XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA VENTILAÇÃO NATURAL EM AMBIENTE DE INTERNAÇÃO HOSPITALAR EM MACEIÓ/AL

Alexandre H. P. Silva (1); Fernando A. M. S. Cavalcanti (2); Érico A. de Oliveira (2); Juliana O. Batista (4)

(1) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado, aalexandrearq@gmail.com

(2) Dr., Professor Adjunto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, fernando.antonio@fau.ufal.br

(3) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado, ericoalbuquerqueo@gmail.com

(4) Drª, Professora Adjunta da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, juliana.batista@fau.ufal.br

Universidade Federal de Alagoas, Cidade Universitária, Tabuleiro dos Martins, Maceió/AL. Caixa Postal: 570729-70, Tel.: (82) 3214-1309

RESUMO

A utilização de estratégias passivas visando o conforto térmico dos usuários, principalmente no ambiente hospitalar, em que estas questões merecem maior atenção, é de suma importância, explorando os condicionantes naturais com tecnologias que ajudem a economizar energia propondo ambientes mais agradáveis através da ventilação natural. O objetivo deste trabalho é observar o comportamento do fluxo de ar numa enfermaria do setor de pediatria do Hospital Universitário de Alagoas professor Alberto Antunes, comparando com os parâmetros de conforto ambiental pela ASHRAE 55/2013, método adaptativo. Foram realizadas seis medições da velocidade do ar e temperatura ao longo de três horas de permanência no ambiente, sendo realizadas medições a cada trinta minutos. Em todas as medições houve ventilação com velocidade superior a 0,3 m/s, influenciando de forma positiva na sensação térmica dos usuários em todos os pontos e horários medidos, com maior incidência de ventilação nos leitos próximos às janelas. A velocidade do ar, num ambiente localizado no terceiro andar, orientado a Leste, contribuiu para colocar quatro dos seis pontos dentro da faixa de aceitabilidade da Norma, e que pelos brises verticais instalados externamente às aberturas estarem com seu sistema de regulagem de direcionamento danificados, interferem numa melhor distribuição dos fluxos de ar.

Palavras-chave: ventilação natural, ambiente hospitalar, velocidade do ar.

ABSTRACT

The use of passive strategies aimed at the thermal comfort of users, especially in the hospital environment, where these issues deserve more attention, is of paramount importance, exploring the natural conditions with technologies that help to save energy by proposing more pleasant environments through natural ventilation. The objective of this study is to observe the behavior of the airflow in a pediatrics ward of the University Hospital of Alagoas professor Alberto Antunes, comparing with the parameters of environmental comfort by the ASHRAE 55/2013, adaptive method. Six measurements of the air velocity and temperature were carried out during three hours of permanence in the environment, being measured every thirty minutes. In all measurements, there was ventilation with velocity greater than 0.3 m / s, positively influencing the users' thermal sensation at all points and times measured, with a higher incidence of ventilation in the beds near the windows. The air velocity in an environment located on the third floor, orientated to the East, contributed to place four of the six points within the range of acceptability of the Standard, and that by the vertical brises installed outside the openings are with their steering regulation system damaged, interfere in a better distribution of the air flows.

Keywords: natural ventilation, hospital environment, air speed.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de conceitos e estratégias considerando o clima local onde um edifício será construído pode influenciar significativamente no desempenho e conforto térmico do mesmo e seus usuários. Isso interfere nos próprios custos com operação e manutenção, uma vez que para promover o conforto que o usuário necessite em casos de uma edificação não adaptada ao clima, haverá maior custo em energia para se chegar aos índices ideais de conforto térmico. Nas últimas décadas, tem-se percebido uma busca por meios mais sustentáveis de diminuir o consumo de energia elétrica e água também, nos ambientes hospitalares, e de transformá-los em locais mais saudáveis e eficientes. Os hospitais são locais que demandam mais atenção no que tange o consumo de energia elétrica, por funcionarem 24h por dia, e sobretudo à saúde, ao conforto e ao bem estar dos usuários, pois se os usuários não estiverem em um ambiente onde o conforto ambiental não se faça presente em suas variáreis (térmico, acústico, lumínico, ergonômico), este período de permanência tende a ser ainda mais desgastante. Assim, conceitos para uma arquitetura bioclimática em áreas não críticas vêm sendo consideradas e adotados em novos projetos e em reformas e ampliações nos Edifícios Assistenciais de Saúde (EAS). A arquitetura bioclimática preocupa-se com a adequação da construção ao clima, visando ao conforto térmico, acústico e visual do usuário. (CORBELLA; CORNER, 2011). É necessário utilizar e explorar estes condicionantes naturais, combinados com tecnologias que ajudem a evitar ganhos térmicos que aumentem gastos com ar condicionado, entre outros fatores.

