistema com neblina ativada com os tensoativos A, B e C, distribuídos em 3 amostras de fungos para cada tipo de tensoativos.

Amostragem do ar

Há três métodos principais para a coleta de partículas que são usados em testes microbiológicos: impactação, filtragem e sedimentação. Os métodos de impactação e filtragem são consideradas técnicas de amostragem ativa e exigem a coleta de um volume conhecido. O método de sedimentação é a coleta passiva de contaminação viável no ar em uma placa Petrifilm aberta. (LJUNGQVIST, B.; REINMÜLLER, 2007) A escolha do método de amostragem de impactação baseou-se na Resolução RE – Nº 9- 2003 da ANVISA, atendendo as características físicas do equipamento de amostragem, tipo e tamanho

equivalente de bioaerossóis a serem coletados, tempo, duração e local da amostragem.

Para a coleta, utilizou-se um impactador em cascata Andersen de um estágio, coletando as partículas de diâmetro aerodinâmico de corte acima de $0,4 \mu\text{m}$, placas Petrifilm com meio de cultivo Agar Batata com ácido tartárico para fungos e bomba de amostragem para bioaerossóis, marca SKC, modelo Quick Take 30, com fluxo constante de ar aspirado de $28,3 \text{ Lmin}^{-1}$, como pode ser visto nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 – Conjunto impactador Andersen e bomba de amostragem



Fonte: Foto tirada pela autora.

Figura 23 - Placa Petrifilm com meio de cultura para fungos no impactador Andersen



Fonte: Foto tirada pela autora.

As placas Petrifilm, contendo as culturas acopladas ao impactador, após o período de coleta de cinco minutos de amostragem, foram retiradas de maneira que não houvesse contato com as mãos, segurando sempre o fundo da placa, fechando-a com sua tampa. A margem dessa unidade foi vedada com um parafilm e acondicionada em caixa de isopor e mantida a temperatura ambiente, até o final das coletas para ser encaminhada ao laboratório do Senai-Cetind, de Lauro de Freitas (BA) para incubação e contagem. Antes e depois de cada amostragem, foi realizada limpeza no impactador com álcool isopropílico e durante todo período de amostragem foram utilizadas luvas e máscara para prevenir possível contaminação. O número de amostras de ar interior foi definido com base na área construída seguindo o quadro abaixo:

Quadro 5 – Número de amostragens com base na área construída

Área construída (m ²)	Nº 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: Resolução RE – Nº 9/2003. Norma Técnica 001

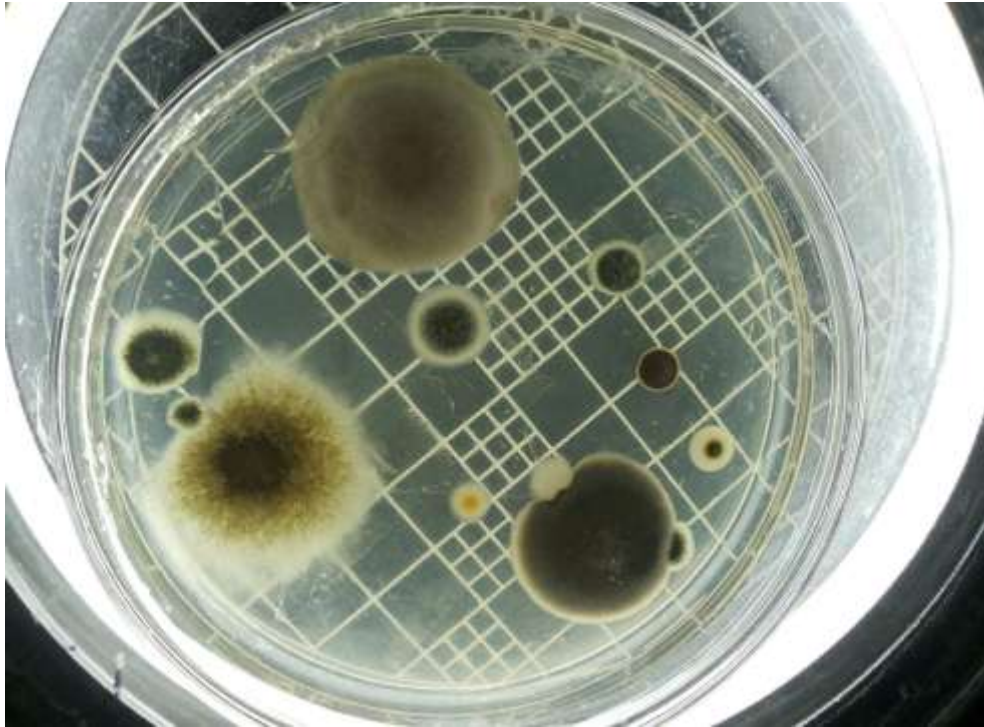
Cultura e quantificação de fungos

As amostragens de fungos foram feitas diretamente na placa Petrifilm. O meio de cultura utilizado para determinação de fungos foi o Agar Batata com ácido tartárico, com incubação para formação e crescimento da colônia após chegada ao laboratório do Senai-Cetind, durante 7 dias e a 28°C.

O meio de cultura Agar é apropriado para tempo de amostragem curto. É utilizado para avaliar os níveis microbiológicos transportados pelo ar em ambientes residenciais e comerciais. Pode ser utilizado em ambientes com alta concentração de partículas, que não bioaerossóis, pois os materiais particulados normalmente não interferem na cultura na quantificação ou classificação dos bioaerossóis. (HUNG et al., 2005)

A contagem para quantificar as colônias de fungos desenvolvidos foi feita visivelmente, por observação direta, utilizando-se lupa e um contador de colônias para ampliar as formadas no meio de cultura, como pode ser observado na Figura 22.

Figura 24 - Placa Petrifilm com cultura de fungos



Fonte: Senai-Cetind (2014)

O resultado de fungos cultiváveis foi calculado dividindo-se o número total de colônias observadas pelo volume de ar amostrado. As concentrações de fungos são expressas como unidades formadoras de colônia (ufc), que é o número de colônias que se replica por unidade de volume do ar (m^3). O volume do ar é dado pela vazão utilizada na amostragem multiplicada pelo tempo de coleta da amostra.

