

ANÁLISE DA SÍNDROME DO EDIFÍCIO DOENTE (SED) NA ESTAÇÃO ANTÁRTICA BRASILEIRA

Érica Coelho Pagel (1); Cristina Engel de Alvarez (2); Neyval Costa Reis Jr.(3); José Laerte Boechat (4); Faradiba Sarquis Serpa (5)

- (1) Doutoranda em Engenharia Ambiental, Arquiteta, erica.pagel@gmail.com, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari 514, Goiabeiras, Vitória, ES, CEP: 29075-910, tel: 27 4009-2177
- (2) Doutora em Arquitetura, Arquiteta, engelalvarez@hotmail.com, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari 514, Goiabeiras, Vitória, ES, CEP: 29075-910, tel: 27 4009-2581
- (3) Doutor em Engenharia Ambiental, Engenheiro Mecânico, neyval@gmail.com, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari 514, Goiabeiras, Vitória, ES, CEP: 29075-910, tel: 27 4009-2177
- (4) Doutor em Clínica Médica, Médico, jboechat.alergo@gmail.com, Universidade Federal Fluminense, Rua Marquês de Paraná 303, Centro, Niterói, ES, CEP: 24033-900, tel: 21 2629-9000
- (5) Mestre em Clínica Médica. Médica, faradibasarquis@uol.com.br, Escola de Medicina da Santa Casa de Misericórdia, Avenida Nossa Senhora da Penha, 2190, Santa Luíza, ES, CEP: 29045-402, tel: 27 3334-3500

RESUMO

A característica ambiental de clima extremo da Antártica e, conseqüentemente, a construção de Estações com ambientes climatizados, nos quais os usuários permanecem por longos períodos, permite avanços nas pesquisas relacionadas à avaliação da qualidade do ambiente, principalmente no que diz respeito à qualidade do ar interno e no contexto da denominada Síndrome do Edifício Doente – SED. Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade do ar interior, especificamente no que diz respeito ao material particulado, na Estação Antártica Comandante Ferraz – EACF e sua eventual correlação com os principais sintomas característicos da SED. Os procedimentos metodológicos incluíram medições de material particulado e de parâmetros meteorológicos, bem como a avaliação do perfil da população através da aplicação de questionário padronizado. Os resultados dos monitoramentos mostram que a concentração média de partículas em suspensão, na maior parte dos dias medidos, está dentro dos limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira, assim como os parâmetros médios de temperatura e velocidade do ar, destacando-se, no entanto a umidade relativa do ar, bem abaixo do recomendado pela legislação pertinente. Os questionários revelaram que a principal insatisfação dos usuários gira em torno da temperatura e do sistema de aquecimento, sendo também verificado um percentual de declarações de sintomas correlacionados com a SED, entretanto não foi possível estabelecer uma efetiva relação de causa e efeito. No entanto, as observações relacionadas às atividades dos usuários e a produção de partículas foi de fundamental importância para a definição de parâmetros das novas edificações brasileiras na Antártica.

Palavras-chave: Síndrome do Edifício Doente, qualidade do ar interno, ambientes confinados, edificações antárticas.

ABSTRACT

Antarctic is characterized by extreme climate. Therefore their buildings are designed to enclose users for long periods. This situation is important to allow advances in research related to the evaluation of the environment, particularly with regard to indoor air quality and in the context of so-called Sick Building Syndrome - SBS. The objective of this research was to evaluate the indoor air quality, specifically with regard to particulate matter, at Comandante Ferraz Antarctic Station and the possible correlation with the most characteristic symptoms of SBS. The methodological procedures included measurements of particulate matter and meteorological parameters, evaluating of population profile by the application of a standardized questionnaire. Results show that the average concentration of particulate matter, in most measured days, was within the limits established by Brazilian legislation, as well as the average parameters of temperature and air velocity. However, the air relative humidity was well below the recommended value by the legislation. The questionnaires revealed that the main dissatisfaction of users was related to temperature and heating system.

It also show a percentage of symptoms of SBS but it is not possible to establish an effective relationship of cause and effect. However, the observations related to the activities of users and the emission of particles was extremely important to define parameters of Brazil's new buildings in Antarctica.

Keywords: Sick Building Syndrome, indoor air quality, closed environments, Antarctic buildings

1. INTRODUÇÃO

A Antártica é a região mais preservada do planeta, fazendo com que exista um grande interesse científico por esse continente. Entretanto, o efetivo desenvolvimento de pesquisas continuadas na Antártica depende da existência de Estações Científicas que forneçam abrigo e apoio logístico aos pesquisadores neste local remoto. Dessa forma, as características ambientais de clima extremo desse local induzem à concepção de edificações enclausuradas, prevendo-se longos períodos de permanência da sua população no interior das Estações e o desenvolvimento de potenciais fontes de poluição atmosférica. Esse conjunto de fatores torna-se propício para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à qualidade do ar interior, tanto pela possibilidade de controle das variáveis de interferência como, também, para garantir a qualidade dos ambientes aos usuários, especialmente em relação à denominada Síndrome do Edifício Doente.