Segundo Mills (2004) o uso de ventilação natural em espaços hospitalares, contrinui para a redução de contaminação do ar, por exemplo, no Reino Unido, as salas de enfermaria e internação de pacientes devem priorizar o uso de ventilação natural por meio de aberturas como janelas, enquanto que o guia de Projeto de Refrigeração e Ar condicionado da ASHRAE (ASHRAE, 2007) recomenda que todos estes ambientes devem ser mecanicamente ventilados, o que gera uma discussão acerca do tema, pois sabe-se que boa parte do consumo de energia de uma edificação hospitalar é utilizada para purificação do ar em seus sistemas de refrigeração.

Os sistemas de controle ambiental nos EAS abrangem duas dimensões: a que considera o edifício em sua finalidade de criar condições desejáveis de salubridade, e a que observa os impactos causados pelas construções, alterando, positiva ou negativamente, suas condições climáticas naturais (ANVISA, 2002).

2. OBJETIVO

O trabalho se propõe a observar o comportamento do fluxo de ar numa enfermaria do setor pediátrico do Hospital Universitário professor Alberto Antunes, da Universidade Federal de Alagoas, analisando se os dados locais encontram-se dentro do parâmetros dos requisitos adequados de conforto indicados pela ASHRAE 55/2013, medindo in loco a velocidade e temperatura do ar e avaliando o desempenho térmico e ventilação natural da enfermaria pediátrica, num intervalo de 3 horas (10h às 13h).

3. MÉTODO

Para atender aos objetivos propostos, a pesquisa realizou as seguintes etapas metodológicas principais:

1- Escolha do objeto de estudo para avaliação da ventilação natural;
2- Medição in loco da velocidade e temperatura do ar (externamente e internamente);
3- Avaliação do desempenho térmico e ventilação natural do ambiente de enfermaria hospitalar utilizando como parâmetros os requisitos adequados de conforto indicados pela ASHRAE Standard 55-2013, além de dados bibliográficos disponíveis na literatura.

3.1. O objeto de estudo

Nesta etapa foi feita uma visita ao local de análise para levantamento de dados, observando as características tipológicas e construtivas do objeto de estudo. Foram analisadas a orientação do ambiente, as estratégias de ventilação existentes, bem como materiais utilizados, a vegetação e o entorno. Em seguida foram analisadas a frequência e direção dos ventos ao longo de 3 horas em que foram realizadas as medições (10h às 13h).

A edificação em estudo compreende uma unidade de internação ambiental (ver figura 1), situada no terceiro andar do Hospital Universitário de Alagoas.



Figura 1 – Planta baixa 3º andar Hosp. Universitário – setor Pediatria. (Ger. Infraestrutura HU, adaptado pelos autores, 2017).

A área hachurada da figura acima corresponde à enfermaria, de área 40m², contendo 5 leitos de internação. As janelas localizam-se a Leste, estando assim, situadas, em função da orientação do edifício, em posição favorável à ventilação natural. As janelas constituem-se em esquadrias do tipo basculante e maxim-ar, com bandeira central fixa (figura 2).



Figura 2 – Esquadrias maxim-ar da enfermaria

3.2. Medições in loco

As medições da velocidade e temperatura do ar foram realizadas externa e internamente, e os valores utilizados serão a média aritmética das medições em cada ponto (Figura 3) realizados entre as 10h e 13h do dia 06 de dezembro de 2017. Foram realizadas 6 medições ao longo de 3 horas de permanência no ambiente, sendo realizada medição a cada 30 minutos. O monitoramento externo foi realizado em um ponto (P7), situado na orientação Leste, defronte a parede externa da enfermaria (Figura 4). O clima no dia das medições apresentava-se nublado e sem chuva.