As amostras foram coletadas com uma vazão de 28 lmin^{-1} durante um período de 5 minutos. Fazendo a conversão, o volume coletado durante 5 minutos foi de 140 litros, que corresponde $0,14m^3$ de ar em 5 minutos de amostragem, como demonstrado a seguir:

$$V = \frac{Q.t}{1000} , \text{ onde:}$$

V = volume (m^3),

Q = vazão (lmin^{-1})

t = tempo (min)

Substituindo:

$$V = \frac{28\text{l/min} \cdot 5\text{min}}{1000} \implies V = 0,14\text{m}^3$$

Para verificar se existe diferença entre as concentrações de fungos, determinados sem a utilização de neblina ativada e com a utilização de neblina ativada, com os três tipos diferentes de tensoativos, foi utilizado o teste t de Student, de hipótese para comparação de médias de pequenas amostras dependentes. A efetividade do sistema de neblina ativada para abatimento de fungos foi calculada com base na percentagem referente à quantidade de fungos obtidos após a passagem do ar no sistema com neblina ativada, relacionados com a quantidade determinada sem a utilização do sistema proposto.

$$\eta = \frac{C_{inicial} - C_{final}}{C_{inicial}} \cdot 100$$

5 RESULTADOS

Para avaliar as condições do sistema de neblina ativada, verificar a qualidade da técnica de amostragem, adquirir experiência na utilização dos equipamentos e definir os tensoativos mais eficientes na redução de fungos para serem utilizados no abatimento de fungos da Bibliotheca Gonçalo Moniz, realizaram-se vários testes do Laboratório 419 do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. Foi coletada uma amostra do ar na sucção do aspirador próximo à capela, próximo à estufa, próximo à geladeira, na saída do reator só o ar passando sem neblina ativada e na saída do reator com o ar em contato com neblina de água, sem tensoativo. A Tabela 1 apresenta os resultados encontrados dos fungos totais viáveis no ar interior de alguns locais do laboratório e do ar após passagem no reator, sem neblina e com neblina de água sem tensoativo.

Tabela 1 - Resultados de fungos no laboratório 419 do Instituto de Química, sem neblina e com neblina de água, sem ativação química para avaliação da técnica de amostragem³, dezembro 2013.

AMOSTRA (ar)	FUNGOS (ufcm ⁻³)
Sucção do aspirador	22
Próximo à capela	32
Próximo à estufa	23
Próximo à geladeira	39
Saída do reator com o ar passando no reator sem neblina,	30
Saída do reator com ar passando no reator com neblina de água	32

Fonte: A autora

Os resultados de fungos encontrados nas amostras do laboratório, para avaliação da técnica de amostragem realizada no dia 13 de dezembro de 2013, variaram de 22 a 39 a ufc⁻³, nos diferentes locais do Laboratório 419 do Instituto de Química citado, apresentando resultados abaixo do valor máximo permitido pela Resolução RE – Nº 9/2003, ≤ 750 ufc⁻³.

A média das medidas foi igual a 20,7, a mediana igual a 31,0 e o desvio padrão igual

³ As medidas de fungos foram realizadas pelo SENAI/CETIND e as amostragens, pela Projeconsult, por solicitação do SENAI.

a 6,34. A variação dos resultados foi considerada aceitável, pois as amostras foram coletadas em diferentes locais do laboratório, levando em consideração que não existe definição para critérios de precisão das técnicas e metodologias de micro-organismos no ar. Os níveis de fungos no ar têm uma variação temporal, entre um minuto e outro, e espacial, apresentado valores os mais diferentes entre dois locais de um mesmo ambiente, mesmo que sejam recintos fechados.

No laboratório 419 do Instituto de Química, foram realizados testes em duplicata no dia 15 de abril de 2014 com oito tipos diferentes de tensoativos, com concentração de 1% para avaliar a efetividade no abatimento de fungos e selecionar os três melhores para serem utilizados na avaliação da redução de fungos na Bibliotheca Gonçalo Moniz. Foi coletada amostra do ar sem tensoativos (antes) e amostras do ar na saída do reator, com neblina ativada com os tensoativos. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Os dados do Laboratório do Instituto de Química, constantes na Tabela 1, foram mais baixos do que na Tabela 2. Alguns fatores podem ter contribuído para essa variação: umidade relativa do ar diferente nos dias dos testes. Houve dias de chuva entre a data dos dados da Tabela 1 e 2 e a limpeza do laboratório.

Tabela 2 - Resultados valores médios (n=2) dos testes da neblina ativada com diferentes tipos de tensoativos para avaliar a redução de fungos no ambiente do laboratório 419, dezembro 2013.

RESULTADOS	Amostra do ar sem tensoativo (antes)	Tensoativo A (depois)	Tensoativo B (depois)	Tensoativo C (depois)	Tensoativo D (depois)	Tensoativo E (depois)	Tensoativo F (depois)	Tensoativo G (depois)	Tensoativo H (depois)
Média (ufcm⁻³)	72,4	7,1	19,4	24,8	26,5	51,2	31,8	30,0	30,0
Desvio médio (ufcm⁻³)	17,5	0,0	12,5	5,0	12,4	12,5	5,0	7,5	7,5
Média de redução (%)	-	90,2	73,2	65,8	63,4	29,3	56,1	59,6	59,6

Fonte: A autora.

Obs.: As medidas de fungos foram realizadas pelo SENAI CETIND e amostragens pela Projeconsult, por solicitação do SENAI.

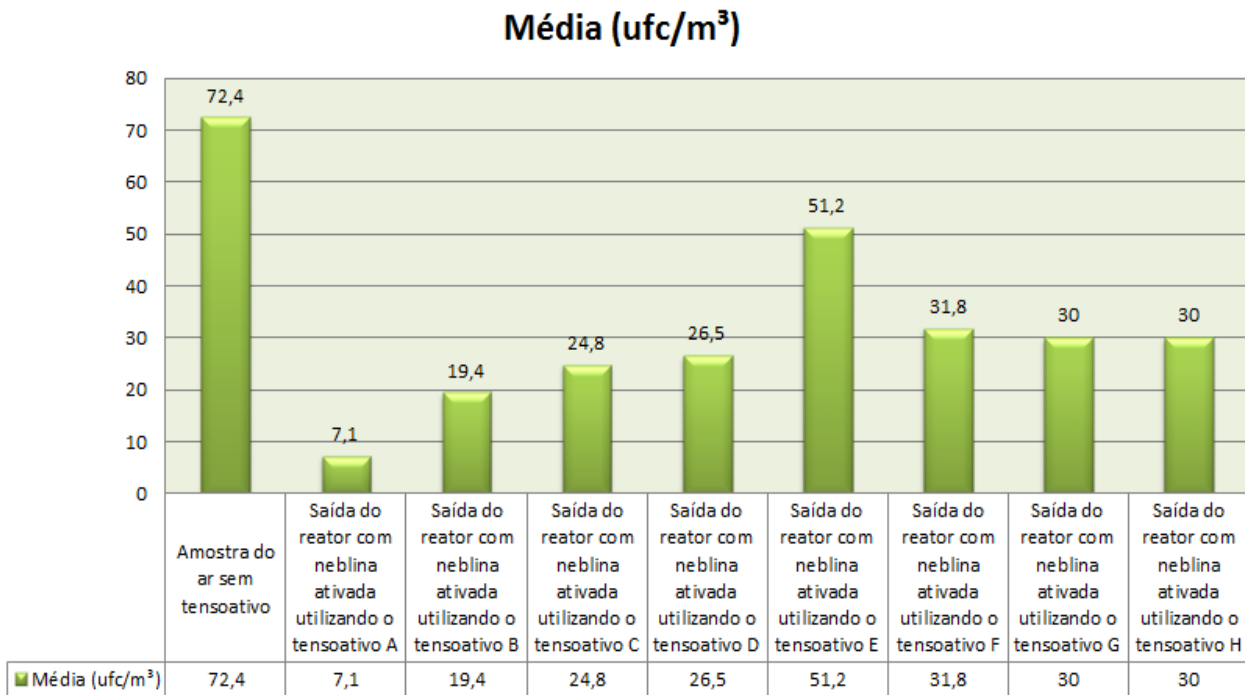
O ar amostrado no Laboratório 419, sem ser tratado com neblina contendo tensoativo, apresentou $72,4 \text{ ufc} \text{m}^{-3}$ de fungos, enquanto que o ar, após passagem no reator com a neblina ativada, com diferentes tensoativos, variaram de 7,1 a $51,2 \text{ ufc} \text{m}^{-3}$ de fungos. O tensoativo que apresentou melhor redução de fungos para o ar do laboratório foi o A e o que apresentou menor redução foi o E. Esses dados ilustram as Figuras 25 e 26.

