

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

Sylvia Katherine de Medeiros Moura – sylviakatherine1995@gmail.com
Antonio Calmon de Araújo Marinho – Antonio.Marinho@ebserh.gov.br
Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), www.ebserh.gov.br
Wagner Amadeus Galvão de Souza – amadeusgalvao@gmail.com
Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), www.cbtu.gov.br
Angelo Roncalli Oliveira Guerra – aroncalli@uol.com.br
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, www.dem.ufrn.br

F2 - Qualidade Ambiental Interna

Resumo. As pesquisas sobre a qualidade do ar de interiores (QAI) tornaram-se relevantes na década de 70, após as primeiras reclamações de usuários quanto a qualidade do ar em ambientes fechados, denominado de Síndrome do Edifício Doente (SED), o movimento mundial de conservação e economia de energia, que aconteceu na mesma década, contribuiu de forma significativa para as problemáticas referentes à QAI. Os equipamentos de ar condicionado estão cada vez mais presentes nos ambientes a fim de garantir o conforto térmico, no entanto, o sistema de climatização ao mesmo tempo em que mantém uma temperatura confortável deve manter a qualidade do ar atendendo as condições de segurança. Em um ambiente hospitalar, a qualidade do ar é mais crítica em consequência do estado de baixa imunidade de alguns pacientes. Diante disso, notou-se a necessidade de avaliar a qualidade do ar interno (QAI) da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) de um Hospital de Médio Porte, localizado na cidade de Natal no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, através da coleta de parâmetros físicos como (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar) e das concentrações de dióxido de carbono. A metodologia adotada para os procedimentos de avaliação foi a recomendada pelas legislações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Tomando como referência a norma NBR 7256, sugere-se mudanças no projeto de climatização do ambiente do estudo de caso, que encontra-se inadequado, com a finalidade de melhorar a qualidade do ar interno.

Palavras-chave: Qualidade do ar interno, UTI, infecção hospitalar, climatização.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre a qualidade do ar de interiores (QAI) tornaram-se relevantes na década de 70, após as primeiras reclamações de usuários quanto a qualidade do ar em ambientes internos, denominado de Síndrome do Edifício Doente (SED), o movimento mundial de conservação e economia de energia, que aconteceu na mesma década, contribuiu de forma significativa para as problemáticas referentes à QAI. No Brasil, essas pesquisas se desenvolveram na década de 90. (Brickus e Aquino Neto, 1999).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a “síndrome do edifício doente” descreve uma condição médica em que os ocupantes de um determinado edifício sofrem de sintoma de doenças ou se sentem mal sem haver motivos para isto.

Poluentes como monóxido de carbono, dióxido de carbono, amônia, óxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, nicotina, compostos orgânicos voláteis (COVs), material particulado, estão diretamente relacionados ao deterioramento da qualidade do ar nos ambientes climatizados, comprometendo as atividades ocupacionais do ser humano e causando os sintomas mais comuns de SED como irritação e obstrução nasal, desidratação e irritação da pele, irritação e secura na garganta e nas membranas dos olhos, dor de cabeça, cansaço generalizado levando à perda de concentração. Além desses fatores biológicos, alguns fatores físicos, como umidade relativa, barulho e luz também podem agravar os sintomas de SED. O sistema de ventilação é a segunda maior fonte dessa síndrome (Giorda e Neto, 2003).

Segundo a portaria nº 3.523 do Ministério da Saúde (Brasil, 1998), o conceito de climatização é definido como “O conjunto de processos empregados para se obter por meio de equipamentos em recintos fechados, condições específicas de conforto e boa qualidade do ar, adequadas ao bem-estar dos ocupantes.”

O desenvolvimento, forma de dispersão e diluição dos microrganismos no ar estão ligados a fatores físicos como temperatura, umidade, taxa de circulação e renovação de ar (Quadros et al, 2008). Portanto, Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) necessitam de um sistema de climatização bem projetado e de um cronograma de procedimentos adequado a cada tipo de ambiente obedecendo a norma ABNT NBR 7256.