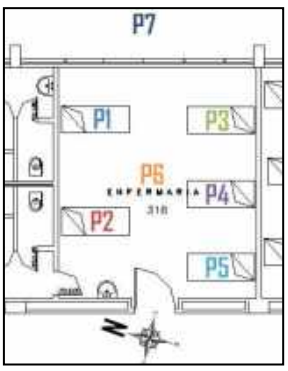


Figura 3 – Pontos de medição internos.



Figura 4 – Pontos de medição internos.

Para a medição da velocidade do vento no ambiente interno, foi utilizado equipamento termo anemômetro de fio quente da marca Highmed. Para a medição da temperatura do ar no ambiente interno e velocidade do vento externo à edificação, foi utilizado equipamento termo higro anemômetro luxímetro digital da marca Lutron, modelo LM-8000, ambos os equipamentos representados nas Figuras 5 e 6:



Figura 5 - Termo anemômetro de fio quente.



Figura 6 – Termo higro anemômetro luxímetro digital.

3.3. Parâmetros para análise dos resultados

Para avaliação do desempenho da temperatura da enfermaria foram utilizados como parâmetros os requisitos adequados de conforto indicados pela ASHRAE 55 (2013). A norma especifica as condições aceitáveis do ambiente térmico para indivíduos saudáveis ocupando um espaço por mais de 15 minutos.

De acordo com a ASHRAE 55 (2013), para espaços naturalmente condicionados faz-se uso do método adaptativo. O mesmo é aplicável somente quando os ambientes e os ocupantes atendam os seguintes critérios: (a) não há sistema de refrigeração mecânica em uso; (b) as taxas metabólicas variem de 1,0 a 1,3 MET (significa uma taxa de metabolismo para uma pessoa inativa sentada ou em pé); e (c) os ocupantes são livres para adaptar suas roupas às condições térmicas dentro de uma faixa de 0,5 a 1,0 clo (unidade de medida da resistência térmica da roupa) (ISO 7730, 2005).

A teoria adaptativa determina que ao ocorrer mudanças de temperatura que causem desconforto, as pessoas reagem de forma a tentar fazer com que seu corpo retorne ao estado de conforto (ASHRAE 55, 2013).

A mesma também explica que, para determinar condições térmicas aceitáveis em espaços naturalmente ventilados, depende parcialmente do clima externo a esses ambientes (ASHRAE 55, 2013).

A ASHRAE Standard 55 (2013) sugere que, para análise de conforto térmico pessoal, seja utilizada a temperatura do ar operativa interna e a média de, no mínimo, sete dias antes do dia da medição da temperatura do ar externa.

A temperatura operativa é uma média ponderada entre a temperatura do ar e a temperatura radiante. Nesse artigo, foi medida apenas a temperatura do ar. Foi considerado que a temperatura do ar equivale à temperatura radiante média. Logo, será considerado que a temperatura operativa será igual à temperatura do ar.

Em ambientes com temperatura operativa acima de 25ºC onde a velocidade da ventilação no espaço seja superior a 0,3m/s, os limites da temperatura operativa aceitáveis para o conforto podem ser aumentados. Contudo, a ASHRAE sugere que, para auxiliar na melhoria do conforto humano em climas quentes, a velocidade do ar se limita em até 1,2m/s (Tabela 1).

Velocidade do vento	Aumento do limite da temperatura operativa
0,6 m/s	1,2 °C
0,9 m/s	1,8 °C
1,2 m/s	2,2 °C

Tabela 1 – Aumento do limite da temperatura operativa resultante de velocidades do ar acima de 0,3m/s. (ASHRAE Standard55, 2013).

O recomendado para Maceió são velocidades do ar de 0,4m/s para temperaturas entre 24°C e 27°C; 0,41m/s à 0,8m/s para temperaturas entre 27°C e 29°C e acima de 0,81m/s para temperaturas entre 29°C e 31°C (QUADROS, 2016). De acordo com a ASHRAE (2013), para fins de aprovação, é necessário se ter no mínimo 80% de aceitabilidade, embora, o ideal de confortabilidade é que a aceitabilidade seja igual ou superior a 90% (Figura 7).

