

Brazilian Journal of Development
"Privacy Statement

...

The BJD uses the Creative Commons CC BY license. Information about this license can be found at: <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>." Fonte: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/issue/archive>. Acesso em: 24 ago. 2022.

Referência

SANCHO, Thaís Aurora Vilela *et al.* Potencial de aproveitamento da ventilação natural em unidades de pronto atendimento (UPA) no pós-pandemia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p.11031-11050, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-754>. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/23956>. Acesso em: 24 ago. 2022.

Potencial de aproveitamento da ventilação natural em unidades de pronto atendimento (UPA) no pós-pandemia

Potential for taking advantage of natural ventilation in post-pandemic ready care units (UPA)

DOI:10.34117/bjdv7n1-754

Recebimento dos originais: 13/12/2020

Aceitação para publicação: 13/01/2021

Thaís Aurora Vilela Sancho

Arquiteta e Urbanista

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro - ICC

Bloco A, Ala Norte | CEP: 70904 - 970 - Brasília/DF

E-mail: thaisavsancho@gmail.com

Joára Cronemberger Ribeiro Silva

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Politécnica de Madrid,
Espanha

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro - ICC

Bloco A, Ala Norte | CEP: 70904 - 970 - Brasília/DF

E-mail: joaracronemberger@unb.br

Caio Frederico e Silva

Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro - ICC

Bloco A, Ala Norte | CEP: 70904 - 970 - Brasília/DF

E-mail: caiosilva@unb.br

Gustavo de Luna Sales

Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília

Instituição: Universidade de Brasília

Endereço: Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro - ICC

Bloco A, Ala Norte | CEP: 70904 - 970 - Brasília/DF

E-mail: gustavoluna@unb.br

RESUMO

O atual contexto de pandemia da COVID-19 deixou evidente a importância da qualidade dos edifícios hospitalares, principalmente da qualidade do ar interno, para garantir a saúde de seus usuários. Em edifícios hospitalares, a ventilação natural pode ajudar a controlar a infecção hospitalar, ao garantir a renovação do ar nos ambientes onde não há obrigatoriedade do uso de sistemas de ar condicionado, além de reduzir a demanda de energia e proporcionar conforto térmico aos usuários. Este artigo analisa, no contexto climático de Brasília, o potencial aproveitamento de ventilação natural (PAVN) do projeto de referência recomendado pelo Ministério da Saúde para a UPA. A análise é empreendida com uso do Diagrama de Ventilação Natural (D-VENT), para avaliar o

PAVN, a qualidade do ar interno (QAI) e o conforto térmico passivo (CTP). Duas salas de espera para público e pacientes são analisadas. Os resultados foram satisfatórios em relação ao PAVN e a QAI, porém o CTP pretendido não foi alcançado em nenhum dos cenários avaliados. Estratégias foram recomendadas para serem associadas à ventilação natural no favorecimento do CTP.

Palavras-chave: Ventilação natural, UPA, Qualidade do ar interno, Pandemia, Controle de infecção.

ABSTRACT

The current pandemic of COVID-19 shed the lights on the importance of the quality of hospital facilities, mainly the quality of indoor air to guarantee the health of patients. In hospital buildings, natural ventilation can help control nosocomial infection, by ensuring air renewal in environments where air conditioning systems are not required. It also reduces energy demand and provides thermal comfort to users. This paper analyzes, in the climatic context of Brasília, the potential for natural ventilation of the standard project recommended by the Ministry of Health of Brazil for Emergency Care Units (UPA). The analysis is undertaken using the Natural Ventilation Diagram (D-VENT), to assess the PAVN, the indoor air quality (QAI) and the passive thermal comfort (CTP). Two waiting rooms are analyzed. The results were satisfactory about PAVN and QAI, however the CTP was not achieved in any of the scenarios. Strategies were recommended to be associated with natural ventilation to improve of the CTP.

Keywords: Natural ventilation, UPA. Indoor air quality. Pandemia, Infection control.

