



## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA SALA EM PRÉDIO ADMINISTRATIVO DE PORTO ALEGRE/RS**

**Ramiro Pereira Bisognin <sup>1</sup>**

**Liliane Marquardt <sup>2</sup>**

### **RESUMO**

A presença de poluentes químicos e biológicos no ar interno de estabelecimentos públicos cria condições que podem comprometer a saúde e a produtividade dos funcionários. Por este motivo, o presente trabalho consistiu em avaliar as condições de conforto e a qualidade do ar interno de uma sala, com a ocupação de nove pessoas, em prédio administrativo de Porto Alegre/RS. Esta avaliação foi realizada através da verificação de parâmetros físicos de conforto como, temperatura, umidade relativa do ar, ruído, velocidade das correntes de ar e parâmetros químicos como CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO e COVs. Os parâmetros foram avaliados sobre dois cenários, o primeiro com janelas abertas e condicionadores de ar desligados e o segundo, com janelas fechadas e condicionadores ligados. Com este estudo verificou-se que as temperaturas internas do ambiente foram aceitáveis entre os padrões de conforto térmico e as concentrações dos parâmetros químicos, em suma, atenderam as recomendações. Os ruídos extrapolaram os limites indicados pela NBR 10152 na maior parte do tempo para o primeiro cenário, sendo amenizados no segundo. Contudo, ainda foram considerados confortáveis segundo a NR-17. As velocidades das correntes de ar e as taxas de renovação estiveram em conformidade com as recomendações vigentes. Com relação à presença de contaminantes microbiológicos, a concentração no ar externo foi, no mínimo, o dobro da concentração do ar interno, sendo possível a identificação do gênero de seis fungos filamentosos. Portanto, conclui-se que este trabalho permitiu diagnosticar e mensurar as principais fontes de contaminação do ambiente com potencial deletério a saúde.

**Palavras-chave:** Ambientes fechados. Qualidade do ar interno. Poluentes químicos, físicos e biológicos.

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Mestre em Tecnologia Ambiental. Doutorando em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Professor da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS. E-mail: ramirobisognin@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenharia Química. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria. Professora da Universidade de Santa Cruz do Sul. E-mail: liliane@unisc.br

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho cada vez mais diversificado tem proporcionado a um maior número de pessoas a realização de suas atividades laborais em ambientes fechados, sejam em empresas, escritórios, hospitais, residências, veículos, centros comerciais ou de atendimento ao público. De acordo com os padrões da Organização Mundial de Saúde (OMS), mais da metade desses ambientes fechados possuem ar de má qualidade. Essa baixa qualidade é causada, principalmente, pela má higienização dos aparelhos condicionadores de ar e pela falta de controle periódico sobre as possíveis fontes de contaminação (LIMA, 2003). A desatenção aos sistemas de climatização provoca grande preocupação com a qualidade do ar de interiores (QAI), a qual é de fundamental importância para garantir a saúde dos ocupantes, bem como o ótimo desempenho de suas atividades (GIODA; AQUINO, 2003; NORBERG *et al.*, 2016).

Segundo Quadros (2008), a qualidade de vida das pessoas é fortemente influenciada pela qualidade do ar que respiram na maior parte do tempo. A Síndrome do Edifício Doente (SED) e a Doença Relacionada ao Edifício (DRE), reconhecidas pela Organização Mundial da Saúde em 1982, surgiram em função da qualidade do ar interno dos ambientes. A SED refere-se à relação entre causa e efeito das condições ambientais observadas em áreas internas, com reduzida renovação de ar, e os vários níveis de agressão à saúde de seus ocupantes através de fontes poluentes de origem física, química e/ou microbiológica (FERREIRA; CARDOSO, 2014). Para o INMETRO (2016), um edifício está "doente" quando cerca de 20% de seus ocupantes apresentam sintomas transitórios associados ao tempo de permanência em seu interior, que tendem a desaparecer após curtos períodos de afastamento.

A fim de evitar esse problema, os sistemas de ventilação e climatização devem ser projetados e instalados de forma a proporcionar conforto às pessoas, seja no resfriamento, umidificação e/ou purificação do ar de um ambiente. Entretanto, nem sempre esses sistemas funcionam como devem em função da intervenção de agentes agressores físicos, químicos e principalmente biológicos, desencadeados por procedimentos ineficazes ou inexistentes de limpeza e manutenção dos componentes de ventilação e climatização (COSTA, 2007; NORBERG *et al.*, 2016). Nestas condições, pode ocorrer a deterioração da

qualidade do ar com a transmissão de diferentes fontes de contaminantes por via aérea.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), nos Estados Unidos e na Europa, as doenças causadas pela baixa qualidade do ar em ambientes fechados estão entre os principais motivos de pedido de afastamento do trabalho, sendo que a qualidade do ar em ambientes fechados é o oitavo fator de risco mais importante, responsável por 2,7% do conjunto de casos de doenças no mundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). Spengler *et al.* (2004) relatam que a qualidade inadequada do ar em ambientes internos está associada à perda de produtividade e ao absenteísmo no ambiente de trabalho. Portnoy, Flappan e Barnes (2001) associam o aumento da incidência e da prevalência mundial de asma à exposição a poluentes do ar de interiores.

Todos os ambientes ocupados por pessoas são propícios à existência de microrganismos patogênicos e outras fontes de contaminantes que podem comprometer não só o sistema respiratório das pessoas expostas, mas também o sistema cardiovascular. As enfermidades estão relacionadas aos diversos poluentes e ao tempo de exposição, podendo os efeitos variar desde uma reação inflamatória pulmonar, até diminuição da capacidade pulmonar, redução da expectativa de vida e câncer (COSTA, 2007).

Ante o exposto, a avaliação da qualidade do ar interior em ambientes fechados é fundamental para se determinar os riscos ambientais e de saúde pública e ocupacional aos quais estão expostos profissionais e demais frequentadores desses ambientes. Neste contexto, o presente estudo busca avaliar as condições de conforto e a qualidade do ar interior, a partir da análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos em uma sala de um prédio administrativo de Porto Alegre/RS.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO**

O ambiente avaliado possui 55,35 m<sup>2</sup> e está localizado no 17º andar de um prédio, inaugurado em 1987, no bairro Praia de Belas em Porto Alegre (RS). O ambiente em questão situa-se a sudeste do prédio, composto por vidraça em toda a ala norte e sul. Em função da arquitetura do prédio, a sala avaliada, mesmo estando

a sudeste, possui fachada de vidro para o norte, o que confere incidência direta de sol no interior do ambiente no período da manhã. Nesta sala trabalham nove pessoas, diariamente, e no restante do andar, trabalham mais noventa pessoas em diferentes salas.