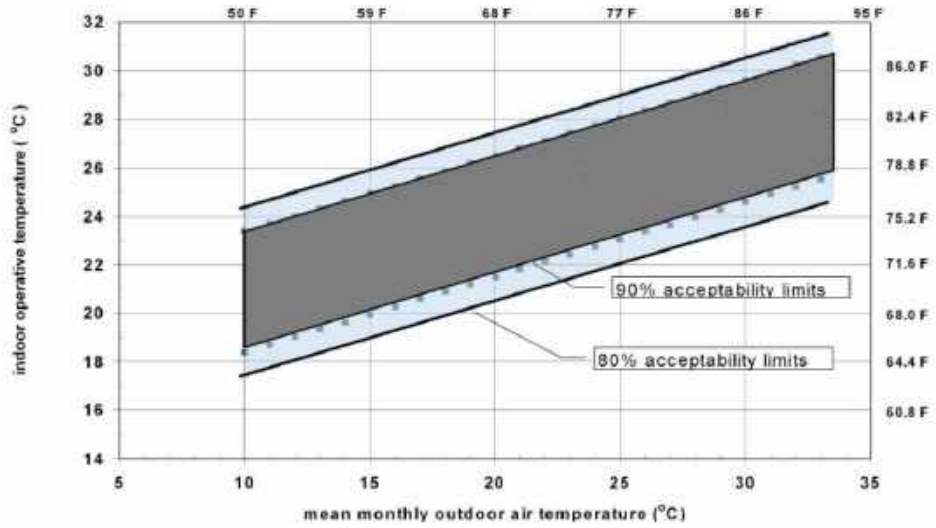


Figura 7 – Limites aceitáveis da temperatura operativa para espaços condicionados naturalmente para velocidade do ar de até 0,3 m/s.

Para análise dos resultados foi utilizada a ferramenta online de conforto térmico disponibilizado pela CBE, que segue os parâmetros indicados pela ASHRAE-55.

4. RESULTADOS

Os resultados apresentados foram organizados dessa forma:

4.1. Análise da temperatura e da velocidade do ar

Como citado acima, para fins de cálculos da temperatura do ar externa, deve ser feita uma média de, no mínimo, sete dias antes do dia da medição. De acordo com o INMET, a média da temperatura entre os dias 28 de novembro e 06 de dezembro (dia da medição) foi de 27,04ºC.

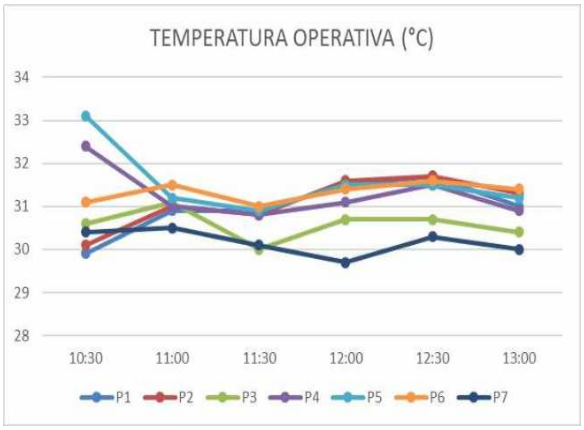


Figura 8 – Temperatura operativa (°C)

A figura 8 apresenta a temperatura operativa em cada ponto nos horários de 10:30h à 13:00h. As medições tiveram intervalo de 30 minutos entre elas, totalizando 6 medições para cada ponto.

Comparando a variação da temperatura externa com a interna, nota-se que com exceção da medição no P1 e P2 às 10:30h e P3 às 11:30h, a temperatura externa se manteve abaixo da temperatura interna na maioria das medições. Isso ocorre devido à incidência da luz solar nascente na face externa da parede da enfermaria. Fazendo com que haja ganho de calor, por convecção, para o interior do ambiente nesse horário e, consequentemente, haja aumento na temperatura interna.

A figura 9 apresenta a velocidade do ar calculada nos mesmo pontos e horários da medição da temperatura operativa.