1 INTRODUÇÃO

O atual contexto de pandemia da COVID-19, causada pelo novo coronavírus (Sars-CoV-2), deixou evidente a importância da qualidade dos edifícios hospitalares, principalmente da qualidade do ar interno, para garantir a saúde de seus usuários. A crise sanitária, portanto, tem compelido os arquitetos a empregar ainda maior importância à ventilação natural e à qualidade do ar interno em projetos de ambientes hospitalares, para evitar a propagação do vírus e contribuir para o tratamento rápido dessa morbidade.

A ventilação natural pode ser definida como o deslocamento de ar através do edifício, produzido por meio da diferença de pressão ou da diferença de temperatura entre as áreas externas e internas. Em edifícios hospitalares, a ventilação natural ajuda a controlar a infecção hospitalar por meio da renovação do ar nos ambientes onde não há obrigatoriedade do uso de sistemas de ar condicionado. Ela proporciona, ainda, conforto térmico aos usuários e permite a redução da demanda energética (ASHRAE, 1999).

A qualidade do ar está relacionada à taxa de renovação do ar no ambiente, que é determinada pelo número de renovações do volume de ar no interior de uma sala, em um determinado período de tempo, promovendo a redução da quantidade de partículas

concentradas no ar (AGUIAR, 2017; ATKINSON et al., 2009; SALES, 2016). A ASHRAE (1999) apoia a adoção da ventilação natural em hospitais, desde que sejam estabelecidas taxas mínimas de renovação de ar e que não haja ar recirculado para os demais ambientes dessas instituições.

Tanto a ventilação natural quanto a qualidade do ar interno (QAI) podem ser analisadas por meio de simulações computacionais, porém são ferramentas caras e de difícil manuseio, que demandam tempo para domínio da técnica de uso e grandes investimentos financeiros dos arquitetos. Diante dessas limitações, Sales (2016), em sua tese de doutorado, elaborou o Diagrama de Ventilação Natural (D-VENT), uma ferramenta que auxilia o arquiteto no desenvolvimento do Estudo Preliminar de Projeto por meio de aferições mais simples, como a contabilização do número de Renovações de Ar por Hora (RAH) em um ambiente interno. O D-VENT visa à quantificação do Potencial de Aproveitamento da Ventilação Natural (PAVN) e ao favorecimento da QAI e do Conforto Térmico Passivo (CTP), sendo aplicável na realidade climática de seis cidades brasileiras, incluindo Brasília. Essa ferramenta permite o desenvolvimento do projeto arquitetônico de forma simples, com redução de custos e de tempo de análise.

No contexto de pandemia do COVID-19, a necessidade de empregar maior importância à ventilação natural e à QAI em projetos de ambientes hospitalares é ainda mais premente no caso das unidades da rede pública de saúde, sobretudo das Unidades de Pronto Atendimento (UPA), que já sofriam com sobrecarga de atendimentos e agora ameaçam aos seus usuários com o risco de rápida disseminação desse vírus dentro de suas dependências físicas.

As UPA foram implantadas no Brasil para tratar morbidades de baixa à média complexidade e para diminuir o fluxo de pacientes aos hospitais de maior porte (BRASIL, 2002). Essas unidades desempenham, portanto, relevante papel no sistema de atenção à saúde dos brasileiros, principalmente da população de baixa renda.

Este artigo se justifica, portanto, pela necessidade de avaliar o PAVN do projeto de referência recomendado pelo Ministério da Saúde para UPA no contexto climático de Brasília. A contribuição para o corpo de conhecimento sobre ventilação natural em UPA pode possibilitar melhorias no desempenho térmico e energético dessas unidades arquitetônicas e promover ambientes mais humanizados. No contexto pós-crise da pandemia da COVID-19, motivação adicional para o estudo está na busca de possibilidades para redução custos de operação com a climatização artificial, por permitir que recursos economizados com atividades de apoio pudessem, potencialmente, ser

revertidos para atividades finalísticas, que significaria ampliar e melhorar a assistência à saúde da população.