A diminuição de fungos com diferentes tipos de tensoativos, após passagem pelo reator com neblina ativada, apresentou um percentual médio de diminuição de fungos de 29,3% a 90,2% e um desvio médio das medidas de 0,0 a $12,5 \text{ ufc} \text{m}^{-3}$.

Os tensoativos selecionados para a produção de neblina, na amostragem da Bibliotheca Gonçalo Moniz, foram os tensoativo A, tensoativo B e tensoativo C, por apresentarem maior percentual de redução de fungos, marcadores biológicos da resolução da ANVISA e também o problema principal em arquivos e depósitos de livros.

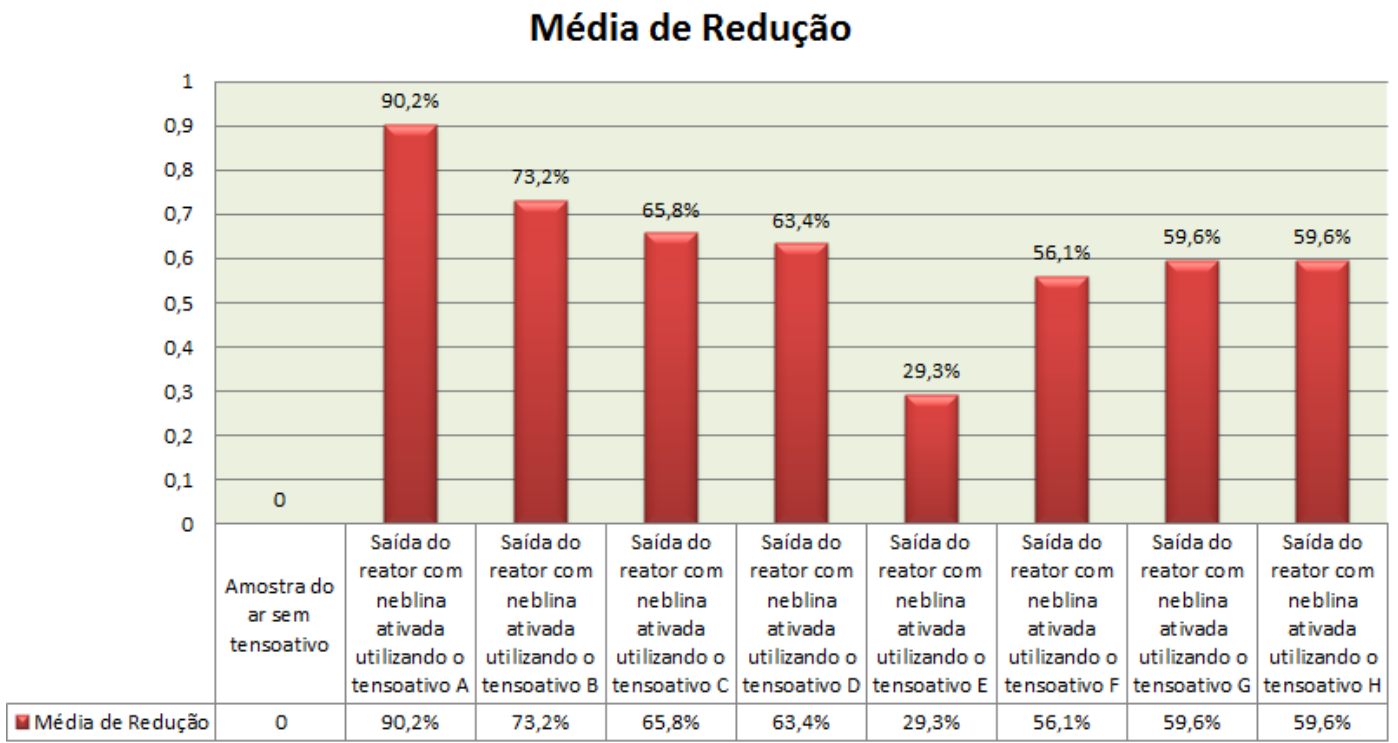
O tensoativo tipo A apresentou o menor desvio médio das medidas, sendo o resultado encontrado de 0,0 e a redução de fungos no ambiente do laboratório de 90,2%; foi o que obteve melhor resultado no abatimento de fungos em ambientes. Em seguida o tensoativo B, que obteve uma redução média de fungos de 73,2%, com um desvio médio das medidas de $12,5 \text{ ufc} \text{m}^{-3}$, sendo o maior desvio dos três tensoativos selecionados. O tensoativo C, comparando com os tensoativos A e B, testados no laboratório, foi o menos efetivo, com uma redução média para fungos de 65,8% e um desvio médio das medidas maior que os tensoativos A e B.

Figura 25 – Resultados das concentrações de fungos no ar sem aplicação do sistema de neblina ativada e com aplicação de neblina ativada com teste de diferentes tensoativos.



Fonte: A autora

Figura 26 – Redução média do conjunto de medidas para os tensoativos



Fonte: A autora.