A Síndrome do Edifício Doente, terminologia descrita pela União Europeia, consiste na ocorrência de sintomas não específicos, que são comuns à população em geral, mas que numa situação temporal pode ser relacionada a um edifício em particular. Diz-se que um edifício está “doente” quando cerca de 20% de seus ocupantes apresentam sintomas transitórios associados ao tempo de permanência em seu interior, que tendem a desaparecer após curtos períodos de afastamento. Em alguns casos, a simples saída do local já é suficiente para que os sintomas desapareçam. As reclamações podem estar localizadas em uma determinada área, ou podem estar disseminadas por todo o edifício (ANDRADE et al., 2002).

Em termos amplos os sintomas da SED podem ser divididos em sintomas das membranas mucosas como irritação dos olhos, nariz e garganta; e pela pele seca e sintomas gerais como dor de cabeça, cansaço, falta de concentração, náuseas, entre outros. Difere de outras síndromes médicas no que se refere ao binômio edifício-trabalhador, ao invés de um estado clínico em um único indivíduo. Tal definição resulta na impossibilidade de avaliação da SED ser usada como um diagnóstico de pessoas individualmente. As queixas mais comuns em avaliações de edifícios são: irritações nos olhos, dor de cabeça e fadiga. Queixas sobre chiados no peito e dificuldade respiratória são menos comuns, mas aparecem com mais frequência em edifícios com sistemas de climatização (BOECHAT, 2009; ONGWANDEE et al., 2011).

É importante destacar que o diagnóstico de SED pode ser bastante controverso, devido à ausência de biomarcadores objetivos relacionando os sintomas observados com a população exposta à poluição do ambiente interno (BOECHAT, 2009). O nível de iluminação natural em um edifício, por exemplo, também é associado com relatórios de dor de cabeça e letargia durante a permanência no local (APTER et al., 1994).

Fatores ambientais e pessoais também estão relacionados com a SED. Entre os ambientais pode-se destacar alteração na temperatura de interiores, baixa ventilação, umidade relativa do ar abaixo ou acima dos níveis recomendados, paredes úmidas, crescimento visível de fungos, exposição ao fumo, exposição a produtos químicos e poeira. Com relação a fatores de risco individuais, a SED pode estar relacionada ao gênero – maior prevalência em mulheres –, doenças pré-existentes, estresse, depressão e poucas horas de sono (BOECHAT, 2009).

A maior parte dos autores consultados considera o problema da SED resultado de uma variedade de fatores e não atribuem a apenas uma ou outra causa. Entretanto há uma correlação positiva entre os sintomas de prevalência da SED e o aumento da concentração de contaminantes aéreos dentro dos edifícios (FRAGA et al., 2008; ONGWANDEE et al, 2011).

A qualidade do ar de interiores é o resultado da infiltração de poluentes provindos de fontes externas ao edifício somado aos poluentes gerados por fontes internas ao mesmo. Desta forma, tipologias arquitetônicas que intensificam as baixas taxas de troca do ar, proximidade com fontes externas de poluentes atmosféricos, e a presença de fontes poluidoras nos ambientes internos – como os oriundos, por exemplo, dos materiais construtivos e das atividades humanas –, contribuem significativamente na concentração final de poluentes internos. De forma geral, têm-se classificado como poluentes do ar interno os seguintes elementos: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂), ozônio (O₃), radônio (Rn), chumbo (Pb), compostos orgânicos voláteis (COV), material particulado (MP) e contaminantes microbiológicos.

Os principais sintomas resultantes de uma má qualidade do ar de interiores são o agravamento de doenças respiratórias, principalmente asma e rinite e o surgimento de sintomas gerais associados à Síndrome do Edifício Doente (BOECHAT, 2009). Por isso, as metodologias normalmente adotadas para a avaliação da

SED utilizam a aplicação de questionários específicos considerando um conjunto de fatores, sendo o de sintomas o mais utilizado (RAW et al., 1995; BOECHAT, 2009).

2. OBJETIVO

O objetivo desse artigo foi correlacionar à concentração de material particulado e os parâmetros meteorológicos do ar interno da Estação Antártica Comandante Ferraz com a prevalência dos sintomas da Síndrome do Edifício Doente nos seus habitantes.

Inicialmente, pretendia-se com os resultados desse estudo identificar eventuais melhorias a serem propostas nas edificações existentes, entretanto, após o incêndio ocorrido na EACF em 2012 (AMORIM, 2012), essa pesquisa contribuiu para o estabelecimento de parâmetros para as novas edificações brasileiras na Antártica.

Destaca-se a existência de uma lacuna no conhecimento sobre este assunto em estações na Antártica, mesmo considerando o caráter de confinamento como fator de possível influência adversa a saúde humana.

3. MÉTODO

A pesquisa foi realizada durante a 30ª Operação Antártica, operacionalizada pela Marinha do Brasil e pela Força Aérea Brasileira no período denominado como verão antártico – quando ocorre a maior ocupação da Estação –, especificamente entre os dias 13 de janeiro a 04 de fevereiro de 2012. Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram estabelecidos a partir de quatro etapas fundamentais:

1. Revisão bibliográfica e documental, especialmente em relação às características específicas da EACF;
2. Medições de material particulado, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, em ambiente interno a EACF;
3. Aplicação de questionário padronizado de avaliação da SED aos habitantes da Estação;
4. Avaliação dos resultados.