2 OBJETIVO

O objetivo principal deste artigo é analisar, no contexto climático de Brasília, o potencial de aproveitamento da ventilação natural do projeto de referência recomendado pelo Ministério da Saúde para Unidades de Pronto Atendimento (UPA).

O objetivo secundário é discutir possíveis mudanças arquitetônicas no projeto referência das Unidades de Pronto Atendimento (UPA), que enfatizem a ventilação natural, a Qualidade do Ar Interno (QAI) e o Conforto Térmico Passivo (CTP).

3 MÉTODO

A análise do potencial de aproveitamento da ventilação natural do projeto de referência recomendado pelo Ministério da Saúde para Unidades de Pronto Atendimento (UPA) requer o cumprimento de algumas etapas metodológicas.

Em um primeiro momento serão descritos a ventilação e a qualidade do ar de Brasília, cidade estabelecida, neste artigo, como base para o estudo do projeto de referência. Em seguida, ainda, com vistas a fundamentar teoricamente o trabalho, será desenvolvido um estudo conceitual sobre ventilação natural, qualidade interna do ar e conforto térmico. Para concluir a fundamentação teórica, será efetuado o levantamento de dados e a descrição das principais características das Unidades de pronto atendimento e do projeto de referência desse tipo de Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS), objeto de estudo.

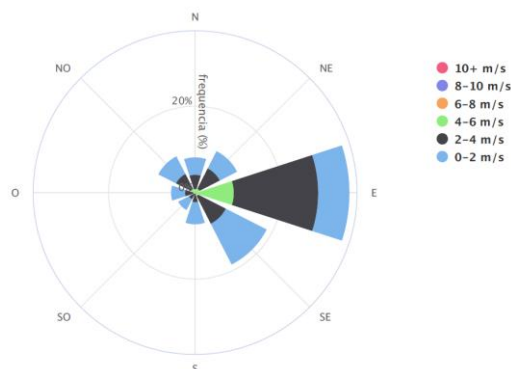
Cumprida a etapa de fundamentação teórica, para analisar o PAVN do projeto de referência supracitado, será empreendido o Diagrama de Ventilação Natural (D-VENT), desenvolvido por Sales (2016) para habitações, adaptado para edificações hospitalares. A ventilação natural será avaliada com base em dois indicadores: Qualidade do Ar Interno (QAI) e Conforto Térmico Passivo (CTP). Finalmente, serão debatidas as possíveis mudanças arquitetônicas no projeto referência das UPA, que enfatizem a ventilação natural, a Qualidade do Ar Interno (QAI) e o Conforto Térmico Passivo (CTP).

4 BREVE DESCRIÇÃO DA VENTILAÇÃO E DA QUALIDADE DO AR EXTERNO DE BRASÍLIA

O clima de Brasília é classificado como Tropical de Altitude (ROMERO, 2000). De acordo com Aguiar (2017), a Capital Federal tem seu clima caracterizado por dois diferentes períodos: o quente-úmido de verão chuvoso – que compreende os meses de outubro a abril; e o quente-seco de inverno seco, que abarca os meses de maio a setembro.

Segundo Lucas (2017), em Brasília, os ventos apresentam, no período quente-seco, a orientação na direção leste e sudeste; no período quente-úmido, a orientação noroeste. De acordo com Zanoni (2015), os ventos na Capital Federal possuem uma frequência de 34,6% na direção Leste e uma velocidade média de 3,57 m/s. No gráfico 1, gerado pela plataforma nacional que agrupa soluções para um projeto de edifício eficiente – PROJETEEE, observa-se que a frequência é predominante e superior a 20% na direção leste e que a velocidade, nessa direção, apresenta-se entre 0-6 m/s, com o predomínio de 2-4 m/s.

Gráfico 1: Rosa dos Ventos de Brasília – DF.



Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos>.

A boa qualidade do ar externo de uma cidade é primordial para a utilização da ventilação natural na arquitetura hospitalar. O ar permeável e proveniente do lado externo desse tipo de ambiente não pode conter poluentes, odores ou ser prejudicial aos pacientes.