A climatização da sala é feita por dois condicionadores de ar do tipo *Split*, de 12.000 BTU.h<sup>-1</sup> cada, sem renovação do ar, apenas promovem a climatização do ambiente através da recirculação do ar local que passa pelo evaporador para ser resfriado. A renovação do ar é feita de maneira natural, através da abertura de portas e/ou janelas.

## 2.2 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE CONFORTO NO AMBIENTE

Para verificação das condições de conforto no ambiente estudado foram avaliados os seguintes parâmetros: temperatura, umidade relativa do ar, concentrações de oxigênio (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), compostos orgânicos voláteis (COVs), monóxido de carbono (CO), gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), ruído e velocidade média das correntes de ar. Com exceção da temperatura e da umidade relativa do ar que foram avaliadas com janelas fechadas e condicionadores de ar desligados, os demais parâmetros foram avaliados considerando dois cenários, o primeiro com janelas abertas e condicionadores de ar desligados e o segundo, com janelas fechadas e condicionares ligados. Os parâmetros mencionados foram avaliados durante uma semana, no mês de agosto de 2015, sendo realizadas medições diárias em diferentes pontos da sala, a cada três horas, entre as 08h30min as 17h30min.

### 2.2.1 Temperatura e umidade relativa do ar e CO<sub>2</sub>

As verificações de temperatura e umidade relativa do ar foram realizadas com um analisador automático da Instrutherm, modelo C-02. O equipamento permite a leitura de temperatura em uma faixa de -20 °C a 60 °C, com precisão de ± 1% e umidade relativa do ar de 10 a 95%, com precisão de ± 5%.

As mensurações de temperatura e umidade relativa do ar foram realizadas com base na Norma Técnica 003 da RE/ANVISA n.º 9 de 2003. As medições foram realizadas no centro da sala, a altura de 1,5 m do piso e também em um ponto da área externa do prédio, mais especificamente na marquise do 17º andar.

### **2.2.2 Concentração de gases no ambiente**

Para medição da concentração de CO<sub>2</sub> foi utilizado um analisador automático da Instrutherm, modelo C-02. Este equipamento analisa a concentração de monóxido de carbono na faixa de 0 a 6.000 ppm (partes por milhão), com precisão de  $\pm 3\%$ .

Os demais gases como oxigênio (O<sub>2</sub>), gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), compostos orgânicos voláteis (COVs) e monóxido de carbono (CO) foram analisadas com o equipamento GasAlertMicro 5 PID. O foto ionizador incorporado no equipamento permite o monitoramento e detecção de uma vasta gama de COVs, tais como benzeno, butadieno, hexano, tolueno, vapores de gasolina, diesel, querosene e combustíveis de aviação, com uma resolução de detecção de próxima a 1 ppm.

### **2.2.3 Níveis de pressão sonora**

Os níveis de pressão sonora do ambiente foram monitorados com um decibelímetro da marca Minipa, modelo MSL – 1352, ajustado para respostas lentas (Slow) e ponderação “A”, nível de ruído normal. As mensurações foram realizadas em três pontos da sala afastados 2,5 m entre si, conforme NBR 10151 (ABNT, 2000), em triplicata, mantendo a altura do microfone 1,2 a 1,5 m do piso, e distante 1 m das paredes e 1,5 m das janelas. As medições em triplicata foram realizadas para os dois cenários propostos, e o valor final foi obtido a partir da média aritmética das três medições.

### **2.2.4 Velocidade das correntes de ar e taxas de renovação**

As médias das velocidades das correntes de ar foram calculadas a partir de leituras realizadas com um anemômetro, marca Minipa, modelo MDA – 10, a aproximadamente 1,5 m do chão, e também para mensurar a velocidade de insuflamento de ar pelas janelas e pelos climatizadores de ar, com intervalos de medição de 0,6 s para velocidades em m.s<sup>-1</sup>.

As taxas de renovação de ar do ambiente foram determinadas a partir do cálculo da área de abertura das janelas com as velocidades médias das correntes de ar.

### **2.2.5 Determinação da presença de bactérias e fungos no ar**

A avaliação microbiológica foi realizada no ambiente fechado e também na marquise externa do prédio, no 17º andar, a fim de se comparar a concentração de microrganismos dentro e fora do ambiente.

Os meios de cultura utilizados nas placas de Petri de 9 cm de diâmetro foram: ágar nutriente (marca Difco) em pH 6,8 para o cultivo de bactérias, as quais foram posteriormente incubadas por sete dias em estufa microbiológica a  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , e ágar sabouraud (marca Difco) acidificado para pH 5 com HCl 1N, contendo  $40 \text{ mg.L}^{-1}$  de cloranfenicol, para o cultivo de fungos e leveduras, cujas placas foram incubadas à temperatura controlada de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por quinze dias. Essas atividades de preparação dos meios de cultivo e plaqueamento foram realizadas seguindo os procedimentos de assepsia, como a utilização de vidrarias autoclavadas a  $121^{\circ}\text{C}$  a 1 atm por 20 minutos e meios de cultura autoclavados a  $121^{\circ}\text{C}$  a 1 atm por 10 minutos. Todo o manuseio das placas e dos meios de cultivo, bem como o plaqueamento foi realizado em capela de fluxo laminar.

A determinação da presença de microrganismos no ambiente foi realizada por amostragem passiva, ou seja, de sedimentação, cujos resultados são expressos em  $\text{UFC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . O tempo de exposição das placas ao ar ambiente foi de 30 minutos, definido com base nos melhores resultados obtidos por Quadros (2008) que avaliou a amostragem passiva em 10, 30 e 60 minutos. Através da amostragem passiva foram avaliados os bioaerossóis dispersos no ar que sedimentaram sobre os meios de cultura. Para tanto, as placas de Petri contendo ágar nutriente e ágar sabouraud foram expostas ao ar em cinco pontos da sala, e também no ambiente externo, em cinco campanhas, uma a cada dia.

As colônias de fungos filamentosos crescidas em ágar sabouraud foram isoladas aleatoriamente conforme suas características fenotípicas mais expressivas, e sucessivamente semeadas em ágar sabouraud, através da técnica de esgotamento (Antunes, 1995), para obtenção de culturas axênicas e posterior confirmação através de microcultivo.