3.1. A Estação

A Estação Antártica Comandante Ferraz (LAT 62°05'S; LONG 58°24W) foi fundada em 6 de fevereiro de 1984, sendo inicialmente composta por oito contêineres metálicos, com uma área total de 150m², podendo abrigar até 12 pessoas. Durante os anos seguintes, devido ao crescimento do número de pesquisas, a Base brasileira sofreu diversas reformas e ampliações, descaracterizando a construção por contêineres (ALVAREZ et al., 2007). Até fevereiro de 2012, a EACF contava em seu corpo principal com cerca de 2500 m² e capacidade para 65 pessoas por campanha (Figura 1). Internamente, a Estação possuía diversos ambientes que atendiam a seus usuários, alguns com calefação e outros não. De forma geral, estes ambientes possuíam sistema deficiente para a renovação do ar, e quando possível, as janelas eram os elementos mais utilizadas como mecanismo de controle.



Figura 1 - Vista externa frontal da Estação Antártica Comandante Ferraz em Janeiro de 2012.

3.2. Medições

As medições de material particulado foram realizadas na Sala de Estar (Figura 2) da EACF, ambiente caracterizado por maior permanência e utilização na Estação, por sete dias consecutivos. Entretanto o monitoramento do sábado foi descartado devido a interferências nos resultados providas de uma máquina de fumaça utilizada durante uma confraternização, que interferiram no resultado.

Foi utilizado um equipamento *Optical Laser Aerosol Spectrometer (Dust monitor 1.109, Grimm Technologies, Germany)* com registros minuto por minuto e fluxo constante de ar controlado por uma bomba a 1,2 L/min \pm 5% previamente calibrada. Sensores meteorológicos integrados ao equipamento registraram a temperatura, umidade e velocidade do vento (Figura 2). Os resultados foram comparados com o limite de exposição máxima de partículas em suspensão determinado pelos Padrões Referenciais de Qualidade do Ar interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo brasileiro (ANVISA, 2003).



Figura 2 – À esquerda, Sala de estar da EACF e à direita, equipamento *Optical Laser Aerosol Spectrometer*.

3.3. Questionário

Na avaliação para a SED foi utilizado o questionário sobre percepção da qualidade do ar e do ambiente de trabalho proposto pelo *Royal Society of Health Advisory Groupon Sick Buiding Syndrome*, (RAW et al, 1995) devido ao fato do mesmo já ter sido previamente utilizado com sucesso em estudos de avaliação do ambiente interno (GIODA; AQUINO NETO, 2007). A aplicação dos questionários foi autorizada pela então coordenação do módulo de Gestão Ambiental do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais - INCT-APA, e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Escola de Medicina da Santa Casa de Misericórdia - EMESCAN, em Vitória, ES, sob nº161/2011.

O questionário do *Royal Society* subdivide-se em quatro partes: a) Conforto ambiental, b) Aspectos constitutivos do ambiente, c) Bem-estar pessoal e d) Informações pessoais básicas. Algumas perguntas foram adaptadas considerando o ambiente em análise como sendo o da Estação. Em relação ao conforto do ambiente, por exemplo, o entrevistado é questionado através de 20 perguntas sobre sua percepção acerca das condições térmicas, luminosas, acústicas, qualidade do ar e conforto em geral na Estação no verão e no inverno. As questões sobre os aspectos constitutivos do ambiente englobam o quanto de controle o usuário tem sobre a temperatura, ventilação e iluminação, além da sua apreciação sobre a aparência e a decoração do ambiente. As questões sobre bem-estar pessoal referem-se aos últimos 12 (doze) meses com perguntas sobre sintomas oculares, nasais e gerais. Se a resposta for afirmativa o entrevistado é questionado sobre a frequência dos sintomas – todos os dias, 3 a 4 dias na semana, 1 a 2 dias na semana, a cada 2 a 3 semanas, menos vezes; e se os mesmos melhoram fora do ambiente da Estação. A parte das informações básicas contempla perguntas gerais tais como idade, sexo, hábitos de fumo, local de trabalho dentro ou fora da Estação e tempo de permanência diária no edifício.

Para a avaliação da SED dois índices foram utilizados a partir deste questionário. O primeiro é o *Personal Symptoms Index* – PSI 5, que é calculado através da conjugação das respostas individuais às questões sobre os seguintes sintomas, atribuindo-se 1 ponto a cada resposta afirmativa: olho seco, nariz entupido, garganta seca, cefaléia (dor de cabeça) e letargia (BOECHAT, 2009). O segundo índice é o *Building Symptoms Index 5* – BSI 5, obtido através da média de todos os PSI 5 dos entrevistados do edifício em questão. O BSI pode ser utilizado para avaliar o nível de problemas do edifício. Valores abaixo de 1,5 indicam problemas mínimos associados a doenças relacionadas a edificações, enquanto valores acima de 2,5 determinam a necessidade de ação imediata para melhorar as condições internas do prédio. Resultados entre 1,5 e 2,5 não são conclusivos e devem ser interpretados de acordo com a frequência dos sintomas observados (RAW et al, 1995).

O tempo médio de permanência na EACF é variável, sendo de aproximadamente um ano para o denominado Grupo Base da Marinha, composto pelos responsáveis pela segurança e administração da Estação; 3 (três) a 4 (quatro) meses para a equipe do Arsenal de Marinha, composto pelos responsáveis pela manutenção e obras civis das edificações e equipamentos; e em média de aproximadamente um mês para pesquisadores. Alguns pesquisadores podem, em função das necessidades específicas de sua pesquisa, extrapolar esse período de um mês.