Estas medidas são importantes para que a qualidade do ar no ambiente interno esteja em boas condições, evitando prejudicar a saúde e recuperação dos pacientes, como também dos funcionários.

Diante da importância da QAI, surge a necessidade de conhecer as condições internas da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e avaliar se estão de acordo com os regulamentos e legislação vigentes através da concentração de dióxido de carbono (CO₂), da temperatura e da umidade relativa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Sobre o hospital

O Hospital, fica localizado na cidade de Natal no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. É um hospital de médio porte, que atende pacientes de alta complexidade provenientes do Sistema Único de Saúde (SUS) e provê atendimentos cirúrgicos nas áreas de Oncologia, Cardiologia, urologia, oftalmologia, neurologia, cirurgia geral, aparelho digestivo, cabeça e pescoço, medicina diagnóstica por imagem, além de tratamentos clínicos em diversas modalidades.

2.2 Descrição dos ambientes analisados e determinação dos parâmetros físicos e concentração de gás carbônico (CO₂)

O estudo de caso foi realizado em 02 ambientes da unidade de terapia intensiva adulto (UTI - adulto): UTI geral 01 (ambiente com 04 leitos, destinado a pacientes com características clínicas semelhantes) e UTI cardíaca (ambiente com 04 leitos, destinado a pacientes provenientes de cirurgia cardíaca). A coleta dos dados foram realizados em dois dias consecutivos. Ambos ambientes possuem renovadores de ar externo, e o nível de filtragem utilizadas é a G4.

O leito geral 01 possui uma área de aproximadamente 51,55 m², climatizado por um sistema dutado de 36000 Btu/h, marca Carrier, com vazão máxima de 1500 m³/h e um split piso-teto Eletrolux de 36000 Btu/h alocado como reserva técnica. O ventilador de ar externo deste ambiente é do tipo “in line”, modelo APC-80, com vazão nominal de 84 m³/h, insuflando ar *in natura* diretamente na caixa de retorno do aparelho dutado. Através da Fig. 1 podemos analisar os pontos de coleta dos dados indicados no layout do leito geral 01.

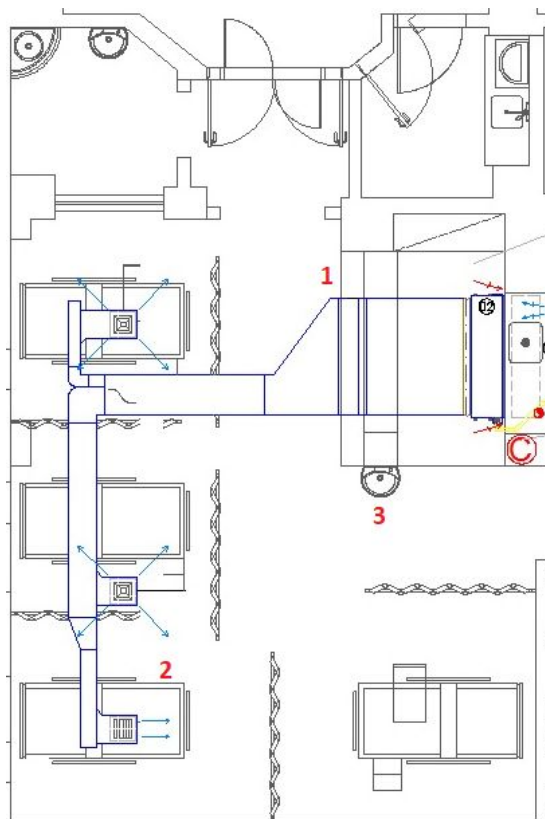


Figura 1. Layout do Leito Geral 01.