### 2.2.5.1 Caracterização morfológica e identificação dos fungos filamentosos

A técnica de microcultivo elaborada por Riddel e descrita por Holt *et al.* (1989) foi utilizada para a identificação das colônias filamentosas isoladas em ágar sabouraud. A lamínula, contendo o micélio aderido, foi examinada ao microscópio óptico Bioval Model L2000A com aumento de 10 e 40 x, a fim de comparar as características microscópicas e as estruturas reprodutivas das colônias com chaves de identificação descritas por Barnett e Hunter (1998), Vidotto (2004) e Quadros (2008).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA e UMIDADE RELATIVA NO AMBIENTE

As temperaturas internas de bulbo seco e umidade relativa do ar interno, bem como as temperaturas externas mensuradas no 17º andar do prédio, foram monitoradas por cinco dias, com periodicidade de leitura a cada três horas do expediente compreendido das 08h30min às 12h00min e das 13h30min às 18h00min. A temperatura média interna, ao longo dos cinco dias, foi de 23,72°C, enquanto que a temperatura externa média foi de 24,04°C e a umidade relativa média do ar no interior da sala foi de 55,36%.

Em geral, os valores obtidos de temperatura foram muito próximos, sendo as temperaturas externas ligeiramente mais altas. Este fato demonstra que o prédio não possui isolamento térmico, o que conseqüentemente poderia representar, em temperaturas externas extremas, baixo conforto térmico no ambiente caso este não fosse equipado com climatizadores.

As médias das temperaturas internas de bulbo seco obtidas no ambiente variaram de 22,6 °C a 24,7 °C, portanto, não atenderam a Resolução ANVISA n.º 9/2003 que determina faixa recomendável de operação de 20 °C a 22 °C no inverno. No entanto, como o inverno de 2015 foi bastante atípico para a região Sul, as médias das temperaturas obtidas no ambiente interno também foram comparadas com a faixa recomendável para o verão, que é de 23 °C a 26 °C. Independente da estação do ano e da faixa de comparação, se analisadas individualmente, as médias

das temperaturas internas do ambiente, na semana avaliada, estão em níveis aceitáveis para o conforto térmico que é de aproximadamente 24°C segundo Kwoc (2004) e de 20°C a 23°C segundo a Norma Regulamentadora 17 (NR-17). Cabe salientar que as medições de temperatura foram realizadas sobre condições naturais, ou seja, com os climatizadores de ar desligados.

As médias diárias das mensurações de umidade relativa do ar no interior da sala variaram desde 44,5% a 64%, o que está em conformidade com as faixas recomendadas pela Resolução ANVISA n.º 9/2003, tanto para o verão que é de 40% a 65%, como para o inverno que é de 35% a 65%. Os percentuais mais altos que resultaram em uma média de 64% foram decorrentes da instabilidade do tempo, que alternou entre chuvoso e céu nublado. Estes resultados também atendem as condições de conforto indicados pela NR-17, a qual recomenda percentuais superiores a 40%.

Kwoc (2004) cita a temperatura e a umidade relativa, juntamente com a velocidade das correntes de ar, como fatores determinantes no conforto térmico dos usuários de uma edificação. Portanto, considerando-se os resultados obtidos para temperatura e umidade relativa, é possível afirmar que as condições de conforto dentro da sala estavam sendo satisfeitas nos dias avaliados.

### 3.2 CONCENTRAÇÕES DE GASES NO AMBIENTE

As concentrações de CO<sub>2</sub> foram monitoradas com a mesma periodicidade que a temperatura e umidade relativa do ar, através de análises pontuais. Para este parâmetro foram considerados dois cenários: Cenário 1 - janelas abertas e condicionadores de ar desligados, e Cenário 2 - janelas fechadas e condicionares ligados, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1. Para ambos os cenários haviam pelo menos cinco pessoas no ambiente. As alterações de cenários ocorreram logo após as medições.

Tabela 1- Concentrações de CO<sub>2</sub> em ambiente interno com e sem renovação de ar em Porto Alegre/RS, agosto de 2015

Cenário - Hora	Avaliação da concentração de CO <sub>2</sub> em ppm				
	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia
Cenário 1 - 08:30	490,89	482,56	502,34	684,12	523,60



Cenário 2 - 09:00	742,45	823,56	834,54	767,32	762,67
Cenário 1 - 11:30	502,10	478,10	525,54	657,31	543,37
Cenário 2 - 12:00	709,84	817,87	819,43	782,67	740,46
Cenário 1 - 14:30	513,34	459,76	545,56	674,39	521,78
Cenário 2 - 15:00	723,05	836,76	826,73	764,90	734,13
Cenário 1 - 17:30	501,48	465,24	569,60	668,23	569,02
Cenário 2 - 18:00	732,80	809,23	799,38	740,87	701,46

Fonte: elaborado pelos autores, 2016.

Tendo em vista os valores máximos recomendáveis (VMR) pela Resolução ANVISA n.º 9/2003 para dióxido de carbono, que deve ser inferior a 1000 ppm, percebe-se que tanto as concentrações verificadas no ambiente com renovação de ar (cenário 1) e sem (cenário 2) atendem as recomendações da referida Resolução. Tão logo, se comparados os valores apresentados na Tabela 1, percebe-se nitidamente o acréscimo na concentração de CO<sub>2</sub> no ambiente, no momento em que são fechadas as janelas e ligados os climatizadores de ar. Esta elevação de CO<sub>2</sub> pode ser explicada pelo fato de que os climatizadores instalados no ambiente promovem apenas a recirculação do ar interior, sem renová-los, o que conseqüentemente satura o ar com dióxido de carbono resultante do metabolismo humano. Em todas as medições realizadas no cenário 2, a concentração de CO<sub>2</sub> foi maior que a condição 1, que permitia a renovação de ar no ambiente.

Ferreira e Cardoso (2014) avaliaram a qualidade do ar interno em escolas de Coimbra, Portugal, e também identificaram concentrações superiores a máxima de referência, principalmente no período de outono/inverno, chegando a valores de 1.942 ppm.

Segundo Schirmer, Szymanski e Gauer (2009), apesar das exposições aos níveis de CO<sub>2</sub> comumente encontrados em ambientes interiores (350 a 2500 ppm) não serem considerados causas direta de efeitos à saúde, ainda assim evidenciam-se muitos impactos na saúde humana, haja vista que a baixa renovação de ar pode resultar em sonolência e perda de produtividade, até mesmo em indivíduos saudáveis.

As mensurações de O<sub>2</sub> no ambiente foram realizadas de forma direta com o analisador de gases GasAlertMicro 5 PID. O monitoramento realizado nas condições descritas no primeiro cenário não implicou em alteração da concentração de O<sub>2</sub> no ambiente, a qual se manteve sempre em 20,9%, independente do dia e horário

avaliado. Entretanto as medições realizadas com as janelas fechadas e condicionadores de ar ligados promoveram uma ligeira redução na concentração de O<sub>2</sub>, onde se constatou a oscilação de 20,4% a 20,9%. Contudo, apesar de estar relacionada à redução das taxas de renovação de ar do ambiente, esta leve oscilação evidenciada não é capaz de promover alterações na saúde.