Na maioria dos trabalhos consultados na literatura, o tempo médio para se considerar que os sintomas apresentados pelo indivíduo estão associados ao tempo de permanência em um "edifício doente" é de 12 meses (RIOS, 2009). Entretanto, por se tratar de uma situação peculiar como a EACF e com uma pequena população de habitantes, arbitrou-se como ponto de corte o período de 3 (três) meses, por se tratar de um período que englobaria todos os grupos de indivíduos. Desta forma, todos os habitantes maiores de 18 anos e com tempo médio mínimo de estadia de 3 meses foram convidados a participar do estudo. Informações sobre os objetivos da pesquisa, confidencialidade dos resultados e garantia de privacidade foram fornecidas. Cada participante assinou o termo de consentimento livre e esclarecido e, posteriormente, respondeu aos questionários.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados dessa pesquisa foram divididos em:

1. Análise da média de 24h de concentração de material particulado e dos parâmetros meteorológicos registrados pelas medições internas na Sala de Estar da EACF e comparação com os limites de exposição estabelecidos pela Resolução nº9 (ANVISA, 2003), pertinente à Qualidade do ar de ambientes internos no Brasil.

2. Análise dos resultados do questionário do *Royal Society* (RAW et al, 1995) aplicado com o objetivo de avaliar os aspectos inerentes à Síndrome do Edifício Doente.

4.1. Concentração de Material Particulado e Parâmetros Meteorológicos

A concentração média encontrada nos seis dias de monitoramento para PTS foi de $70,31\mu\text{g}/\text{m}^3$ com mínima de $62,13\mu\text{g}/\text{m}^3$ na quinta-feira e máxima de $88,64\mu\text{g}/\text{m}^3$ na terça-feira. A legislação brasileira acerca da qualidade do ar de interiores (ANVISA, 2003) estabelece um limite máximo de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ para aerossóis totais no ar. Este limite foi ultrapassado apenas na terça-feira, em função de nesse dia ter ocorrido à atividade de limpeza da Estação, realizada em todos os ambientes comuns uma vez por semana pelos seus ocupantes, o que provavelmente suspendeu a poeira do chão e dos móveis.

A Figura 3 apresenta a média de concentração de partículas em quatro faixas de tamanho de diâmetros medidas: PTS – partículas totais em suspensão; MP_1 ; $\text{MP}_{2,5}$; MP_{10} – Material particulado com diâmetro menor do que 1; 2,5 e 10 μm respectivamente.

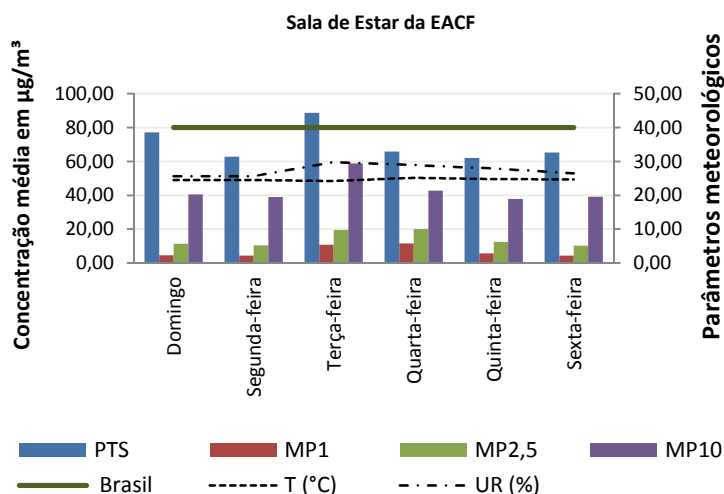


Figura 3 – Concentração de material particulado e parâmetros meteorológicos encontrados na Sala de Estar da EACF.

Percebe-se que em relação à legislação brasileira, a qualidade do ar interno da Sala de Estar da Estação ficou a maior parte do tempo dentro dos limites salubres recomendados. Esse fato ocorre, provavelmente, por tratar-se de uma Estação Antártica, que embora apresente fontes poluidoras internas, se encontra distante das potenciais fontes de poluição do ar dos grandes centros urbanos, praticamente não recebendo contribuições externas.

Um ponto que merece reflexão é que a legislação brasileira pertinente sobre o assunto (ANVISA, 2003) só estabelece parâmetros para PTS, sendo que a faixa de material particulado que é mais prejudicial à saúde humana é a das partículas finas, ou seja, com diâmetro menor do que 2,5 – $\text{MP}_{2,5}$, porque possuem

um tempo de vida suficientemente longo podendo chegar até o sistema respiratório inferior (FRANCK et al., 2011).

Em relação aos parâmetros meteorológicos a Resolução nº9 (ANVISA, 2003) determina que a faixa recomendável de temperatura, nas condições internas, deverá variar de 23 a 26°C e de 20 a 22°C para o verão e inverno brasileiro respectivamente. Em relação à faixa recomendável de operação da umidade relativa do ar, a legislação determina que a faixa seja variável de 40% a 65% e de 35% a 65%, para o verão e inverno brasileiro respectivamente; e o valor máximo recomendável de operação da velocidade do ar, na região de influência da distribuição do ar deve ser menor que 0,25 m/s.