É possível verificar, nos testes realizados no Laboratório 419 do Instituto de Química, que a concentração média de fungos encontrada no ar do laboratório sem utilização de tensoativo foi de $72,4 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$. A utilização do sistema de neblina ativada com o tensoativo A foi o que apresentou menor concentração média de fungos ($7,1 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$) e uma redução média de 90,2%; em segundo lugar, o tensoativo B com concentração de fungos ($19,4 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$) e uma redução média de 72,5%; e em terceiro lugar o tensoativo C, com concentração de fungos ($24,8 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$) e uma redução média de 65,8%; o tensoativo D, em quarto lugar com uma concentração de fungos ($26,5 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$) e uma redução média de 63,8%; em seguida, o tensoativo F, com concentração de fungos ($31,8 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$) e uma redução média de 56,1%; os tensoativos G e H apresentaram resultados iguais de concentração de fungos ($30,0 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$) e uma redução média de fungos de 59,6%, sendo o sexto colocado; por último, o tensoativo E apresentou maior concentração de fungos ($51,6 \text{ ufc} \cdot \text{m}^{-3}$) e uma redução média de fungos igual a 29,3%.

DADOS DO DEPÓSITO DE LIVROS DA BIBLIOTHECA GONÇALO MONIZ – FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA.

O sistema de neblina ativada foi testado na Bibliotheca Gonçalo Moniz, no dia 9 de maio de 2014, utilizando-se os tensoativos A, B e C, com a concentração 1%, para avaliar a efetividade na redução de fungos. As amostras foram coletadas do ar interior do depósito de livros da Biblioteca. Os dados, em termos de mediana, obtidos para fungos, podem ser vistos na Tabela 3 e os dados médios na Tabela 4. Os dados originais podem ser encontrados no Apêndice A.

Tabela 3 - Resultados em termos de mediana da avaliação: a efetividade do uso da neblina ativada para redução de fungos no depósito de livros da Bibliotheca Gonçalo Moniz, maio 2014.

RESULTADOS	Dentro da biblioteca próxima da entrada do tubo de captação de ar (antes)	Fora da Biblioteca ao ar livre, próximo a saída do reator desligado (depois)	Saída do reator com neblina ativada utilizando o tensoativo A (depois)	Saída do reator com neblina ativada utilizando o tensoativo B (depois)	Saída do reator com neblina ativada utilizando o tensoativo C (depois)
Médiana (ufcm⁻³)	244,0	117,0	10,6	28,3	10,6
Desvio médio (ufcm⁻³)	38,2	34,7	2,3	7,8	3,9
Média de redução (%)	-	-	95,7	88,4	95,7

Fonte: A autora

Obs.: As medidas de fungos foram realizadas pelo SENAI CETIND e amostragens pela Projeconsult, por solicitação do SENAI.

O valor mediano encontrado para fungos fora da Bibliotheca ao ar livre, próximo à saída do reator desligado (117,0 ufc^m⁻³), foi menor que o resultado de dentro, próximo à entrada do tubo de captação de ar (244,0 ufc^m⁻³).

Comparando os resultados encontrados, verifica-se uma diminuição dos valores de ufc^m⁻³ após o uso de neblina ativada com os tensoativos A, B e C. Esses dados estão representados na Figura 27.

O uso da neblina ativada com os tensoativos A e C resultaram em uma redução em termos de mediana do conjunto das medidas, em triplicada em cada teste, com os tensoativos de 95,7%, e um abatimento em termos de mediana de 88,4 % de fungos, utilizando o tensoativo B. Esses dados constam na Figura 28, em termos de mediana do conjunto das medidas em triplicata em cada teste. Vale ressaltar que os valores de redução, em todos os casos, foram superiores aos encontrados nos testes feitos no Laboratório 419 do Instituto de Química. Possivelmente, os tipos de fungos do laboratório são diferentes daqueles do depósito de livros e, portanto, implicaria diferenças na redução.

Tabela 4 - Resultados médios da avaliação da eficiência do uso da neblina ativada para redução de fungos no depósito de livros da Bibliotheca Gonçalo Moniz,⁴ maio 2014.

RESULTADOS	Dentro da biblioteca próxima da entrada do tubo de captação de ar (antes)	Fora da Biblioteca ao ar livre, próximo a saída do reator desligado (depois)	Saída do reator com neblina ativada utilizando o tensoativo A (depois)	Saída do reator com neblina ativada utilizando o tensoativo B (depois)	Saída do reator com neblina ativada utilizando o tensoativo C (depois)
Média (ufcm⁻³)	220,1	167,2	10,6	30,6	11,8
Médio de redução (%)	-	-	95,1	86,1	95,4

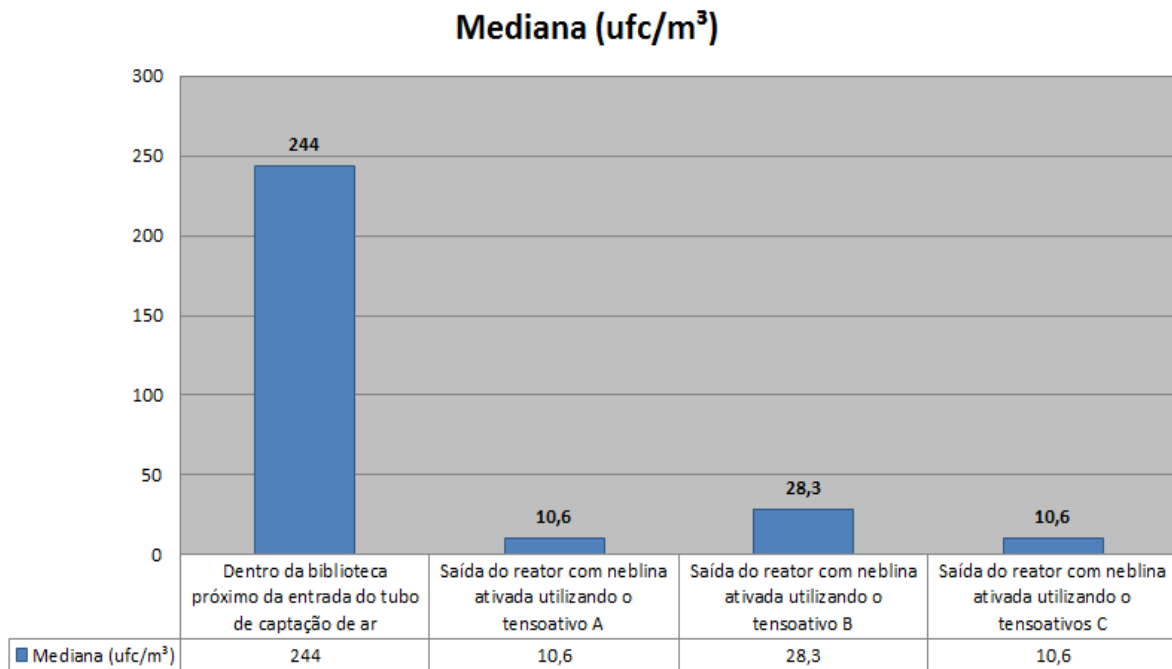
Fonte: A autora

O valor médio encontrado para fungos fora da Bibliotheca ao ar livre, próximo à saída do reator desligado (162,7 ufc⁻³), foi menor que o resultado de dentro, próximo à entrada do tubo de captação de ar (220,1 ufc⁻³).