Macintyre (1990) destaca que alterações na saúde e no bem estar poderão ser evidências quando a concentração de O<sub>2</sub> do ambiente for inferior a 16%, podendo provocar a aceleração da frequência respiratória e pulso, bem como distúrbios na coordenação muscular direta. A 14% de oxigênio, o indivíduo ainda está consciente, porém apresenta distúrbio na respiração, fadiga normal e tontura. Em uma concentração de 10%, há o aparecimento de náuseas, perda de consciência, incapacidade de gritar ou movimentar-se. Já numa concentração de 6% há convulsão, parada respiratória e, minutos depois, parada cardíaca e morte.

A avaliação da concentração de gás sulfídrico, compostos orgânicos voláteis e de monóxido de carbono também foi realizada com o analisador de gases GasAlertMicro 5 PID. Em todas as campanhas de avaliação não foram detectadas concentrações de H<sub>2</sub>S e CO na sala estudada. Este fato já era esperado, pois no ambiente não havia fontes pontuais de emissão desses gases.

Quanto à avaliação da presença de COVs, o aparelho utilizado permite o registro de solventes e combustíveis à base de petróleo, aditivos de pintura, produtos de limpeza, herbicidas, entre outros.

Em grande parte das avaliações, não foi detectado a presença de compostos orgânicos voláteis no ambiente, no entanto verificou-se concentrações entre 1 a 4 ppm em quatro dos cinco dias monitorados, às 11h30min e às 14h30min. Tal fato pode estar relacionado à utilização de produtos químicos de limpeza, já que a higienização do piso é feita diariamente por volta das 10h30min. Apesar da Resolução ANVISA n.º 9/2003 não especificar os limites de COVs, as concentrações obtidas foram relativamente baixas e apresentaram rápida volatilização, uma vez que a concentração reduziu significativamente nas medições realizadas às 14h30min, deixando de serem detectados na última avaliação do dia, às 17h30min.

Cabe destacar que nas condições do primeiro cenário, onde havia renovação de ar do ambiente, não foram detectados COVs. Logo, a detecção e permanência desses compostos por poucas horas no ambiente está relacionada ao seu enclausuramento. Quadros (2008) e Nascimento (2008) relatam que a concentração

de COVs normalmente é maior em ambientes fechados tendo um efeito na piora da qualidade do ar interno. Nos ambientes em que há circulação de ar, esses compostos são facilmente dispersos. Como alternativa devem ser priorizados produtos domissanitários que não contenham COVs e ainda que a limpeza seja sempre realizada com renovação de ar.

### 3.3 NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

Os níveis de pressão sonora foram monitorados com o decibelímetro ajustado para respostas lentas (Slow) e ponderação “A”, nível de ruído normal. As mensurações foram realizadas adotando-se as recomendações da NBR 10151 (ABNT, 2000). As medições em triplicata foram realizadas em três pontos da sala, afastados 2,5 m entre si, para os dois cenários propostos. Os resultados apresentados na Tabela 2 correspondem a média aritmética das medições (com arredondamento).

Tabela 2 - Níveis de pressão sonora em sala do 17º andar em prédio de Porto Alegre/RS, agosto de 2015

Cenário - Hora	Níveis de pressão sonora em dB				
	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia
Cenário 1 - 08:30	56	49	62	68	64
Cenário 2 - 09:00	53	48	54	53	51
Cenário 1 - 11:30	60	64	57	59	72
Cenário 2 - 12:00	56	51	50	55	55
Cenário 1 - 14:30	72	53	51	73	56
Cenário 2 - 15:00	62	55	47	44	48
Cenário 1 - 17:30	58	60	56	79	57
Cenário 2 - 18:00	59	49	55	52	45

Nota: Cenário 1= janelas abertas e condicionadores de ar desligados; cenário 2= janelas fechadas e condicionadores de ar ligados.

Fonte: elaborado pelos autores, 2016.

Quando comparados os valores entre os cenários 1 e 2, percebe-se que o nível de ruídos foi maior no primeiro cenário em relação ao segundo, o que pode ter sido influenciado pelos ruídos externos provenientes, principalmente, do intenso

tráfego de veículos, mesmo a medição tendo sido realizada no interior da sala, no 17º andar.

Os valores constantes na Tabela 2, referentes ao primeiro cenário, quando correlacionados aos intervalos apropriados para o nível de ruído ambiente num recinto de edificação, conforme NBR 10152 (ABNT, 1987), evidenciam que o ambiente excede a faixa de ruídos aceitáveis, que é de 35 a 45 dB para escritórios que contemplam salas de projetos e de administração. Entretanto, de acordo com a NR-17, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto em ambientes que exijam solicitação intelectual e atenção constante, como escritórios, é de até 65 dB. Desta forma, no primeiro, quarto e quinto dia de monitoramento, em determinados momentos, os níveis de ruído médio foram superiores ao limite aceitável, com maior valor registrado de 79 dB no final do expediente do quarto dia.

Com relação à média dos valores obtidos no cenário 2, quando a interferência externa foi minimizada pelo fechamento das janelas, apenas o quarto dia apresentou valor médio das mensurações de pressão sonora dentro da faixa recomendável pela NBR 10152 (ABNT, 1987), o que foi detectado às 15h00min. Quanto ao nível informado pela NR-17, o segundo cenário não resultou em médias que ultrapassassem o valor limite de 65 dB. Portanto, mesmo com janelas abertas, o ambiente apresenta condições salubres ao desempenho das atividades, dentro da tolerância de ruído contínuo ou intermitente.

Nascimento (2008) ao avaliar os níveis de pressão sonora em salas de aula também evidenciou inconformidades dos resultados com os níveis de ruído aceitáveis, determinados pela NBR 10152 (ABNT, 1987), o qual atribuiu o fato por intervenções externas já que as medições foram realizadas com janelas e porta aberta.

### 3.4 VELOCIDADE DAS CORRENTES DE AR E TAXAS DE RENOVAÇÃO

A velocidade máxima das correntes de ar no interior do ambiente, a 1,5 m de altura do piso, com a abertura de duas janelas na sala, foi de 0,15 m.s<sup>-1</sup>. Este valor foi obtido em medições realizadas a pelo menos 2,5 m de distância das aberturas. Já com as janelas fechadas e condicionadores de ar ligados, a velocidade das correntes de ar não ultrapassou os 0,03 m.s<sup>-1</sup>, considerando os mesmos pontos de avaliação do primeiro cenário. Portanto, em ambos os cenários, as velocidades das

correntes de ar estiveram em conformidade com as recomendações da ANVISA RE n.º 9/2003, cujo VMR de operação, a 1,5 m do piso, não deve ultrapassar 0,25 m.s<sup>-1</sup>, bem como estiveram em conformidade com as condições de conforto da NR-17 que estabelece velocidade do ar não superior a 0,75 m.s<sup>-1</sup>.