Brasília apresenta um bom padrão da qualidade do ar externa, mesmo com uma parcela expressiva da população que depende de veículos automotores particulares para locomoção; a cidade não possui rede de indústrias poluidoras, uma das principais fontes de poluição urbana (AGUIAR, 2017).

A Capital Federal possui o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar do Distrito Federal que é mantido e coordenado pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental (IBRAM). Esse instituto

produz relatórios mensais e anuais do Índice de Qualidade do Ar (IQAR) verificados em seis estações, disponíveis online.

O índice IQAR classifica a qualidade do ar em Boa (0 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Moderada (50 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Ruim (100 – 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Muito Ruim (150 – 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ou Péssima (superior a 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). O IQAR classificado como Boa ou Moderada é considerado aceitável, pois o primeiro não oferece nenhum risco à saúde humana e o segundo não apresenta grande risco para população em geral, podendo apenas apresentar sintomas leves como tosse seca e cansaço em pessoas de grupos sensíveis - crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas (BRASÍLIA, 2019).

Os resultados obtidos no relatório produzido pelo IBRAM em 2019 demonstram que o ar de Brasília tem a qualidade entre Boa e Moderada, sem grandes riscos para a população e adequada para a QAI das edificações.

5 VENTILAÇÃO NATURAL, QUALIDADE INTERNA DO AR E CONFORTO TÉRMICO

A ventilação natural é a utilização de forças naturais para a introdução e distribuição do ar exterior no interior de um edifício ou para retirar o ar do edifício (ATKINSON et al., 2009). Esse tipo de ventilação é uma estratégia bioclimática facilmente empregada em regiões de climas quentes. Essa estratégia permite renovação contínua do ar interno, mantém a salubridade do ambiente e promove, ainda, o conforto térmico (FERNANDES, 2009; SALES, 2016; GOBBI et al, 2019).

A ventilação natural (...) Possui como principal propósito a introdução de ar limpo em um determinado recinto ou espaço externo tendo em vista a remoção de poluentes do ar. (...) Além de influenciar a saúde dos ocupantes do edifício, as características de temperatura, umidade e velocidade do ar também são determinantes para assegurar condições adequadas de conforto térmico (SALES, 2016, p.32).

A ventilação natural apresenta diferentes funções que são eficazes para a Arquitetura e o Urbanismo (GIVONI, 1969 *apud* AGUIAR, 2017). Uma dessas funções é a promoção do conforto térmico mediante a evaporação da pele humana e as trocas térmicas por convecção entre corpo e o ar (AMORIM; FERNANDES, 2016). A ventilação natural favorece o conforto térmico por resfriamento do ambiente, que ocorre pela diferença de temperaturas entre o ambiente interno e o externo havendo as trocas térmicas (ROMERO, 2016). Outra função da ventilação natural é a manutenção da

qualidade do ar por meio da mudança das massas e da renovação do ar em determinado ambiente (AGUIAR, 2017).

A Organização Mundial de Saúde – OMS (2009) reconhece que a qualidade do ar interior (QAI) é um fator de risco para a saúde humana e um indicador de Saúde Pública. A boa QAI em edifícios é de grande importância, pois a inspiração de um ar poluído pode afetar diretamente no bem-estar, no conforto e na produtividade de seus usuários. A QAI está relacionada, ainda, com a Síndrome do Edifício Doente (SED), definida por um conjunto de doenças causadas ou estimuladas pela poluição do ar em espaços fechados (SUNDELL, 2004), como pode ser observado no excerto abaixo.

A baixa QAI também pode causar sintomas mais perceptíveis cotidianamente, como aqueles relacionados à Síndrome do Edifício Doente – SED. Tais sintomas interferem na produtividade e no desempenho de tarefas, seja em ambientes de trabalho ou em residências (SALES, 2016, p.36).

De acordo com Wargocki *et al* (2002), ambientes arquitetônicos que são climatizados artificialmente por sistemas de ar condicionado podem sofrer o risco elevado de apresentar os sintomas da SED, quando comparados aos edifícios que são climatizados pela ventilação natural ou mecânica. Para os autores, tanto o funcionamento inadequado quanto o design e a manutenção inapropriadas dos sistemas de ar condicionado colaboram para aumentar a prevalência desses sintomas.