O leito pós operatório de cirurgia cardíaca, possui uma área de aproximadamente 45 m² climatizado por um sistema dutado de 36000 Btu/h, marca Carrier, com vazão máxima de 1500 m³/h e um split piso-teto Eletrolux de 36000 Btu/h alocado como reserva técnica. O ventilador de ar externo deste ambiente é do tipo “in line”, modelo Maxx-100, com vazão nominal variando entre 120 e 167 m³/h, insuflando ar filtrado em sentido oposto a onde fica localizado os equipamentos de refrigeração. O layout do leito pós operatório de cirurgia cardíaca pode ser analisado na Fig. 2.

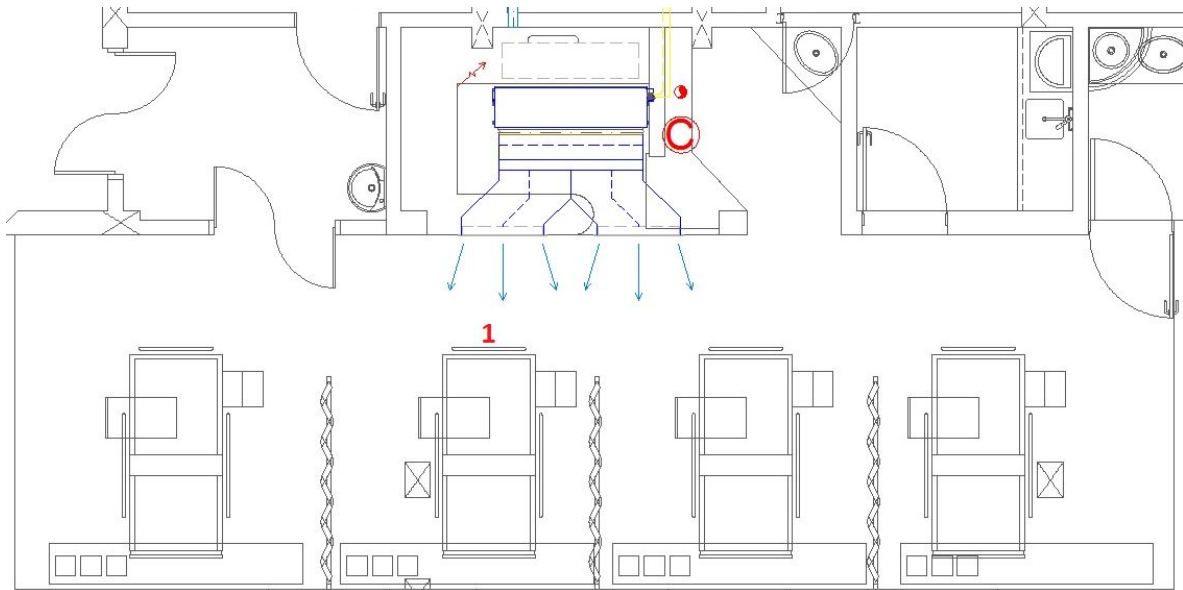


Figura 2. Layout do Leito Pós Operatório de Cirurgia Cardíaca.

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros físicos (temperatura e umidade relativa) da concentração de CO₂ foi a recomendada pela Resolução no 09, de 16 de janeiro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Foi utilizado um medidor digital portátil modelo AZ-77535, da marca Instrutherm, devidamente calibrado, que verifica o nível de temperatura, umidade e concentração de CO₂ simultaneamente através do raio infravermelho não dispersivo, possibilitando a leitura direta com as seguintes faixas de operação e resolução:

- Concentração de Dióxido de Carbono: (0 a 10.000 ppm \pm 2 ppm);
- Umidade Relativa: (0% a 95% UR \pm 0,1% UR);
- Temperatura: (-10 °C a 60 °C \pm 0,1 °C).

Foram adotadas três localizações para realização das medições dos parâmetros no leito geral. No primeiro dia, o ambiente continha 9 pessoas (03 pacientes e 06 pessoas da equipe médica e de pesquisa) e o termostato estava com set point de 24°C, já no segundo dia o termostato estava com set point de 21°C e havia 7 pessoas (03 pacientes e 04 pessoas da equipe médica e de pesquisa) no local.