No entanto, quando a avaliação foi realizada a 0,5 metros das janelas abertas, as correntes de ar apresentaram, respectivamente, velocidades mínimas e máximas de 1,3 a 4,5 m.s<sup>-1</sup> entre os cinco dias avaliados. No cenário 2, as velocidades do ar, quando mensuradas a 0,5 m dos condicionadores, oscilaram de 1,5 a 2 m.s<sup>-1</sup> e na função “turbo” dos condicionadores de ar atingiram velocidades de até 3,4 m.s<sup>-1</sup>.

As taxas de renovação de ar do ambiente foram determinadas a partir do cálculo da área de abertura das janelas com as velocidades médias das correntes de ar, mensuradas a 0,5 m. A Tabela 3 apresenta as taxas de renovação de ar verificadas no ambiente, sobre condições do primeiro cenário.

Tabela 3 - Taxas de renovação de ar verificadas no ambiente com janelas abertas no 17º andar do prédio em Porta Alegre, agosto de 2015

Condições	Janela 1	Janela 2
Velocidade média das correntes de ar (m.s <sup>-1</sup> )	2,3	3,0
Área de abertura (m <sup>2</sup> )	0,05	0,038
Taxa de entrada de ar (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )	432	410,4
Taxa de entrada de ar total (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )	842,4	
Número de pessoas	9	
Taxa de ar com 1 janela aberta (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .pessoa <sup>-1</sup> )	46,5	
Taxa de ar com 2 janelas abertas (m <sup>3</sup> . h <sup>-1</sup> .pessoa <sup>-1</sup> )	93,6	

Fonte: elaborado pelos autores, 2016.

Com base na Tabela 3, verificam-se elevadas taxas de renovação de ar no ambiente que atenderam a Recomendação Normativa (RN) n.º 02, de 2003, da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento - ABRAVA, cuja vazão mínima de renovação de ar, para escritórios em geral, é de 27 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.pessoa<sup>-1</sup>. A RN n.º 02/2003 adota os valores de referência da *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)*.

De acordo com a RN n.º 02/2003 da ABRAVA, a vazão de 27 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.pessoa<sup>-1</sup> para escritórios têm capacidade de diluir, a um nível aceitável, os bioefluentes humanos, o material particulado, os odores e outros poluentes comuns esperados em condições normais de utilização desse tipo de ambiente. A RN n.º 02/2003

estabelece a mesma taxa de renovação de ar para escritórios de uso geral que possuam condicionadores *split* ou aparelhos de janela. Logo, para o cenário 2, onde os condicionadores do tipo *split* são ligados com as janelas do ambiente fechadas, não há o atendimento da vazão mínima de renovação de ar, pois estes equipamentos não promovem trocas de ar entre o ambiente externo e o interno. A RE n.º 9/2003 da ANVISA também estabelece a vazão mínima de renovação de ar de 27 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.pessoa<sup>-1</sup> para ambientes climatizados, o que não é atendido no cenário 2.

### 3.5 CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS

A avaliação dos contaminantes microbiológicos foi realizada através de amostragem passiva com tempo de 30 minutos de exposição das placas de Petri, tanto no ambiente interno como em área externa do prédio, a fim de se comparar a concentração de fungos e bactérias nos dois ambientes. Foram realizadas cinco campanhas, de segunda a sexta-feira, na segunda semana de agosto de 2015. A avaliação no ambiente interno foi realizada com as janelas fechadas e com os condicionadores de ar ligados.

Durante o período de incubação as placas foram monitoradas diariamente quanto ao crescimento das colônias. Decorrido o período de crescimento, as colônias de bactérias e fungos foram quantificadas e os resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Microrganismos crescidos em ágar nutriente (Nut.) e sabouraud (Sab.) coletados por amostragem passiva em ambiente interno e externo do prédio em Porto Alegre, agosto de 2015

Dia	Número médio de colônias observadas				Concentração (UFC.m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )			
	Amostragem interna*		Amostragem externa		Amostragem interna		Amostragem externa	
	Nut.	Sab.	Nut.	Sab.	Nut.	Sab.	Nut.	Sab.
1	27	19	65	23	8.571	6.032	20.635	7.302
2	20	13	41	23	6.349	4.127	13.016	7.302
3	17	17	81	46	5.397	5.397	25.714	14.603
4	16	15	53	35	5.079	4.762	16.825	11.111
5	19	12	62	32	6.032	3.810	19.683	10.159

\*Valor médio de cinco pontos de amostragem distribuídos pelo ambiente

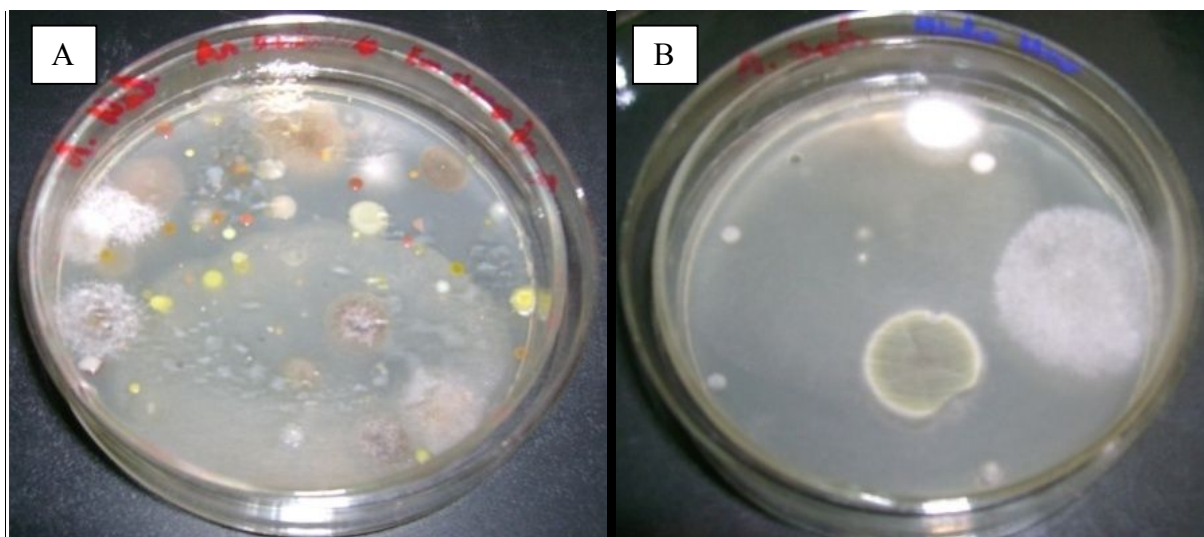
Fonte: elaborado pelos autores, 2016.