O tensoativo A reduziu em 95,1% e o tensoativo C, 94,4%, ou seja, ambos reduziram em torno de 95,%. O tensoativo B reduziu de 86%.

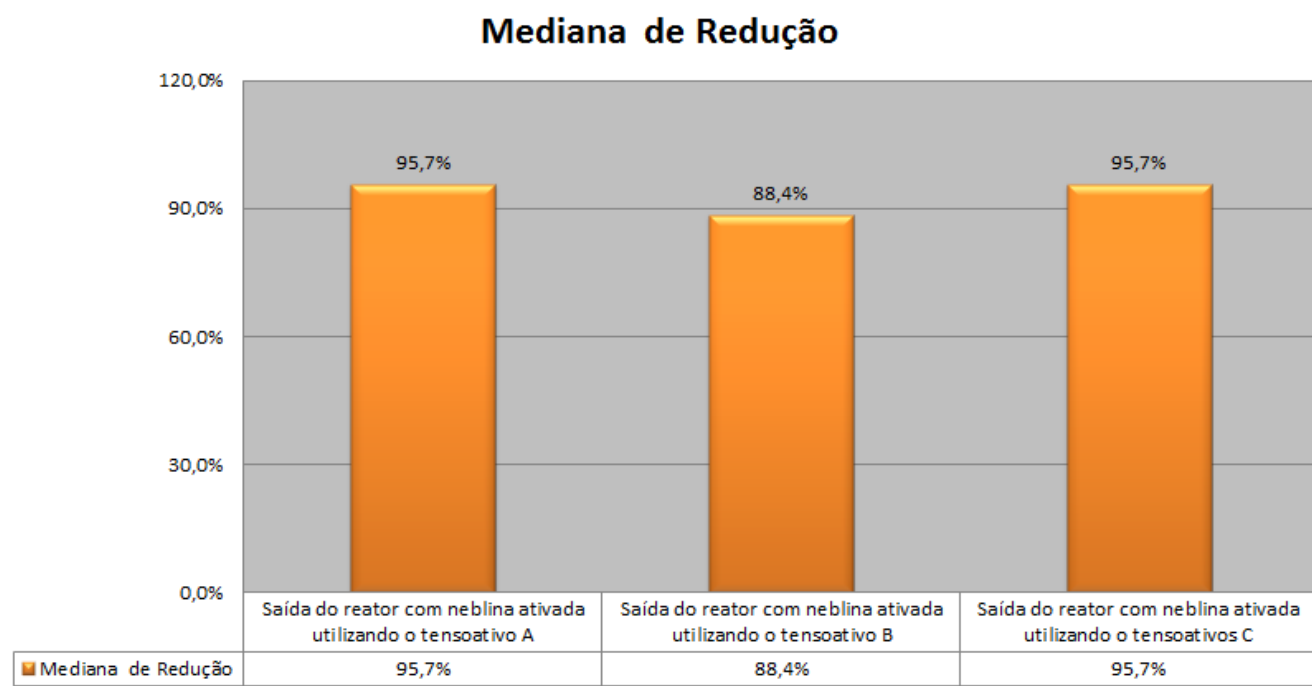
⁴ As medidas de fungos foram realizadas pelo SENAI CETIND e amostragens pela Projeconsult, por solicitação do SENAI.

Figura 27 – Resultados das concentrações de fungos no ar sem aplicação do sistema de neblina ativada e com aplicação de neblina ativada, com diferentes tensoativos.



Fonte: A autora

É possível verificar também que o valor de ufc m⁻³ encontrado dentro da Bibliotheca, próximo à entrada do tubo de captação de ar, é maior que o valor encontrado para o ambiente externo, ao ar livre, próximo a saída do reator desligado. Essa diferença se deve principalmente ao fato de o ambiente da biblioteca oferecer algumas condições favoráveis ao surgimento de fungos, como muitas peças do acervo raramente manuseadas, local fechado e com pouco iluminamento, umidade não controlada e baixa circulação de ar.

Figura 28 – Redução em termos de mediana do conjunto de medidas

Fonte: A autora.

É facilmente observável que o uso de neblina ativada com os tensoativos A, B e C, com concentração a 1%, obtiveram uma redução dos fungos presentes no depósito de livros da Bibliotheca Gonçalo Moniz, com valores entre 88,4 a 95,7%. Os tensoativos A e B obtiveram maior percentual mediano de (95,7%) e o tensoativo C, menor percentual (88,4%).

Nos testes realizados no Laboratório 419 do Instituto de Química da Bahia, o tensoativo A foi o que apresentou o maior percentual médio de redução, o tensoativo C, o menor percentual médio de redução de fungos e o B, valor entre os tensoativos A e B. Existe a possibilidade de o ar interno da biblioteca contar com gêneros diferentes de fungos em relação àqueles que se encontram no Laboratório e que têm menor ou maior afinidade com o tensoativo.

Para os dados obtidos de ufc no depósito de livros da Bibliotheca Gonçalo Moniz e ufc encontrado no o ar, após ter passado no sistema de neblina ativada, utilizando os tensoativos A, B e C, foi aplicado o teste Student t para amostras pareadas e também teste de Wilcoxon, método não paramétrico para amostras pareadas.

6 DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos usando a tecnologia de aplicação do sistema de neblina ativada, é possível verificar uma redução de fungos no ar em até 95,7%, em uma biblioteca da Universidade Federal da Bahia. A efetividade na redução de fungos depende, dentre outras variáveis, do tipo e concentração do tensoativos, faixa de tamanho de gotículas na neblina produzida pelo aspersor, pressão da bomba, comprimento do reator, técnica e tempo de amostragem, meio de cultura e leitura das colônias formadas. (HERNANDEZ, 2011; ALVES, 2009)

No trabalho *Redução das emissões e bioaerossóis em um aterro sanitário*, o abatimento de fungos utilizando o sistema de neblina ativada foi de até 93%. (ALVES, 2009) Em outro trabalho, *Redução de bioaerossóis em hospitais*”, a redução de fungos foi de até 91%. (HERNANDEZ, 2011) É importante considerar que os tensoativos utilizados nos trabalhos foram diferentes.