Como o leito pós operatório de cirurgia cardíaca possui um área bem menor, a medição foi realizada em uma única localização da sala. Em ambos os dias, o termostato estava ajustado em 24°C. Havia no primeiro e no segundo dia, 13 (04 pacientes e 09 pessoas da equipe médica e de pesquisa) e 6 pessoas (03 pacientes e 03 pessoas da equipe médica e pesquisa), respectivamente.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da temperatura, umidade relativa e concentração de gás carbônico.

Para a avaliação dos parâmetros físicos, foi tomado como referência a norma ABNT NBR-7256:2005 que estipula requisitos necessários para projeto e execução das instalações de tratamento de ar em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS).

Segundo a resolução RE nº 9, da ANVISA (Brasil, 2003), a concentração desse gás no ambiente é definido como indicador das taxas de renovação, e portanto, não deve ultrapassar 1000 ppm para não causar desconforto e mal-estar. Por ser um asfixiante, o CO₂ pode causar algumas irritações no sistema respiratório. Quando em concentrações altas, acima de 30.000 ppm, o CO₂ provoca dores de cabeça, tontura e náuseas. (Jones, 1999).

Para quarto ou área coletiva da Unidade de Terapia Intensiva os valores prescritos, pela norma brasileira, para a temperatura é entre 21 e 24 °C, para a umidade relativa é de 40% a 60% e a filtragem mínima requerida é G3 + F7.

Nos dias em que ocorreram as medições, as condições externas de temperatura, umidade relativa e concentração de CO₂ estão indicadas na Tab. 1 abaixo:

Tabela 1. Condições Externas.

Data	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Concentração de CO ₂ (ppm)
16/05	25,7	92,9	591
17/05	25,5	83,3	615

Leito pós operatório de cirurgia cardíaca. Em ambos os dias, a temperatura apresentou uma conformidade com os valores especificados pela norma, Tab. 2, ao contrário da umidade relativa em que verificou-se uma discrepância acentuada devido à baixa capacidade de desumidificação da máquina. Analisando a mesma tabela, evidencia-se que em ambos os dias a diferença de concentração de CO₂ do ambiente externo para o interno em ppm ultrapassou o valor máximo permitido pela resolução da ANVISA, isto indica que a renovação do ar existente no ambiente tem sido ineficiente para o uso, visto que a alta concentração desse gás é um indicador de baixa renovação do ar.

Tabela 2. Condições Internas do Leito Pós Operatório de Cirurgia Cardíaca.

Data	Set Point (°C)	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Concentração de CO ₂ (ppm)	Nº de pessoas
16/05	24	23,2	85	2504	13
17/05	24	23,2	93,8	2348	6

Leito geral. Assim como no ambiente anterior, a temperatura variou dentro do intervalo estabelecido pela NBR 7256, Fig. 1, houve uma queda de temperatura no segundo dia devido o set point ter sido ajustado em 3º a menos. A variação de temperatura entre os pontos pode ter ocorrido devido a concentração de pessoas.

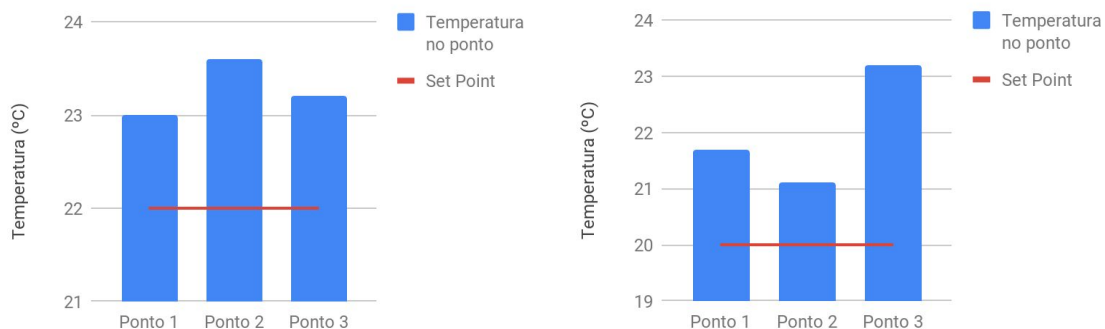


Figura 1. Temperatura do Leito Geral nos Dias 16 e 17, Respectivamente.