Os resultados apresentados na Tabela 4 apresentam grande variabilidade, haja vista a quantidade de fatores influenciáveis na concentração de microrganismos nos ambientes, como exemplo, velocidade das correntes de ar, temperatura, umidade, concentração de material particulado, características dos poluentes dispersos no ar, bem como a presença de fontes pontuais.

A concentração de microrganismos no ar externo foi, no mínimo, o dobro da concentração verificada no ar interno para o ágar nutriente, chegando a superar em 4,76 vezes a concentração no terceiro dia de monitoramento. Quando verificadas as colônias crescidas em ágar sabouraud, novamente a concentração no ar externo foi maior do que no ambiente interno, principalmente no terceiro dia de monitoramento, cuja concentração externa foi aproximadamente 2,7 vezes maior que a interna.

Apesar do ágar nutriente ter sido preparado em condições ideais ao crescimento de bactérias, observou-se a predominância de aproximadamente 70% de fungos filamentosos nas placas destinadas ao crescimento de bactérias, sendo verificadas ainda colônias de fungos leveduriformes, conforme Figura 1.

Figura 1 - Crescimento de microrganismos em placas de Petri por amostragem passiva no ambiente interno estudado. A: Ágar nutriente; B: Ágar sabouraud



Fonte: autores, 2016.

Para efeito de comparação da contaminação microbiológica dos ambientes avaliados com padrões legais de concentração seria necessário a realização de amostragem ativa com um impactador de fendas ou orifício, não disponível para

neste estudo. Contudo, a RE ANVISA n.º 9/2003 determina que o VMR deva ser igual ou inferior a 750 UFC de fungos por metro cúbico de ar. De qualquer forma, o levantamento realizado permite tipificar os microrganismos presentes no ambiente, além de propiciar a quantificação da exposição de qualquer superfície aos bioaerossóis dispersos no ar interior.

Quadros (2008) ao realizar amostragem passiva de fungos em uma Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal – UTN, em hospital de Santa Catarina, verificou as seguintes concentrações de fungos: 786; 943; 629; 524 e 157 UFC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> em cinco dias de avaliação. Logo, se comparados os resultados de Quadros (2008) com os obtidos neste trabalho, percebe-se que a concentração de fungos do ambiente interno foi muito superior aos apresentados pelo autor. Esta diferença pode ser explicada por vários fatores, medidas e procedimentos adotados que diferenciam a finalidade de cada ambiente, por exemplo, enquanto a UTN possui sistema de climatização com filtros absolutos, esterilizações periódicas e restrição ao acesso de pessoas que possam comprometer a assepsia do ambiente, o escritório em questão possui apenas condicionadores que não promovem a renovação do ar, devendo, portanto, as janelas serem abertas de tempo em tempo, além de grande circulação de pessoas ao longo dos dias e da diferença de cuidados quanto a higienização dos ambientes.

### 3.6 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS FILAMENTOSOS

As colônias de fungos filamentosos crescidas em ágar sabouraud foram isoladas aleatoriamente conforme suas características fenotípicas mais expressivas, sendo sucessivamente semeadas em ágar sabouraud através da técnica de esgotamento (Antunes, 1995), para obtenção de culturas axênicas. Desta forma, foram obtidas 13 colônias com diferentes características macroscópicas entre si. Segundo Orphan *et al.* (2000) somente cerca de 1% dos microrganismos presentes no ambiente são cultiváveis, isto é, podem ser recuperados em condições de laboratório. Portanto, esses isolados representam uma pequena parcela da microbiota dispersa no ar atmosférico.

A identificação dessas culturas foi realizada pela técnica de microcultivo, através da observação das lâminas em microscópio óptico com aumento de 40 x. As



características macro e microscópicas, bem como as estruturas reprodutivas (conidióforos - hifa especializada que origina os conídios) de cada cultura filamentosa isolada em ágar sabouraud foram comparadas com as descritas e ilustradas por Barnett e Hunter (1998), Vidotto (2004) e Quadros (2008). Com essa técnica foi possível identificar o gênero de seis fungos filamentosos. Além dos 13 morfotipos de fungos filamentosos isolados, também foi isolada e identificada, quanto a gênero, uma colônia de fungo leveduriforme.

A Tabela 05 apresenta, respectivamente, a distribuição dos fungos filamentosos identificados, o número de suas colônias isoladas e o ambiente em que foram amostrados.

Tabela 05 - Gênero de fungos filamentosos identificados nos ambientes interno e externo do local de estudo

Fungos filamentosos	N.º de colônias isoladas	Ambiente de amostragem
<i>Aspergillus</i> sp.	3	Interno e externo
<i>Cladosporium</i> sp.	2	Interno e externo
<i>Fusarium</i> sp.	3	Interno e externo
<i>Penicillium</i> sp.	2	Interno e externo
<i>Trichoderma</i> sp.	2	Interno e externo
<i>Verticillium</i> sp.	1	Externo

Fonte: elaborado pelos autores, 2016.

Conforme os dados apresentados na Tabela 05, com exceção da colônia de *Verticillium* sp., as demais foram encontradas nos dois ambientes, interno e externo, fato naturalmente compreensivo visto que o ponto de amostragem do ar externo foi realizado próximo à janela, ponto de insuflação para a renovação do ar interior.

Quadros (2008) ao avaliar a concentração de bioaerossóis, por amostragem ativa em salas de cirurgia, isolou 59 fungos filamentosos, dos quais, identificou 49 colônias distribuídas em dez gêneros, cujos mais frequentes foram *Aspergillus* e *Penicillium*, seguidos por *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Acremonium* e *Fusarium*. Os demais gêneros, *Circinella*, *Curvularia*, *Phitomyces* e *Verticillium* foram identificados em apenas um isolado cada. Todavia, com exceção do gênero *Acremonium*, os demais gêneros de fungos verificados neste estudo foram os mesmos relatados por (2008), apesar dos ambientes avaliados diferenciarem entre si. O gênero *Verticillium* se mostrou menos abundante em ambos os estudos.