Durante o experimento em questão, a média de temperatura encontrada foi de 24,67°C; a de umidade relativa foi de 27,41%; e a velocidade do vento foi de 0,00 m/s. Embora tenha sido considerado como questionável comparar as condições de conforto recomendadas para interiores de edificações localizadas no Brasil com as edificações antárticas devido às diferenças evidentes do clima, ressalta-se a inexistência de uma legislação específica para o local. Observa-se, no entanto, que a média de temperatura e a velocidade do ar interno da Sala de estar da Estação atenderam a faixa recomendável do Padrão Brasileiro, porém as condições de umidade relativa estão bem abaixo do mínimo estabelecido pela legislação.

4.2. Avaliação do questionário

O percentual de retorno dos questionários foi de 100%, totalizando 28 participantes. Os resultados estão sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1– Características demográficas dos participantes com no mínimo três meses de estadia na EACF.

Caracterização populacional n=28	Tempo de permanência na EACF					
	aprox 3 meses		aprox 11 meses		Total	
	n	%	n	%	n	%
Sexo						
Masculino	16	88,9%	10	100,0%	26	92,9%
Feminino	2	11,1%	0	0,0%	2	7,1%
Idade						
≤ 40 anos	7	38,9%	3	30,0%	10	35,7%
> 40 anos	11	61,1%	7	70,0%	18	64,3%
Ocupação						
Grupo Base Marinha do Brasil	4	22,2%	10	100,0%	14	50,0%
Arsenal de Marinha	11	61,1%	0	0,0%	11	39,3%
Pesquisadores	3	16,7%	0	0,0%	3	10,7%
Local de trabalho						
Interno a Estação	9	50,0%	7	70,0%	16	57,1%
Externo a Estação	3	16,7%	3	30,0%	6	21,4%
Interno e externo a Estação	6	33,3%	0	0,0%	6	21,4%
Horas diárias interno a Estação						
≤ 16 h	3	16,7%	3	30,0%	6	21,4%
> 16 h	15	83,3%	7	70,0%	22	78,6%
Tabagismo ativo						
sim	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
não	18	100,0%	10	100,0%	28	100,0%
Tabagismo passivo						
sim	1	5,6%	5	50,0%	6	21,4%
não	17	94,4%	5	50,0%	22	78,6%

A caracterização demográfica dos habitantes da EACF, resultado da parte de informações básicas do questionário do *Royal Society*, mostra que a população que estava no mínimo há 11 meses (n=10), e de maior interesse no estudo em questão, é composta por homens e 70% destes acima de 40 anos de idade, pois se trata do Grupo Base da Marinha do Brasil. Da população geral (n=28) alguns militares (n=4) integrantes do Grupo Base chegaram posteriormente em relação aos primeiros, juntamente com o grupo do Arsenal de Marinha (n=11) e pesquisadores (n=3), dos quais duas mulheres completavam três meses de permanência na Estação.

Analisando esse grupo que estava há mais tempo no edifício (n=10) composto por militares, 70% deles declararam que suas ocupações diárias são principalmente no interior da Estação. São ocupações como chefia, subchefia, cozinheiro, médico, encarregado de comunicações e outros. Observa-se ainda que 70% desse grupo declarou permanecer por mais de 16 h diárias dentro do edifício no verão, levando-se em conta que no inverno esse período de permanência deve ser ainda maior. Adicionalmente, um número significativo de 83,3% da população com três meses de estadia, declarou permanecer acima de 16 h diárias dentro da Estação, o que justifica para ambos os grupos a importância de se estudar e avaliar a qualidade do ambiente interno de uma edificação antártica.

É interessante notar que nenhum dos entrevistados se declarou fumante, mas 10% do grupo que estava há aproximadamente três meses e 50% do grupo que estava há aproximadamente 11 meses no edifício relataram a presença de tabagismo passivo no ambiente da Estação.

Na análise da parte do questionário em relação à percepção do conforto ambiental pelos usuários da EACF, parâmetros tais como temperatura, movimento do ar, qualidade do ar, luminosidade, barulho, vibração e conforto em geral foram avaliados. Os participantes tiveram que dar uma nota dentro da escala de 1 a 7, sendo que quanto mais próximo de 1 mais confortável seria sua percepção do ambiente dentro de um certo parâmetro e quanto mais próximo de sete mais desconfortável seria sua percepção do ambiente no verão (Tabela 2) e no inverno (Tabela 3). A avaliação do inverno foi feita apenas pelo grupo que permaneceu nessa época na Estação (n=10) e a avaliação do verão foi feita por todos os participantes (n=28).