No primeiro dia, a porcentagem da umidade relativa apresentou-se crítica, numa faixa de 80% a 90%. Já no segundo dia, essa porcentagem sofreu uma diminuição significativa, no entanto, com valores ainda fora do padrão normativo no ponto 2 (posto de enfermagem), local de maior concentração de pessoas. A diminuição da umidade relativa interna, pode ser atribuída ao ajuste realizado no termostato no dia anterior (21 °C), pois quando ajustado para 23 °C, o ambiente interno trabalhava com uma temperatura próxima a do exterior (25,7 °C), mantendo o compressor do equipamento desligado durante a maior parte do tempo, apesar de manter o constante insuflamento de ar exterior com alta umidade relativa (UR 92,7%).



Figura 2. Umidade relativa do leito geral.

Examinando a Fig.3, constata-se que no primeiro dia a concentração de CO₂ variou entre 1233 e 1300 ppm, e no segundo dia apresentou um crescimento de aproximadamente 400 ppm. A diferença de duas pessoas a menos no local no segundo dia, como também o abrir e fechar de portas pode ter influenciado para a diminuição da concentração deste gás. Comparando a concentração de CO₂ do leito com a do ar externo, verificou-se uma concentração acima de 1000 ppm apenas no segundo dia.

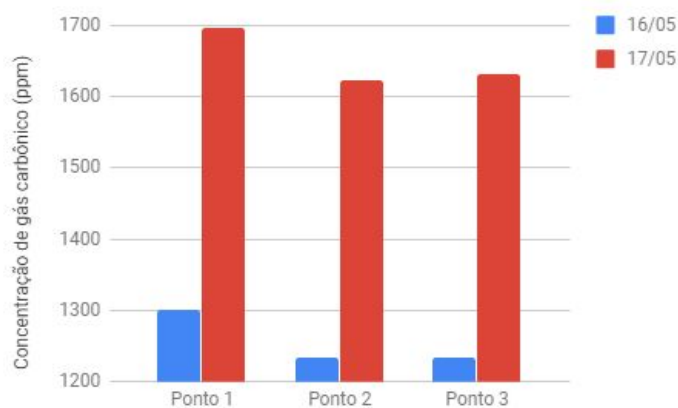


Figura 3. Concentração de CO₂ no Leito Geral.

3.2 Proposta de melhoria no sistema de climatização

Para reduzir a concentração de gás carbônico, deve haver uma vazão mínima efetiva de renovação de ar de 325,5 m³/h para o leito geral 01 e 282,97 m³/h para o leito pós operatório de cirurgia cardíaca, essa renovação implica num aumento de carga térmica, respectivamente de 11.995,9 BTU/h e 10.428,51 BTU/h. A descarga do insuflamento (de ar externo) da unidade de pós operatório cardíaco deve ser deslocada para um ponto próximo da caixa de mistura do equipamento dutado.

A carga térmica obtida para o leito geral 01 e para o leito pós operatório de cirurgia cardíaca, respectivamente, foi de 41.365 BTU/h e 39.852 BTU/h, analisando os valores de vazão mínima necessária, taxa de desumidificação e carga térmica para os ambientes, sugere-se um equipamento, com vazão média de 1.600m³/h, remoção de umidade maior ou igual a 5,5 L/h e capacidade térmica de 48.000BTU/h, atendendo as necessidades dos ambientes.

Embora resulte em um maior gasto energético, para não haver necessidade de substituição das unidades evaporadoras existentes, sugere-se que a unidade piso-teto (36.000 BTU/h), alocada como reserva técnica dos ambientes, seja ligada em paralelo a unidade dutada (36.000 BTU/h) para auxiliar na desumidificação do ambiente. Para atingir a classe de filtragem requerida pela norma, os insufladores de ar externo devem ser dotados de filtros classe G3+F7.