Para evitar ou minimizar essas adversidades causadas pela pouca QAI é necessário a identificação dos fatores que influenciam diretamente na QAI, desde a concepção do projeto.

Segundo Sales (2016), tanto fatores externos quanto os internos ao projeto influenciam na QAI. Para o autor, os principais fatores externos que interferem na QAI são a composição da superfície do entorno (material particulado, pólen, pesticidas, radônio, etc.), a alta presença de veículos automotivos, de atividades industriais e comerciais. Os fatores internos, que influenciam na QAI, são fatores relacionados às aberturas das esquadrias (o dimensionamento, o posicionamento e a distribuição das janelas). Outro item de destaque, citado pelo autor, para a promoção da boa QAI é o potencial de aproveitamento da ventilação natural. Esse potencial pode ser avaliado pela velocidade, orientação e frequência dos ventos predominantes. Pode ser analisado, ainda, pela presença de vegetação no entorno, pela superfície do solo e pela umidade e temperatura do ar.

De acordo com Romero (2007), a vegetação tem a capacidade de filtrar agentes poluentes do ar, além de reduzir a temperatura e de elevar umidade relativa do ar por meio da criação de um microclima diferenciado em relação às áreas com ausência de vegetação. No excerto abaixo, nota-se a relevância da proximidade do edifício com as “massas de água e vegetação” para o aproveitamento da ventilação natural.

A proximidade com massas de água e vegetação, e a topografia do sítio, são variáveis importantes para a conformação do microclima do sítio de interesse, as quais estão diretamente relacionadas à ventilação natural no espaço urbano. Assim, conhecer as características do ar e as variáveis que interferem em seu comportamento possibilita ao projetista trabalhar com diretrizes durante o desenvolvimento do projeto, visando ao melhor aproveitamento da ventilação natural (SALES, 2016, p.50).

Outro fator importante para a QAI e ao potencial de ventilação natural é a da densidade de ocupação, pois ela interfere diretamente no fluxo do vento. Essa densidade, segundo Romero (2007), deve ser analisada pela relação W/H. Nessa relação, o W corresponde à distância do afastamento e o H à altura do edifício. Para a autora, a relação W/H deve apresentar um resultado mínimo igual a 1, pois esse é o afastamento mínimo necessário para o fluxo de ar recuperar parte do seu potencial inicial.

A QAI requer maior atenção em edifícios de saúde, já que esses ambientes possuem uma relação direta com a saúde humana. Poluentes químicos e biológicos, comumente existentes nessa tipologia arquitetônica, podem comprometer a saúde de seus usuários. Dessa forma, a boa qualidade do ar pode exercer forte influência na velocidade da recuperação dos pacientes e na redução de infecções hospitalares (QUADROS, 2008).

Nos ambientes hospitalares, melhorar a qualidade do ar interno, incluindo não apenas as enfermarias de isolamento, mas também as áreas comuns, pode impedir que esses ambientes sejam potenciais “centros de contágio” JURADO et al, 2020, p. 2384).

Em relação à QAI e o atual contexto de pandemia da COVID-19, de acordo com Jurado *et al* (2020, p. 2376), “os aerossóis virais podem comprometer a qualidade do ar de ambientes interiores e facilitar a transmissão da SARS-CoV-2”. Autores afirmam que são necessárias além das medidas de higienização e limpeza das superfícies a verificação das renovações do ar.

De acordo com ASHRAE (1999), a adoção da ventilação natural em hospitais é adequada se as taxas mínimas de renovação de ar forem estabelecidas e que o ar não seja recirculado para os demais ambientes dessas instituições. Em uma extensa revisão de

literatura realizada por Wargocki *et al* (2002) sobre a relação entre o fluxo do ar em ambientes não industrializados e a saúde humana, os autores concluíram que existe uma melhora na qualidade do ar nesse tipo de ambientes quando a taxa de suprimento do ar é elevada. Os autores indicam uma taxa de ventilação superior de 0,5 mudanças de ar por hora, porém não estabelecem uma taxa mínima de renovação segura e aplicável devido à carência de estudos que permitam um consenso em relação a essa taxa. O estudo concluiu, também, que a taxa de ventilação inferior a 25 l/s por pessoa é prejudicial à saúde humana e pode levar aos sintomas da SED. O grupo afirma, ainda, que a ventilação está fortemente associada tanto ao conforto quanto à saúde.