Avaliando os dados encontrados de redução de fungos no depósito de livros da Bibliotheca da Faculdade de Medicina da Bahia, com os tensoativos A, B e C, verifica-se que, utilizando os tensoativos A e C, obteve-se um percentual mediano de redução de fungos de 95,7% e com os tensoativos B, 88,4%. Esse valor encontrado permitiu-nos deduzir que o tensoativo B é menos efetivo para o abatimento de fungos do que os tensoativos A e C, levando em consideração que as amostras foram realizadas nas mesmas condições e no mesmo dia.

O número de dados do estudo realizado é muito baixo para se aplicar análises estatísticas. No entanto, em caso de medidas de análises químicas e ambientais, onde a realização de testes com elevado número de replicatas se torna difícil e oneroso, geralmente se realiza 3-6 medidas; trata-se de uma prática de muitos laboratórios utilizarem-se valores das medianas ao invés de valores médios. No entanto, no resultado de uma comparação de dois conjuntos de dados não é tão evidente, se utilizar valores médios e se aplicar o test t, mesmo com a restrição de número insuficiente de dados. (RUBINSON; RUBINSON, 1998)

Uma alternativa que se apresenta é o teste Wilcoxon, método não paramétrico para amostras pareadas. A análise estatística utilizando esses dois testes não apresentou nenhuma

contribuição à conclusão, uma vez que a diferença entre os dados, sem e com neblina de ativação são, por si só, evidentes. Adotando nível de significância $\alpha = 0,05$, o teste t rejeitou a hipótese de igualdade das médias para as amostras dentro da biblioteca, próximo à entrada do tubo de captação de ar, e para as amostras da saída do reator, com neblina ativada, utilizando os tensoativos A, B e C, com valores de significância iguais a 0,016 para o tensoativo A, 0,032 para o tensoativo B e 0,016 para o tensoativo C. Os resultados do teste t se encontram no Apêndices B e C.

Aplicado o teste Wilcoxon, os valores de significância encontrados foram de 0,109 para todos os tensoativos testados, ou seja, A, B e C, sendo menos sensível que o teste t. Avaliamos que uma amostra de $n=3$ é muito pequena para qualquer teste inferencial e uma medida de probabilidade seria muito enviesada.

Em uma biblioteca pública do Rio de Janeiro, durante a infestação, foi realizada a avaliação do ar para determinação de fungos; numa primeira amostragem, os valores de fungos totais estiveram na faixa de 600,0 – 960,7 ufc^{-3} . Após higienização do acervo e do prédio, os níveis de fungos caíram na faixa 220 – 160 ufc^{-3} . (STRAUZ, 2001) Estes valores são próximos dos valores encontrados no ar do depósito de livros da Bibliotheca, sem utilização do sistema de neblina ativada.

Neto e Siqueira (1998) consideram que, de acordo com a microflora existente nos ambientes interiores, a concentração de fungos deve qualitativamente ser similar e quantitativamente superior à existente no ambiente externo. Entretanto, com a presença confirmada de uma ou mais espécies de fungos típicos de interiores, ocorre um aumento significativo de fungos de uma amostra em ambiente interno e não presentes de forma similar em amostras exteriores, o que evidencia a existência de um amplificador (fonte poluente), de fungos no ambiente interior. O rápido crescimento de fungos agressivos muitas vezes resulta em subestimação na avaliação, tanto da diversidade, como da abundância das populações fúngicas amostradas. (YANG; HEINSOHN, 2007)

Os resultados de ufc^{-3} de fungos encontrados dentro da Bibliotheca, próximo à entrada de tubo de captação de ar, foram maiores (244 ufc^{-3}) do que os encontrados fora, ao ar livre, próximo à saída do reator desligado (117,0 ufc^{-3}), fato que nos leva a acreditar na possível existência de fontes poluentes geradoras de fungos no interior da Bibliotheca.

É importante considerar que durante a coleta das amostras de ar dentro da Bibliotheca, próximo à entrada do tubo de captação de ar, não havia manipulação do acervo, nem pessoas circulando no ambiente. Em situação adversa, provavelmente o valor de ufc^{-3} teria aumentado.

7 CONCLUSÕES

O presente estudo avaliou os testes realizados com o sistema de neblina ativada para redução de fungos no Laboratório de Química Analítica do Instituto de Química, da Universidade Federal da Bahia e o abatimento de fungos na Bibliotheca Gonçalo Moniz, da Faculdade de Medicina da Bahia, da mesma Universidade.

Os testes realizados no laboratório permitiram analisar as condições operacionais do sistema de neblina ativada e, conseqüentemente, realizar os ajustes e as adequações necessárias, assim como avaliar a concentração de fungos após a utilização do sistema de neblina ativada, com os diferentes tipos de tensoativos a 1%, e a identificação dos tensoativos que melhor reduziram a concentração de fungos no ar.

O valor de ufc/m³ na biblioteca está mais baixo do que o referencial da ANVISA de qualidade do ar interior, em ambientes climatizados artificialmente, de uso público e coletivo. Os tensoativos A, B e C utilizados apresentaram uma expressiva diminuição dos fungos no ar da Bibliotheca, de aproximadamente 95% para dois dos tensoativos e cerca de 87% para o terceiro. O sistema de neblina ativada mostrou-se efetivo na redução de fungos em ambientes internos de biblioteca.