TEMPERATURA OPERATIVA (°C)							
	10:30	**11:00**	**11:30**	**12:00**	**12:30**	**13:00**	**MÉDIA**
P1	29,9	30,9	30,9	31,5	31,7	31,0	31,0
P2	30,1	31,0	30,8	31,6	31,7	31,3	31,1
P3	30,6	31,1	30,0	30,7	30,7	30,4	30,6
P4	32,4	31,0	30,8	31,1	31,5	30,9	31,3
P5	33,1	31,2	30,9	31,5	31,5	31,2	31,6
P6	31,1	31,5	31,0	31,4	31,6	31,4	31,3
P7	30,4	30,5	30,1	29,7	30,3	30,0	30,2

Embora haja variação de velocidade, percebe-se que em todas as medições há incidência de ventilação com velocidade superior à 0,3m/s. Logo, o vento influenciará de forma positiva na sensação térmica dos ocupantes do ambiente em todos os pontos e horários medidos. A velocidade mínima interna foi de 0,38 no ponto 4 e a máxima foi de 2,38 no ponto 3. Há maior incidência de ventilação nos leitos próximos a aberturas externas.

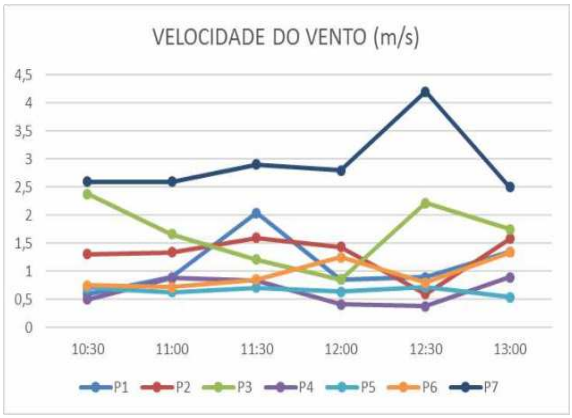


Figura 9 – velocidade do ar (°C)

VELOCIDADE DO AR (m/s)							
	10:30	**11:00**	**11:30**	**12:00**	**12:30**	**13:00**	**MÉDIA**
P1	0,60	0,90	2,04	0,86	0,90	1,35	1,11
P2	1,31	1,34	1,60	1,44	0,60	1,58	1,31
P3	2,38	1,66	1,21	0,86	2,22	1,75	1,68
P4	0,50	0,88	0,84	0,41	0,38	0,90	0,65
P5	0,70	0,63	0,71	0,64	0,72	0,54	0,66
P6	0,75	0,72	0,86	1,25	0,80	1,34	0,95
P7	2,60	2,60	2,90	2,80	4,20	2,50	2,93

4.2. Análise dos pontos internos a partir da ASHRAE Standard 55

Os estudos mostram que o ponto 3 cumpre o requisitos da ASHRAE, dentro dos 90% de aceitabilidade (Figura 10). Os pontos 1, 2 e 6 são classificados dentro dos limites de aceitabilidade de 80% indicado pela norma em destaque (Figuras 11, 12, e 13).

Contudo, o nível de conforto nos pontos acima só são atingidos por decorrência da velocidade do vento no ambiente, permitindo o aumento da temperatura operativa aceitável.

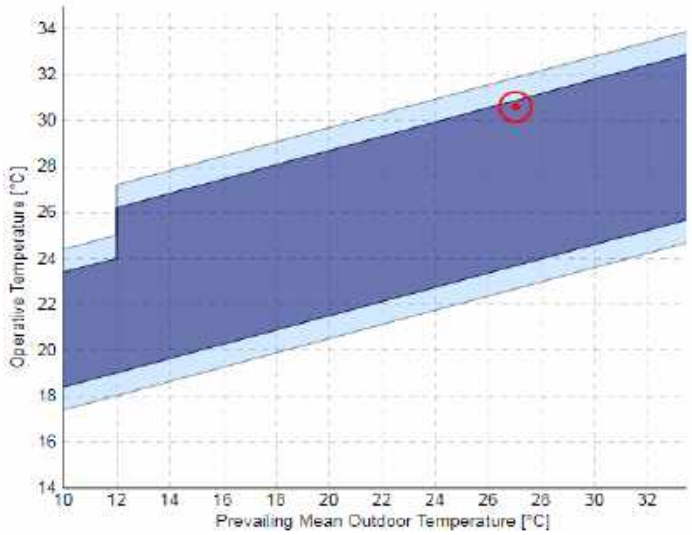


Figura 10 – Análise ponto 3 (velocidade do ar acima de 1,2m/s).