Em EAS, o conforto ambiental é fundamental para a condição de bem-estar dos usuários (ROMERO, 2016). O conceito de conforto ambiental abrange o conforto visual, o conforto térmico, o conforto acústico e o conforto luminoso. Todos esses estão relacionados aos conceitos de qualidade ambiental do espaço construído (AMORIM; BRAGA, 2015).

O conforto térmico pode ser definido como a sensação de bem-estar vivenciada por uma pessoa, decorrente da combinação satisfatória de condições do ambiente, como a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a umidade relativa e a velocidade relativa do ar, associadas à atividade desenvolvida e à vestimenta utilizada (DJONGYANG, 2002). As condições de conforto térmico estão relacionadas, ainda, a itens relativos às exigências humanas, tais como a atividade desenvolvida pelo indivíduo, o uso de vestimenta, as variáveis do ambiente que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente, além de variáveis individuais, como gênero, idade, biotipo, hábitos alimentares, entre outras (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Segundo Frota e Schiffer (2001), a arquitetura tem como uma de suas funções a disponibilização de ambientes internos com condições favoráveis, independentemente das condições climáticas às quais estão expostos. Conforme França *et al* (2020, p. 91122), “o projeto arquitetônico exerce significativa influência tanto sobre a ventilação natural, quanto na sensação de conforto térmico dentro da edificação”. Dessa forma, diretrizes de posicionamento empregadas no projeto arquitetônico favorecem tanto a captação quanto a obstrução do fluxo de ar para estabelecer o conforto térmico pretendido (SALES, 2016).

Observa-se na norma NBR 15.220-3 a orientação para o uso da ventilação como uma “estratégia de condicionamento térmico passivo” na maior parte do território brasileiro, no período de verão. Para Brasília, situada na Zona Bioclimática 4, essa

estratégia pode ser complementada pelo “resfriamento evaporativo e a massa térmica para resfriamento” (ABNT, 2003).

Para a elaboração de ambientes com o melhor aproveitamento da ventilação natural direcionado ao conforto térmico passivo são necessárias determinadas intervenções arquitetônicas. Romero (2016) cita algumas dessas intervenções: vedações modulares e permeáveis; ventilação cruzada; porosidade da massa construída; aberturas inferiores e superiores (entrada e saída do ar); resfriamento noturno e camadas de ar ventiladas nas fachadas. Essas intervenções além de promoverem o CTP, elas possibilitam ambientes mais humanizados e menos herméticos, permitindo aos usuários o contato com o exterior. As intervenções contribuem, ainda, para a redução da demanda energética com climatização artificial.

6 DIAGRAMA DE VENTILAÇÃO NATURAL (D-VENT)

Para o uso da ventilação natural, além da relação com a boa qualidade do ar externo, o sistema deverá ser bem projetado, sendo demonstrada sua eficácia, pois, a criação de um projeto adequado que ofereça uma ventilação contínua e desejada no ambiente é difícil de ser criado. (AGUIAR, 2017, p. 66).

O excerto acima demonstra a necessidade de avaliação prévia do PAVN durante a fase de projeto do edifício. Um meio desse tipo de averiguação é utilização de softwares de simulação, eles contribuem para encontrar soluções construtivas mais eficientes energeticamente (FRANÇA et al, 2020). O D-VENT é a ferramenta que será utilizada neste trabalho para analisar esse tipo de potencial no projeto de referência da UPA, pois é um instrumento simples, com utilização rápida e gratuita.