Os estudos desenvolvidos neste trabalho foram limitados pelo tempo, recursos humanos e financeiros, o que possibilitou apenas a verificação da viabilidade do uso neblina ativada para a redução de fungos na Bibliotheca Gonçalo Moniz. Sugere-se realizar o teste em outras bibliotecas, identificar os gêneros de fungos no ambiente, utilizar outras concentrações da mistura tensoativa e outras densidades da neblina, testar diferentes dimensões do reator e avaliar a viabilidade de substituir as peças e equipamentos importadas por nacionais.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **Preventing occupational respiratory disease from exposures causes by dampness in office buildings, schools, and other nonindustrial buildings.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE & TRAINING MEETING, 7., Albany, NY, 2013. Disponível em: <http://dampnessmold.com/images/7_th_FRGF_Conference_Program_Abstracts_Part_AB_12March2013.pdf>. Acessado em: abr. 2014.
- ALVES, E. E. M. **Uso de neblina ativada para redução das emissões e bioaerossóis em um aterro sanitário.** Salvador. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho) - Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- ANVISA. Portaria nº 3.523/GM, de 28 de agosto de 1998. Brasília, 1998.
- ANVISA. Resolução nº 176, de 24 de outubro de 2000. Brasília, 2000.
- ANVISA. Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003. **Orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo,** Brasília, 2003.
- BARROS, F. F. C.; QUADROS, C. P. MARÓSTICA, M. R.; PASTORE, M. G. Surfactina: propriedades químicas tecnológicas e funcionais para aplicações em alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 1-14, 2007.
- BOFF, Cristiane. **Monitoramento de fungos no ar de unidades de terapia intensiva.** 2011.61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pneumológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BORSATO, D; GALÃO, O. F.; MOREIRA, I. **Detergentes naturais e sintéticos: um guia prático.** Londrina: EDUEL, 1999.
- BOTERO, L. G. **Biossegurança ambiental, desinfecção por ultravioleta.** Disponível em <<http://alergohouse.com.br/blog/index.php/sobre/>>. Acessado em: jan. 2013.
- BRICKUS, L. S. R.; AQUINO NETO F. R. A qualidade do ar de interiores e a química. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 56-74, 1999.
- BRUCE, N.; PEREZ-PADILLA, R.; ALBALAK, R. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. **Bulletin of the World Health Organization**, Geneva, v. 78, n. 9, p. 1078-1092, 2000.
- CALDEIRA, C.; PRESGRAVE, O. A. F.; MORAES, A. M. L.; DELGADO, I. F. Avaliação microbiológica da qualidade do ar de interiores: aspectos metodológicos e legais. **Universitas Ciências da Saúde**, Brasília, v. 10, p. 51-60, 2012.
- CARMO, A. T.; PRADO, R. T. A. **Qualidade do ar interno.** São Paulo, 1999. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Civil, TT/PCC/23.

COSTA, M. F. B.; COSTA, M. A. F. Qualidade do ar de interiores e a saúde humana. **INTERFACEHS Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, v.1, n. 2, artigo 5, 2006.

DYAS, A.; BOUGHTON, B.J.; DAS, B.C. Ozone killing action against bacterial and fungal species; microbiological testing of a domestic ozone generator. **Journal of Clinical Pathology**. Bethesda, n. 36, p. 1102-1104, 1983.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **A reporter on EPA's indoor air research program 1986-1990**. Washington, DC, 1990.

FOARDE, K.; D. VAN, O.; STEIBER, R. Investigation of gas-phase ozone as a potential biocide. **Applied Occupational Environmental Hygiene**, Denver, v.12, n. 8, p. 535-542, 1997.

FUNG, Frederick; HUGHSON, William, G. Health effects of indoor fungal bioaerosols exposure. **Applied Occupational and Environmental Hygiene**, London v. 18, n.7, p. 535-544, 2003.

GAMBLE, W. et al. Library fungi at the University of São Paulo and their relationship with respiratory allergy. **Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology**, Pamplona, v. 3, n. 1, p. 45-50, 1993.

GIODA, A. **Poluição atmosférica e de interiores: influência mútua e seus reflexos na saúde**. 2003. Tese. (Doutorado em Química Orgânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GIODA, A.; AQUINO NETO F. R. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 5, p. 1389-1397, 2003.

HERNANDEZ, R.T. **Viabilidade da aplicação de neblina ativada na redução de bioaerosóis em hospitais**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiente e Trabalho) - Faculdade de Medicina da Bahia - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

HUNG, L.L.; MILLER, J.D.; DILLON, H.K. Field guide for determination of biological contaminants in environmental samples. 2nd ed. Fairfax, Virgínia: American Industrial Hygiene Associations, 2005.

INDOOR ENVIRONMENT CENTER. Aerobiological Engineering. Disponível em: <<http://www.engr.psu.edu/iec/abe/publications.asp>>. Acessado em: jan. 2013.

ITO, L. X.; AGUIAR. Indoor air quality of libraries in São Paulo, Brazil. **Indoor Built Environ**, São Paulo, v. 16, n. 1, p.1-4, 2007.

LJUNGQVIST, B.; REINMÜLLER, B. Biocontaminação do ar em salas controladas: alguns aspectos dos amostradores de ar. **Revista da SBCC Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação**, São José dos Campos, 2007? Disponível em: <http://www.sbcc.com.br/revistas_pdfs/ed%2031/31ArtigoTecnico_BiocontaminacaoAr.pdf>. Acessado em: maio 2014.

MEDQUÍMICA. **Portal de química**. 2010. Disponível em :

<<http://www.portalmedquimica.com.br/dicas.php?id=57>>. Acessado em: maio 2014.

MOURA, M. L.; PEÇANHA, M. Pellegrini. Qualidade microbiológica do ar em bibliotecas e suas implicações na saúde dos usuários. **REB Revista Eletrônica de Biologia**, São Paulo, v. 4, n. 3, 2012.

NASCIMENTO, G. C. **Avaliação da qualidade do ar interior em ambientes internos: biblioteca pública**. 2011. 170 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

NETO, F. K; SIQUEIRA, L. F. G. Padrões referenciais para análise de resultados de qualidade microbiológica do ar em interiores visando a saúde pública no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 26, n. 97/98, p. 29-41, 2001.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. Preventing occupational respiratory disease from exposures causes by dampness in office buildings, schools, and other nonindustrial buildings. In: INTERNATIONAL CONFERENCE & TRAINING MEETING, 7., Albany, NY, 2013. Disponível em: <http://dampnessmold.com/images/7_th_FRGF_Conference_Program_Abstracts_Part_AB_12March2013.pdf>. Acessado em: abr. 2014.

PEREIRA, S. S. et al. Controle da microbiota fúngica em uma biblioteca de uma universidade particular e seu impacto na saúde ocupacional. In: ENCONTRO LATINO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., e ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10., Vale do Paraíba, 2010. Universidade do Vale do Paraíba. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INC_2010/anais/arquivos/0383_0320_01.pdf>. Acessado em: maio 2014.

QUADRO, M. E. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: parâmetros físicos - químicos e microbiológicos**. 2008. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

QUÍMICA GERAL SUL. **Teoria e prática dos tensoativos**. 2010. Disponível em: <http://www.qgsquimica.com.br/qgs/det_comunicacao.php?id=55&det_comunic=3>. Acessado em: maio 2014.

RAO, C. Y.; BURGE, H. A.; CHANG, J. C. S. Review of quantitative standards and guidelines for fungi in indoor air. **Journal of the Air & Waste Management Association**, North Carolina, v. 46, n. 9, p. 899-908, 1996.

RIBEIRO, A. F. et al. **Proposta para avaliação de sistema de ar-condicionado com foco nas questões de conforto, saúde, segurança e ambiental**. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2004.