Tabela 2 – Percepção do conforto ambiental da Estação no verão (escala de 1 a 7 do mais confortável ao mais desconfortável)

Conforto - verão	Média	Mínimo	Máximo	SD	Conforto - verão
Temperatura - confortável	2,92	1	5	1,53	Temperatura - desconfortável
Temperatura - muito quente	3,62	2	5	0,81	Temperatura - muito frio
Temperatura - estável	3,41	1	6	1,37	Temperatura - varia durante o dia
Movimento do Ar - muito parado	3,76	1	6	1,67	Movimento do ar - bastante movimento
Qualidade do Ar - seco	3,18	1	6	1,33	Qualidade do Ar - úmido
Qualidade do Ar - fresco	3,67	1	5	1,14	Qualidade do Ar - abafado
Qualidade do Ar - inodoro	2,59	1	5	1,42	Qualidade do Ar - mau cheiroso
Qualidade do Ar - satisfatório	2,61	1	5	1,29	Qualidade do Ar - insatisfatório
Luminosidade - satisfatório	2,56	1	6	1,61	Luminosidade - insatisfatório
Barulho - satisfatório	2,52	1	4	1,08	Barulho - insatisfatório
Vibração - satisfatório	2,35	1	4	1,13	Vibração - insatisfatório
Conforto em geral - satisfatório	2,77	1	6	1,42	Conforto em geral - insatisfatório

Tabela 3 – Percepção do conforto ambiental da Estação no inverno (escala de 1 a 7 do mais confortável ao mais desconfortável)

Conforto - Inverno	Média	Mínimo	Máximo	SD	Conforto - Inverno
Temperatura - confortável	3,82	2	6	1,47	Temperatura - desconfortável
Temperatura - muito quente	5,11	4	7	1,27	Temperatura - muito frio
Temperatura - estável	3,89	2	6	1,45	Temperatura - varia durante o dia
Movimento do Ar - muito parado	3,64	1	7	1,8	Movimento do ar - alto movimento
Qualidade do Ar - seco	2,9	2	5	0,99	Qualidade do Ar - úmido
Qualidade do Ar - fresco	2,78	1	6	1,56	Qualidade do Ar - abafado
Qualidade do Ar - inodoro	2,63	1	5	1,3	Qualidade do Ar - mau cheiroso
Qualidade do Ar - satisfatório	2,89	1	5	1,83	Qualidade do Ar - insatisfatório
Luminosidade - satisfatório	3	1	6	1,73	Luminosidade - insatisfatório
Barulho - satisfatório	2,18	1	4	0,98	Barulho - insatisfatório
Vibração - satisfatório	1,91	1	3	0,83	Vibração - insatisfatório
Conforto em geral - satisfatório	2,27	1	5	1,19	Conforto em geral - insatisfatório

Os resultados mostram que as maiores notas no verão, representando um maior índice de desconforto, foram de 3,76; 3,67 e 3,62 em relação à percepção do movimento do ar, qualidade do ar e temperatura. Considerando que é uma avaliação dentro de uma escala de 1 a 7, há um relativo equilíbrio da média em

relação aos índices de conforto. No inverno, as maiores notas foram de 5,11; 3,89 e 3,82 em relação à percepção da temperatura, classificadas como muito frio, variável durante o dia e desconfortável respectivamente. Esse resultado mostra um grau de insatisfação em relação ao sistema de aquecimento da edificação principalmente nessa época do ano. O parâmetro com maior índice de satisfação foi em relação à vibração, com nota de 2,35 e 1,91 no verão e no inverno respectivamente, lembrando que os motores dos geradores provocavam ruído intermitente e alguma vibração na edificação, assim como os fortes ventos, frequente especialmente no verão.

Ainda dentro da parte de avaliação do Conforto do ambiente, a pergunta “O que poderia melhorar?” foi respondida por 11 dos 28 participantes (Tabela 4). Foram dadas sugestões em relação ao espaço e aproveitamento dos ambientes; separação da área de incineração do lixo do corpo principal da Estação e melhorias no sistema de aquecimento. Este último apareceu em 4 das 11 sugestões dadas, o que comprova que o parâmetro de conforto térmico não é totalmente satisfatório na percepção do usuário da EACF.

Tabela 4– Respostas em relação à pergunta “O que poderia melhorar?” do conteúdo referente ao Conforto do Ambiente. Em destaque as respostas acerca do sistema de aquecimento.

Conforto do Ambiente - O que poderia melhorar?	n	%
Não respondeu	16	57,1
Adquirir novos sistemas de aquecimento e refazer todo sistema de água e esgoto	1	3,6
Climatizar	1	3,6
Falta espaço interno para guardar material	1	3,6
Ferramentas de trabalho mais adequadas	1	3,6
Instalar o incinerador afastado da EACF, bem como separar as partes das máquinas com as partes vitais	1	3,6
Mais compartimentos para armazenamento de material	1	3,6
Melhor aproveitamento do ambiente	1	
Não há o que melhorar	1	3,6
Possuir aquecimento em todas as áreas de trabalho	1	3,6
Separar as oficinas por especificidades profissionais	1	3,6
Total	28	100

Com relação aos sintomas compatíveis com a SED nos últimos 12 meses no grupo de habitantes que está a mais tempo na EACF (n=10), 70% relataram sintomas de secura, coceira ou irritação na pele (n=7), 70% dor de cabeça (n=7) e 60% nariz escorrendo (n=6) em aproximadamente 11 meses de permanência na Estação. Não houve relato de sibilos ou sensação de aperto no peito na população estudada (Figura 4).



Figura 4 – Principais sintomas relatados no questionário pelos habitantes da EACF em aproximadamente 11 meses de permanência na Estação.

Quando indagados se há melhora desses sintomas após a saída do edifício, 25% (n=1) dos que responderam secura nos olhos, 17% (n=1) dos que responderam nariz escorrendo e 20% (n=1) dos que responderam letargia e cansaço assinalaram positivamente. Nenhum dos participantes relatou melhora ao sair do edifício para os outros sintomas.