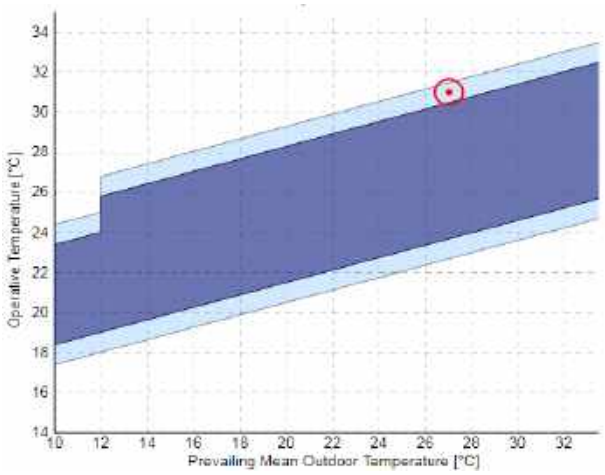


Figura 11 – Análise do ponto 1 (velocidade do ar entre 0,9 e 1,2m/s).

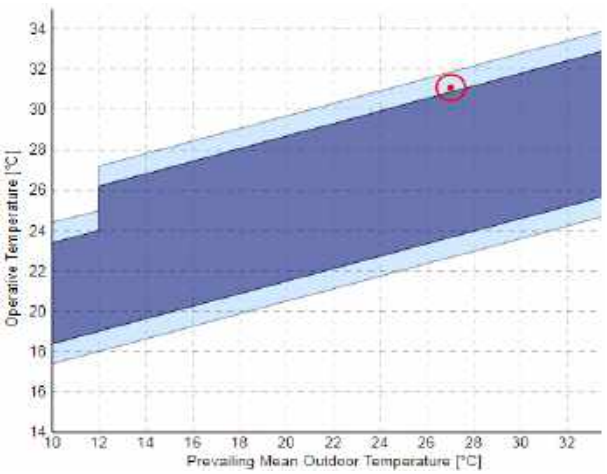


Figura 12 – Análise do ponto 2 (velocidade do ar acima de 1,2m/s).

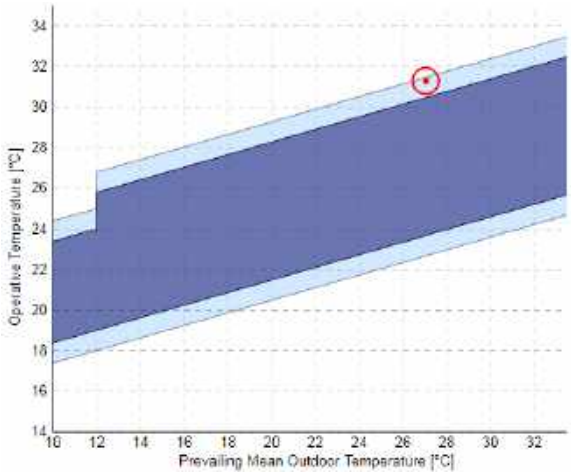


Figura 13 – Análise do ponto 6 (velocidade do ar entre 0,9 e 1,2m/s).

As análises nos pontos P4 e P5 mostram que eles não cumprem os requisitos mínimos de conforto da ASHRAE-55. Neles, as medições quanto à velocidade do ar apresentaram os menores valores. Sendo assim, a ventilação não é suficiente para proporcionar o resfriamento da temperatura e, consequentemente, há o desconforto para o calor nesses leitos (Figura 14 e 15).