Deve-se realizar um trabalho de conscientização, junto aos usuários (equipe médica / enfermagem), sobre a importância da manutenção do termostato dos ambientes ajustados para o limite mínimo da faixa de conforto

térmico (21 °C), pois principalmente em dias chuvosos (como ocorrido durante a coleta dos parâmetros deste trabalho), a temperatura de set point pode ficar muito próxima da temperatura externa, inibindo o acionamento do circuito frigorífico do equipamento, impossibilitando a desumidificação do ambiente.

4. CONCLUSÃO

Diante das análises realizadas neste estudo de caso, constatou-se que os equipamentos de ar condicionado estão atendendo a carga térmica dos leitos já que a temperatura apresentou-se conforme a NBR 7256. É importante manter o conforto térmico visto que é um fator influenciador na produtividade dos profissionais da área como também auxilia no tratamento e terapia de patologia dos pacientes. (Basto, 2005).

Apesar das condições térmicas terem sido atendidas, verifica-se através dos dados que o sistema de climatização tem sido insuficiente quanto a renovação e desumidificação do ar. As condições causadas pela alta umidade e baixa ventilação são fatores influenciadores para o aumento das amostras de ácaros e desenvolvimento de fungos em superfícies úmidas; além disso, a umidade é um agente prejudicial a pessoas com problemas respiratórios. Vale ressaltar que, além de Natal ser uma cidade com uma umidade relativa alta, o hospital localiza-se próximo a praia causando condições de alta umidade.

Desta forma, é importante controlar estes parâmetros de qualidade do ar interno de forma severa através de um projeto de climatização adequado e com as devidas manutenções preventivas de acordo com as condições de operacionalidade, visto que a unidade de terapia intensiva atende pessoas com baixa imunidade em fase de recuperação.

AUTORIZAÇÕES / RECONHECIMENTO

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

5 REFERÊNCIAS

- ABNT. 2005. NBR 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS). Requisitos para projeto e execução das instalações. 22 p.
- Basto, José Edson. 2005. Requisitos para Garantia da Qualidade do Ar em Ambientes Climatizados: Enfoque em Ambientes Hospitalares. 110 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho - Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Brasil. Ministério da Saúde. 1998. Portaria nº 3523, 28 ago 1998. Diário Oficial da União, Brasília, 31/08/1998. Seção 1;40-42.
- Brasil. Ministério da Saúde. 2003. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 9.
- Brickus, L. S. R. e F. R, Aquino Neto. 1999. A qualidade do ar de interiores e a química. Química Nova, 22:65-74.
- Jones, A.P. 1999. Atmos. Environ. 33:4535-4564.
- Quadros, M. E. 2008. Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos. 135 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental - Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FORMAT INSTRUCTIONS FOR PAPERS SUBMITTED TO MERCOFRIO 2018

Abstract. *Researches on indoor air quality (IAQ) became more relevant in the 70', after the first complaints of users about the indoor air quality, called Sick Building Syndrome (SBS), the world movement of conservation and energy saving, which occurred in the same decade, contributed significantly to the issues of IAQ. Air conditioning equipments are increasingly present in environments in order to guarantee the thermal comfort, however, these systems while maintaining the thermal comfort must maintain the air quality taking into account the safety conditions. In a hospital, air quality is more critical due to the low immunity status of some patients. Considering this, it was necessary to evaluate the internal air quality (IAQ) of the Intensive Care Unit (ICU) of a Medium-sized Hospital, located in the city of Natal in the state of Rio Grande do Norte, Brazil, through the collection of physical parameters such as (temperature, relative humidity and air blowing speed) and the concentrations of carbon dioxide. The methodology used for this work was the one recommended by the Brazilian Health Regulatory Agency (ANVISA). Taking as reference the standard NBR 7256, it is suggested changes in the air-conditioning Project of the environment, which is inadequate, with the purpose of improving the indoor air quality.*

Key words: *Indoor air quality, ICU, hospital infection, air conditioning.*