A frequência destes sintomas também foi registrada pelos habitantes. Dos participantes que declararam *secura*, coceira ou irritação na pele, 42,85% (n=3) registraram o surgimento a cada 2-3 semanas. Dos que declararam dor de cabeça, 57,14% (n=4) assinalaram que a frequência foi de menos vezes ainda. A frequência mais constante foram a dos sintomas de nariz escorrendo, letargia e nariz entupido com registro de aparecimento de 1 a 2 dias na semana por 20% dos participantes que declaram positivamente a esses sintomas.

No cálculo dos índices, o somatório de todos os sintomas de avaliação do *Personal Symptoms Index 5* – PSI 5, foi igual a 24 pontos, o que resulta, considerando a população há aproximadamente 11 meses de permanência na Estação (n=10), um índice de *Buiding Symptoms Index 5* - BSI 5 igual a 2,4. Resultados entre 1,5 e 2,5 são classificados como não conclusivos (RAW et al, 1995).

5. CONCLUSÕES

O monitoramento da qualidade do ar através da medição do material particulado na Sala de Estar da Estação Antártica Comandante Ferraz demonstra que, na maior parte dos dias analisados, o ambiente esteve dentro dos limites salubres recomendados pela Norma Brasileira de Qualidade do ar em ambientes internos climatizados (ANVISA, 2003), considerando apenas a avaliação desse tipo de contaminante. Isso provavelmente por se tratar de uma Estação Antártica, que embora apresente fontes de contaminação interna, se encontra distante das potenciais fontes de poluição do ar dos grandes centros urbanos.

Comparando os resultados das medições dos parâmetros meteorológicos na Antártica com os parâmetros de conforto ambiental brasileiro, mesmo considerando que a comparação esta sendo feita com duas realidades climáticas diferentes, observou-se que a umidade relativa do ar na Sala de Estar da Estação é muito abaixo do recomendado. A baixa umidade relativa (entre 20 e 30%) merece estado de atenção, pois pode ocasionar complicações alérgicas e respiratórias devido ao ressecamento de mucosas, sangramento pelo nariz; ressecamento da pele e irritação dos olhos, principalmente quando associada a uma baixa qualidade do ar (WOLKOFF; KJÆRGAARD, 2007). Os dados obtidos serviram de alerta em relação ao sistema de calefação adotado e à liberdade do usuário no controle da temperatura da Estação.

Os resultados do questionário do *Royal Society* revelam que há um grau médio de satisfação em relação ao conforto ambiental da Estação, sendo que as principais queixas foram em relação ao sistema de aquecimento e, conseqüentemente, da climatização do edifício, principalmente durante o inverno. Embora não constasse nesse questionário específico, reclamações semelhantes já haviam sido identificadas por Fanticle e Alvarez (2011), especialmente no que se refere à diferença de temperatura em um mesmo ambiente, sendo encontrados até 9°C de diferença entre a temperatura medida a 30 cm do piso e próximo ao teto.

Secura, coceira ou irritação na pele; dor de cabeça e nariz escorrendo aparecem como principais sintomas no presente estudo. Resultados semelhantes também foram descritos por outros pesquisadores (BOECHAT, 2009) embora as manifestações cutâneas sejam raramente consideradas como queixas significativas de SED. É interessante destacar que pesquisas anteriores na EACF identificaram a ocorrência de reações cutâneas em função do sabão em pó utilizado na lavagem das roupas (FANTICELE, 2011).

As reclamações mais comuns em edifícios com ventilação mecânica são letargia ou cansaço, irritação das mucosas e dor de cabeça (APTER,1994; ONGWANDEE et al., 2011) sintomas também encontrados com alguma significância nos resultados desse trabalho. Já a baixa prevalência de sibilos e sensação de aperto no peito observados na população analisada é semelhante à baixa prevalência desses sintomas encontrados na literatura na avaliação de edifícios (APTER, 1994; BOECHAT, 2009).

Embora fossem observados nos usuários sintomas compatíveis encontrados em edifícios doentes, esses resultados não são conclusivos, não sendo possível relacionar diretamente esses sintomas aos resultados da qualidade do ar. Isso pode estar associado ao fato do pequeno número da população analisada, diminuindo o poder estatístico da análise na detecção de efeitos de pequena monta.

O baixo índice de melhora dos sintomas ao sair da edificação também pode significar que não há uma relação destes com a qualidade do ar interno. Além disso, outros fatores – e em particular no caso da Estação, o clima extremo e o stress do confinamento – podem influenciar na presença de alguns sintomas relatados em interiores, como por exemplo, letargia ou cansaço e dor de cabeça, que são associados também à elevada carga de trabalho e preocupações emocionais (BOECHAT, 2009).

Um aspecto adicional que deve ser levado em consideração refere-se à condição de saúde dos usuários de uma edificação antártica. Observa-se que o Programa Antártico Brasileiro exige que os integrantes de uma expedição realizem um detalhado *check up*, podendo-se inferir que os usuários da EACF, em geral, gozam de excelente condição de saúde.

Os resultados revelam que a população que permanece por quase um ano na Estação é composta basicamente por militares, predominantemente acima dos 40 anos, do sexo masculino e que indicou ficar mais de 16h por dia dentro do edifício principal da Estação, o que reforça a importância da aplicação desse trabalho. Destaca-se, ainda, que a produção de resultados colabora para o incremento de estudos na área e, eventualmente, o desenvolvimento de parâmetros específicos para a região.