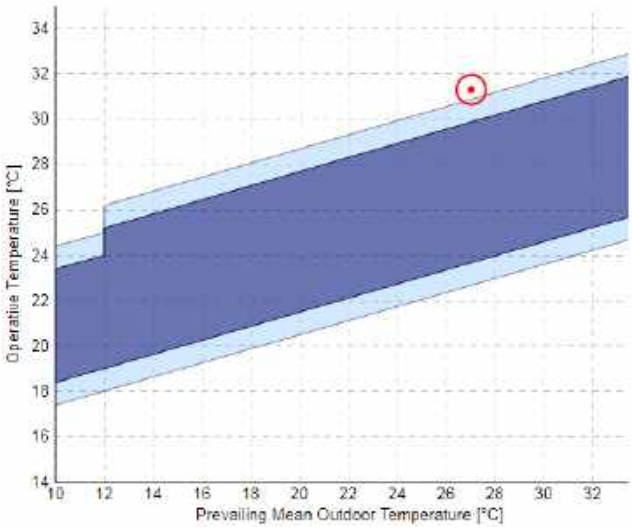


Figura 14 – Análise do ponto 4 (velocidade do ar entre 0,6 e 0,9m/s).

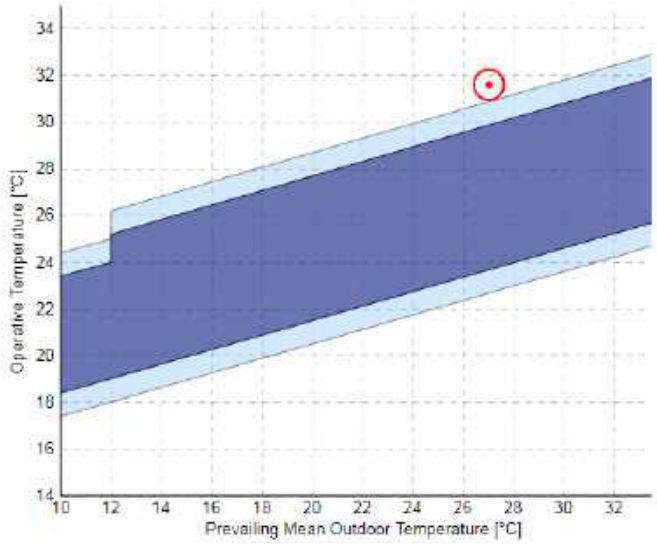


Figura 15 – Análise do ponto 5 (velocidade do ar entre 0,6 e 0,9m/s).

5. CONCLUSÕES

De modo geral, a velocidade do ar possui tamanha importância que, caso ela fosse nula, todos os pontos da enfermaria em análise estariam indo contra os parâmetros sugeridos pela ASHRAE Standard 55.

Mas a orientação, aberturas e configurações do ambiente possibilitam a entrada de ar, permitindo o efeito de resfriamento direto na maioria dos pontos analisados, aumentando o conforto dos usuários. Embora a tipologia das esquadrias possam permitir uma boa passagem de ar, os brises verticais móveis instalados na área externa das aberturas podem influenciar negativa ou positivamente na qualidade e na velocidade do ar nestes ambientes. Entretanto, devido aos seus dispositivos de regulagem encontrarem-se danificados, comprometem a regulagem da passagem de um maior e melhor fluxo de ar no ambiente monitorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde**, Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações** – parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASHRAE 55– AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2013.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 50 – Regulamento Técnico para Planejamento, Programação, Elaboração e Avaliação de Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.** Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2002.

CORBELLA, OSCAR. **Manual de Arquitetura bioclimática tropical**. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

CBE - CENTER FOR THE BUILT ENVIRONMENT (Califórnia). University Of California Berkeley. **CBE Thermal Comfort Tool**: ASHRAE-55. 2017. Disponível em: <www.comfort.cbe.berkeley.edu>. Acesso em: 15 dez. 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado (DEHA), ao Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (HUPAA), à Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), setores de Gestão da Pesquisa e Inovação Tecnológica da Gerência de Ensino HUPAA, na pessoa de Rejane Lessa, e de Infraestrutura Hospitalar, nas pessoas de Regina Mendonça, Arquiteta e Urbanista, e Allan Dênisson, Engenheiro Civil, além de todos os colaboradores os quais os pesquisadores tiveram acesso e foram sempre recebidos com muita atenção e profissionalismo.