RIBEIRO, E. L. Fungos na biodegradação de livros em ambientes bibliotecários nos últimos 35 anos (1977-2012). **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 17-27, 2013.

RUBINSON, J. F.; RUBINSON, K. A. **Contemporary chemical analysis**. New York: Prentice-Hall, 1998. 613 p.

SILVEIRA, M. G. **Avaliação da qualidade do ar em um aeroporto na cidade do Rio de Janeiro**. 2001. 156 f. Tese (Doutorado em Ciências - Toxicologia Ambiental e Ocupacional) - Centro de Estudo da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana da Escola de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

STERLING, T. D. ; RUMEL, D. A epidemiologia dos “edifícios doentes”. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, n. 1, 1991.

STRAUSZ, M. C. **Análise de um acidente fúngico em biblioteca: um caso de síndrome do edifício doente**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Bibliotheca Gonçalo Moniz. **Memorial da saúde brasileira**. Disponível em <<http://www.sibi.ufba.br/bibliotecas/bibliotheca-gon%C3%A7alo-moniz-memorial-sa%C3%BAde-brasileira>>. Acessado em: abr. 2014.

WANG, S.; ANG, H.M.; TADE, M. Volatile organic compounds in indoor environment and photocatalytic oxidation: state of the art. **Environ Int**, Perth, v. 33, p. 694-705, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for indoor air quality – dampness and mould**. Bonn, 2009. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf>. Acessado em: maio 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Indoor air pollutants: exposure and health effects** Compenhagen, 1983. (Euro Reports and Studies, 78).

YANG, C.S.; HEINSOHN, P.A. **Sampling and analysis of indoor microorganisms**. New Jersey: Wiley Interscience, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Resultado das concentrações de fungos (ufcm^{-3}) no ar interno do depósito de livros da Bibliotheca Gonçalo Moniz, utilizando os tensoativos A, B e C, com concentração 1%, maio de 2014.

AMOSTRAS	FUNGOS (ufc/m³)		
	Dentro da biblioteca, próximo à entrada do tubo de captação de ar	254,0	244,0
Fora da biblioteca, ao ar livre, próximo à saída do reator desligado	117,0	152,0	56,5
Tensoativo A	10,6	14,1	7,1
Tensoativo B	21,2	28,3	42,4
Tensoativo C	17,7	10,6	7,1

APÊNDICE B – Análise dos dados obtidos aplicando o teste Student t das concentrações de fungos (ufcm^{-3}) no ar interno do depósito de livros da Biblioteca Gonçalo Moniz. Amostras da entrada do tubo de captação de ar (inicial), aplicando neblina ativada com os tensoativos A e B, com concentração 1%, (final), maio de 2014.

Tensoativo A

	Final	Inicial
Média	10,6	220,3
Mediana	10,6	244,0
Variância	12,2	2490
Observações	3	3
Correlação de Pearson	0,812	
Grau de liberdade	2	
Student t	7,712	
P($T \leq t$) uni-caudal	0,812	
T crítico uni-caudal	2,920	
P($T \leq t$) bi-caudal	0,016	
T crítico bi-caudal	3,182	

Tensoativo B

	Final	Inicial
Média	30,6	220,3
Mediana	28,3	244,0
Variância	116	2490
Observações	3	3
Correlação de Pearson	-0,973	
Grau de liberdade	2	
Student t	5,435	
P($T \leq t$) uni-caudal	0,075	
T crítico uni-caudal	-2,920	
P($T \leq t$) bi-caudal	0,032	
T crítico bi-caudal	-3,182	

APÊNDICE C – Análise dos dados obtidos aplicando o teste Student t das concentrações de fungos (ufcm^{-3}) no ar interno do depósito de livros da Biblioteca Gonçalo Moniz. Amostras da entrada do tubo de captação de ar (inicial), aplicando neblina ativada com o tensoativo A, com concentração 1%, (final), maio de 2014.

	Váriavel 1	Variável 2
Média	11,8	220,3
Mediana	10,6	244,0
Variância	28,9	2490
Observações	3	3
Correlação de Pearson	0,814	
Grau de liberdade	2	
Student t	7,915	
P($T \leq t$) uni-caudal	0,197	
T crítico uni-caudal	2,920	
P($T \leq t$) bi-caudal	0,016	
T crítico bi-caudal	3,182	

ANEXO - Resolução RE nº 9 de 16 de janeiro de 2003/ANVISA.

Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003
D.O.U de 20 de janeiro

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 n.º 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 n.º 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 a 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. Atualiza-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 aerossol 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 desconforto².
- 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 (CO₂).
- f) **Padrão Referencial de Qualidade do Ar Interior:** marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como sentinela 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 $\leq 750 \text{ ufc/m}^3$ 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 - $\leq 1000 \text{ ppm}$ de dióxido de carbono – (CO₂), como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar².

2.2 - $\leq 80 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ de aerodispersóides totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado⁴.

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

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 6401 – Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas⁵.

3.1 - a faixa recomendável de operação das Temperaturas de Bulbo Seco, nas condições internas para verão, deverá variar de 23^oC a 26^oC, com exceção de ambientes de arte que deverão operar entre 21^oC e 23^oC. A faixa máxima de operação deverá variar de 26,5^oC a 27^oC, com exceção das áreas de acesso que poderão operar até 28^oC. 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^oC a 22^oC.

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 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.

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 insuflado².

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 frequências 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

* - Excetuando 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 biológicos⁶

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.

QUADRO II

Possíveis fontes de poluentes químicos ⁷

Agentes químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
------------------	---	--

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 Quebec, Canada, 1994.
 Members of the Technicael 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 (CO₂).

MÉTODO DE AMOSTRAGEM: Equipamento de leitura direta.

PERIODICIDADE: Semestral.

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

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 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

- 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:

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

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 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

- 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:

<p>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.</p> <p>Aparelhagem: Bomba de amostragem, que mantenha ao longo do período de coleta, a vazão inicial de calibração com variação de 5%.</p> <p>Taxa de Vazão: 1,0 a 3,0 l/min, recomendado 2,0 l/min.</p> <p>Volume Mínimo: 50 l</p> <p>Volume Máximo: 400 l</p> <p>Tempo de Amostragem: relação entre o volume captado e a taxa de vazão utilizada</p> <p>Embalagem: Rotina</p>	
Calibração: Em cada procedimento de coleta se operado com bombas diafragmáticas	Exatidão: ± 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:

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

- 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:

- providenciar a avaliação biológica, química e física das condições do ar interior dos ambientes climatizados;
- promover a correção das condições encontradas, quando necessária, para que estas atendam ao estabelecido no Art. 4º desta Resolução;
- manter disponível o registro das avaliações e correções realizadas; e
- 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.