Considerando que as novas edificações brasileiras na Antártica estão em processo de construção, espera-se dar sequência a esse trabalho através do monitoramento continuado das novas edificações que, inclusive, foram projetadas a partir de critérios estabelecidos pelos resultados desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, C. E. de; CASAGRANDE, B.; SOARES, G. R. Resultados alcançados com a implementação do plano diretor da Estação Antártica Comandante Ferraz - EACF. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2007, Campo Grande, MS. **Anais... ANTAC**, 2007.
- AMORIM, C. Incêndio na estação brasileira na Antártica deixa dois mortos. **O globo**, Brasília, 25 de fevereiro de 2012. Entrevista concedida ao O Globo pelo Ministro da Defesa Celso Amorim.
- ANDRADE, M. V. A. S. de; PINHEIRO, H. L. C.; PEREIRA, P. A. de P.; ANDRADE, J. B. de. Compostos carbonílicos atmosféricos: fontes, reatividade, níveis de concentração e efeitos toxicológicos. **Química Nova**, v.25, n.6B, p.1117-1131, 2002.
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Resolução nº 9**, de 16 de janeiro de 2003. Diário Oficial da União, Brasília, 20 janeiro. 2003.
- APTER, A.; BRACKER, A.; HODGSON, M.; SIDMAN, J.; LEUNG, W. Epidemiology of the sick building syndrome. **J Allergy Clin Immunol**, v. 94, n.2, 1994.
- BOECHAT, J. L. J. **Presença de endotoxinas, fungos e ácaros em prédios de escritórios no Rio de Janeiro e sua influência na prevalência dos sintomas de asma, rinite, atopia e Síndrome do Edifício Doente**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.
- CROOK, B.; BURTON N. C. Indoor moulds, sick building syndrome and buiding related illness. **Fungal Biology Reviews**, n.24, p. 106-113, 2010.
- FANTICELE, F. B. **Avaliação do conforto térmico na Estação Antártica Comandante Ferraz**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFES, Vitória, 2011.
- FANTICELE, F. B.; ALVAREZ, C. E. de. Resultados iniciais da avaliação de conforto térmico da Estação Antártica Comandante Ferraz (Brasil) In: XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2011, Búzios, RJ. **Anais do Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano de Conforto**. ANTAC, 2011. p.810 - 819
- FRAGA, S.; RAMOS, E.; MARTINS, A.; SAMÚDIO, M. J.; SILVA, G.; GUEDES, J.; FERNANDES, E. O.; BARROS, H. Qualidade do ar interior e sintomas respiratórios em escolas do Porto. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v.XIV, n.4, p. 487-506, 2008.
- FRANCK, U.; HERBARTH, O.; RÖDER, S.; SCHLINK, U.; BORTE, M.; DIEZ, U.; KRÄMER, U.; LEHMANN, I. Respiratory effectso f indoor particles in young children are size dependent. **Science of the Total Environment**, n.409, p.1621-1631, 2011.
- GIODA, A.; AQUINO NETO F. R. de. Prevalence of symptoms associated with elevated total voltaic organic compounds levels in workers at a printing. **Indoor and Built Environment**, n.16, p. 371-375, 2007.
- ONGWANDEE, M.; MOONRINTA, R.; PANYAMETHEEKUL, S.; TANGBANLUEKAL, C.; MORRISON, G. Investigation of volatile organic compounds in office buidings in Bangkok, Thailand: concentrations, sources, and occupant symptoms. **Building and Environment**, n. 46, p. 1512-1522, 2011.
- RAW G.J., WHITEHEAD, C., ROBERTSON, A.S. et al. A questionnaire for studies of sick building syndrome. A report to The Royal Society of Health Advisory Group on sick building syndrome. **Building Research Establishment Report**. 1ª ed. London: Construction Research Communications, p 1-9, 1995.
- RIOS, J.L. **Rinite, asma e Síndrome do Edifício Doente entre os trabalhadores de prédios de escritórios: relação com poluentes químicos e agentes atmosféricos**. Tese de Doutorado, UFRJ, 2009.
- TANG, C.; CHANG, L.; LEE, H.; CHAN C..Effects of personal particulate matter on peak expiratory flow rate of asthmatic children. **Science of the Total Environment**, n.382, p.43-51, 2007.
- VIEIRA, S. E.; STEIN, R. T.; FERRARO, A. A.; PASTRO, L. D.; PEDRO, S. S. C.; LEMOS, M.; SILVA, E. R.; SLY, P. D.; SALDIVA, P. H. Urbana ir pollutants are significant risk factors for asthma and pneumonia in children: the influence of location on the measurement of pollutants. **Archivos de bronconeumologia**. 2012.
- WOLKOFF, P.; KJÆRGAARD S. K. The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. **Environment International**, n.33, p. 850-857, 2007.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártica de Pesquisas Ambientais - INCT-APA; ao Programa Antártico Brasileiro - PROANTAR; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq; e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo suporte financeiro. À Marinha do Brasil e a Força Aérea Brasileira - FAB pelo apoio logístico e aos colegas de Estação em especial aqueles que contribuíram diretamente para a conclusão dessa pesquisa.