Um estudo realizado por Mezzari (2002) demonstrou a presença de grande número de esporos de fungos no ar de Porto Alegre, no período de abril de 2000 a março de 2001, sendo identificados fungos dos gêneros *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Helminthosporium*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Nigrospora* e *Fusarium*, distribuídos irregularmente durante as estações do ano. Quatro desses gêneros também foram identificados neste trabalho.

Outro estudo realizado pela Universidade Nova de Lisboa, em Portugal, monitorou a contaminação fúngica no pavimento de 10 ginásios com piscina mais frequentados dos 30 existentes na zona de Lisboa. Colheram-se amostras de superfícies em seis locais diferentes, através da técnica de esfregaço, antes e após a lavagem e desinfecção. Como resultado foram identificados 37 espécies diferentes de fungos filamentosos, e o gênero predominantemente isolado antes e após a lavagem e desinfecção foi o *Fusarium* (VIEGAS *et al.*, 2009), assim como o obtido neste estudo, juntamente com o gênero *Aspergillus*.

Recentemente, Norberg *et al.* (2016) avaliaram a microbiota fúngica de condicionadores de ar residenciais em Belford Roxo, RJ, utilizando amostragem passiva em meio de cultura ágar sabouraud-dextrose, e identificaram a presença dos gêneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Cephalosporium* e *Rhodotorula*, ou seja, compatibilidade de quatro gêneros identificados no presente estudo.

Existem poucas publicações sobre a concentração de fungos na atmosfera das cidades brasileiras, contudo, Mezzari (2002) ao realizar pesquisas na literatura, revela que os fungos identificados com maior frequência pertencem aos gêneros *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhodotorula*, *Aureobasidium*, *Candida*, *Fusarium*, *Culvularia*, *Rhizopus*, *Helminthosporium* e *Trichoderma*. Mais da metade dos gêneros citados foram identificados neste estudo.

Com base em Vidotto (2004), os mesmos gêneros identificados neste estudo podem ser facilmente encontrados no ambiente, principalmente no ar e no solo, como responsáveis por inúmeras doenças nos seres humanos, em especial, pessoas imunodepressoras.

O Quadro 1 apresenta os efeitos à saúde humana, pela exposição aos diferentes gêneros de fungos filamentosos identificados.

Quadro 1 - Principais doenças associadas aos diferentes gêneros de fungos identificados no ambiente interno e externo do local de estudo

Gênero	Doenças associadas
<i>Aspergillus</i>	Aspergilose: Pneumonia invasiva ou alérgica em imunossuprimidos; Aspergilose pulmonar alérgica em pacientes com asma; asperiloma em pacientes com histórico de tuberculose ou sarcoidose (mais comum no pulmão e menos frequente no cérebro, rins ou outros órgãos).
<i>Cladosporium</i>	Raramente patogênico, pode causar ceratite micótica, onicomicose, infecções na pele, trato respiratório (podendo levar à sinusite ou pneumonia).
<i>Fusarium</i>	Causador de infecções superficiais e sistêmicas, causa especialmente infecções oportunistas disseminadas em indivíduos submetidos a transplantes (imunossuprimidos). Também é causador de infecções localizadas em pacientes de transplantes de órgãos sólidos.
<i>Penicillium</i>	Penicilose: podendo estar associado à ceratite micótica, endoftalmite, otomicose, esofagite, pneumonia, endocardite, peritonite, e infecções do trato urinário em indivíduos imunossuprimidos. Algumas espécies produzem micotoxinas.
<i>Trichoderma</i>	Infecções raras e oportunistas em indivíduos imunossuprimidos, submetidos a transplantes, ocasionando falência nos rins, doença pulmonar crônica, pacientes com amiloidose.
<i>Verticillium</i>	Possível causador de ceratite micótica.

Fonte: Adaptado de Quadros (2008).

A colônia de fungo leveduriforme isolada em ágar sabouraud foi identificada como pertencente ao gênero *Candida*, com aspecto cremoso, crescimento rápido e cor branca-opaca, além de superfície inicialmente lisa. Após o envelhecimento da colônia, ela passou a assumir aspecto levemente rugoso e retorcido, com as bordas franjadas, característica que pode ser explicada pelo desenvolvimento do pseudomicélio, como explica Vidotto (2004).

Diferentes espécies de *Candida* são frequentemente isoladas de seres humanos e também de ambientes que possuam elevada circulação de pessoas (BURTON; Engelkirk, 2005). Os mesmos autores descrevem que o gênero *Candida* é capaz de causar infecções vaginais, orais ou pulmonares e, em pacientes com AIDS, danos teciduais sistêmicos, principalmente a espécie *Candida albicans*.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo permitiram concluir que as temperaturas internas foram consideradas aceitáveis se tomadas como referência às temperaturas externas e os padrões de conforto térmico, no período analisado. As médias de umidade relativa do ar no interior atenderam os requisitos da Resolução ANVISA n.º 9/2003.

As concentrações de CO<sub>2</sub> verificadas no ambiente, com e sem renovação de ar, atenderam as recomendações da Resolução ANVISA n.º 9/2003, contudo, os condicionadores de ar do tipo *Split*, em ambiente fechado, podem viciar o ar interno.

A presença de COVs foi detectada apenas quando o ambiente foi avaliado com janelas fechadas e condicionadores de ar ligados. A detecção de COVs nestas condições foi atribuída aos produtos de limpeza utilizados na higienização do piso, temporariamente detectados.

A avaliação da pressão sonora sobre os dois cenários permitiu identificar que os maiores níveis de ruídos são decorrentes do intenso tráfego de veículos na região de localização do prédio, o que acarreta a extrapolação, na maior parte do tempo, dos limites de ruídos indicados pela NBR 10152 (ABNT, 1987). No entanto, verificou-se que o problema é amenizado no momento em que as janelas do ambiente são fechadas, atendendo as condições de conforto indicadas pela NR-17, no aspecto ruído.

Nos dois cenários avaliados, as velocidades das correntes de ar estiveram em conformidade com as recomendações da RE ANVISA n.º 9/2003, NR-17 e, mesmo com oscilações, atenderam a vazão de renovação de ar em termos quantitativos estipulada pela RN ABRAVA n.º 02/2003.

Com relação à presença de contaminantes microbiológicos no ar, verificou-se que a concentração de microrganismos no ar externo representa, no mínimo, 2 vezes a concentração do ar interno, chegando a superar em 4,76 vezes a concentração do ar interno. Ademais, o crescimento de fungos filamentosos nos meios de cultivo, frente às bactérias, permitiu evidenciá-los como sendo o melhor parâmetro microbiológico para representar o nível de ocupação dos ambientes, confirmando-os como indicadores da qualidade do ar interno.

A técnica de amostragem passiva possibilitou tipificar os microrganismos presentes no ambiente, sendo verificadas 13 colônias com diferentes características macroscópicas entre si, das quais foi possível identificar o gênero de seis fungos filamentosos, a saber: *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Trichoderma* e *Verticillium*, e de uma colônia de fungo leveduriforme, identificada como *Candida* sp.

Apesar deste estudo ter sido realizado em um curto espaço de tempo, permitiu diagnosticar e quantificar as principais fontes de contaminação do ambiente, podendo ser adotadas medidas e procedimentos de forma a melhorar a qualidade

do ar interno, proporcionando condições salubres e confortáveis aos seus ocupantes e frequentadores.

## QUALITY ASSESSMENT OF THE INTERNAL AIR IN AN ADMINISTRATIVE BUILDING ROOM PORTO ALEGRE/RS

### ABSTRACT

The presence of chemical and biological pollutants in indoor air of public institutions creates conditions that may compromise the health and productivity of employees. For this reason, the present study was to assess the conditions of comfort and indoor air quality of a room, with the occupation of ten people in the administrative building of Porto Alegre/RS. This evaluation was carried out by checking physical parameters of comfort, as temperature, relative humidity, noise, speed of air currents and chemical parameters such as CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO and VOCs. The parameters were assessed on two scenarios, the first to open windows and turn off air conditioners and the second, with windows closed and connected conditioners. This study found that the internal ambient temperatures were acceptable among the standards of thermal comfort and concentrations of chemical parameters, in short, met the recommendations. The extrapolated noise the limits indicated by the NBR 10152 for the first scenario, most of the time being softened in the second scenario. However, they were still considered comfortable second NR-17. The speed of air currents and renewal rates were in accordance with current recommendations. Regarding the presence of microbiological contamination, the concentration in the outside air is at least twice the concentration of indoor air, making it possible to identify the genus six filamentous fungi. Therefore, it is concluded that this study allowed us to diagnose and measure the main environmental sources of contamination with potentially harmful to health.

**Keywords:** Indoors environments. Indoor air quality. Chemical, physical and biological pollutants.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. **Recomendação Normativa (RN) n.º 02 - 2003 - Sistemas de condicionamento de ar e ventilação para conforto**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/40867930/Abrava-Ar-Exterior>>. Acesso em: 22 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10152: níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 10151: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - procedimento**. Rio de Janeiro, 2000.

ANTUNES, G. S. **Manual de diagnóstico bacteriológico**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 278 p., 1985.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 4 ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 218 p., 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RE n.º 9, de 16 de janeiro de 2003. Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre **Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interno, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo**. 2003. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27096>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15 – Atividades e operações insalubres**. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.asp)>. Acesso em: 11 ago. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 – Ergonomia**. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_17.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.asp)>. Acesso em: 15 ago. 2015.

BURTON, G. R. W; ENGELKIRK. P. G. **Microbiologia para as ciências da saúde**. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 426 p. 2005.

COSTA, M. R. **Recomendações para o controle da qualidade do ar climatizado**. Comissão do controle de infecção hospitalar. Santa Casa de Misericórdia de Goiânia. Universidade Católica do Goiás, 2007.

FERREIRA; A. M. da C.; CARDOSO, M. Qualidade do ar interno e saúde em escolas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 40, n.3, p. 259-268, 2014.

GIODA, A.; AQUINO NETO, F. R. **Considerações sobre estudos de ambientes industriais e nãoindustriais no Brasil: uma abordagem comparativa**. Caderno de Saúde Pública, v. 19, n. 5, 2003.

HOLT, J. G.; WILLIAMS, S. T.; SHARPE, M. E. **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams & Wilkins, v. 4, p. 2300-2648, 1989.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Qualidade do Ar em Estabelecimentos de Uso Público e Coletivo**. Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/qualidadedoAr.asp#normas>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

KWOC, A. G. **Thermal comfort: Concepts and guidelines**. In SPENGLER, J. D. *et al.* Indoor Air Quality Handbook. New York: *McGraw-Hill*, 1448 p., 2004.

LIMA, J. F. de P. **Aeromicrobiota do ambiente cirúrgico: princípios e peculiaridades da climatização artificial**. 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem Fundamental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MACINTYRE, A. **Ventilação Industrial e Controle da Poluição**. 2 ed. Rio de Janeiro: editora LTC, 1990.

MEZZARI, A. **Fungos Anemófilos em Porto Alegre, RS**. 2002. 75 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

NASCIMENTO, G. C. **Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos: sala de aula**. 2008. 156 f. Graduação (Monografia em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2008.

NORBERG, A. N.; SANTA HELENA, A. A. de; OLIVEIRA, J. T. M. de; DUTRA, V. G.; RIBEIRO, P. C.; COSTA, T. S. B. S. **Microbiota fúngica de condicionadores de ar residenciais no município de Belford Roxo, Rio de Janeiro, Brasil**. In: II Seminário Científico da FACIG. 5 p., 2016.

ORPHAN, V. J.; TAYLOR, L. T.; HAFENBRADL, D., DELONG, E. F. **Culture-dependent and culture-independent characterization of microbial assemblages associated with high-temperature petroleum reservoirs**. *Appl. Environ. Microbiol*, 66(2), p. 700-711, 2000.

PORTNOY, J. M., FLAPPAN, S.; BARNES, C. S. A procedure for evaluation of the indoor environment. *Aerobiologia*, v. 17, n. 1, p. 5, 2001.

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

SCHIRMER, W.; SZYMANSKI, M.; GAUER, M. **Qualidade do ar interno em ambientes climatizados – verificações dos parâmetros físicos e concentração de dióxido de carbono em agência bancária**. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati-PR. *Revista TECNO-LÓGICA*, Santa Cruz do Sul, v.13, n.1, p.41-45, jan./jun. 2009.

SPENGLER, J. D.; SAMET, J. M.; MCCARTHY, J. F. **Indoor Air Quality Handbook**. New York: McGraw-Hill, 1448p, 2004.

VIDOTTO, V. **Manual de micologia médica**. Ribeirão Preto: Tecmedd, 1 ed., 204 p., 2004.

VIEGAS, C.; ALVES, C.; CAROLINO, E.; ROSADO, L.; SANTOS, S. S. **Prevalência de fungos nas superfícies: o caso dos ginásios com piscina.** Saúde & Tecnologia, n. 3, p. 31–37. 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Programmes and Projects: Indoor Air Pollution.** Disponível em: <[www.who.int/indoorair/en](http://www.who.int/indoorair/en)>. Acesso em: 08 ago. 2015.