O D-VENT é um sistema on-line que permite a contabilização do número de RAH em um ambiente interno na fase de elaboração do projeto arquitetônico. Esse processo possibilita ao arquiteto fazer uma análise do projeto em relação ao PAVN, a QAI e o CTP. O D-VENT encontra-se disponível, gratuitamente, no endereço eletrônico: <https://www.dvent.com.br/>.

Primeiramente, o instrumento avalia o projeto com dados em seis cidades brasileiras (Belém, Brasília, Curitiba, Goiânia, São Paulo e Teresina). O D-VENT dispõe de três “categorias” que ao serem preenchidas pelo usuário fornecem o resultado final do potencial pretendido neste trabalho mediante o valor numérico de RAH que o projeto pode apresentar. Essas “categorias” são abordadas por Sales (2016) como Características do Entorno, do Projeto e do Ambiente.

As “Características do Entorno” são avaliadas mediante: o tipo de entorno (rural, suburbano e urbano); a altura média das edificações próximas do projeto (até 2 pavimentos, entre 3 e 6 pavimentos e acima de 6 pavimentos) e o tipo de vegetação no entorno do projeto (sem vegetação, com vegetação de pequeno, médio e grande porte, com vegetação densa e de grande porte).

Nessa ferramenta, as “Características do Projeto” são aferidas por suas dimensões (altura estimada do edifício e o seu afastamento em relação aos edifícios vizinhos) e pela orientação das fachadas (Leste/Oeste e Norte/Sul).

As últimas análises são das “Características do Ambiente”, que englobam: a definição do ambiente abordado (sala, quarto, cozinha e banheiro), as dimensões desse ambiente definido (largura, profundidade e pé-direito), a distribuição da(s) janela(s) – ambientes sem janelas, janelas em duas paredes paralelas, em duas paredes perpendiculares ou em apenas uma parede. Essas características constituem, ainda, as medidas da altura da janela em relação ao piso e as áreas de abertura efetiva das janelas.

7 UNIDADES DE PRONTO ATENDIMENTO – UPA

No Sistema único de Saúde (SUS) do Brasil, as UPA compõe a rede de atenção às urgências. Essas unidades são classificadas como EAS de complexidade intermediária ou atenção secundária que fazem a conexão entre as Unidades Básicas de Saúde da Família, de baixa complexidade ou atenção primária, e a Rede Hospitalar, de alta complexidade ou atenção terciária. Esse sistema tem como premissa a tríplice dimensão da integralidade: promoção, proteção e recuperação da saúde, oferecendo atendimento integral aos usuários. Em seguimento com essa premissa, as UPA possibilitam a integração com a rede básica, o Programa de Saúde da Família (PSF), proporcionando aos pacientes além dos serviços curativos os serviços preventivos de promoção à saúde por meio de exames diagnósticos e de atendimentos especializados (MENEZES, 2012).

A Portaria de Consolidação nº 6, de 28 de setembro de 2017 consolida as normas sobre o financiamento de implantação das UPA em todo o país e adota a capacidade operacional de funcionamento de cada unidade como critério de custeio mensal. Antes, classificadas em portes I, II e III, de acordo com a área de abrangência, números de leitos de observação e de emergência, número de profissionais médicos por plantão e de atendimentos médicos em 24h; agora classificadas como Opções de I a VIII, conforme o número de profissionais médicos e de atendimentos médicos por mês.

O Ministério da Saúde disponibiliza, virtualmente, três tipos de projetos de referência para UPA, cada um deles é direcionado para unidades de PORTE I, II e III. O projeto Porte III foi selecionado neste trabalho para ser analisado devido a inclusão do maior número populacional aos atendimentos e aos serviços prestados nessa tipologia, com uma área de abrangência superior a 200.000 habitantes. O projeto em discussão encontra-se disponível no endereço eletrônico do Sistema de Monitoramento de Obras (SISMOB) - www.sismob.gov.br.

O programa arquitetônico, do projeto de referência em estudo, encontra-se subdividido em quatro blocos, conforme Figura 1. O primeiro bloco (cor vermelha) compreende a Observação; o segundo bloco (cor amarela) engloba o Apoio Administrativo, Técnico e Logístico; o terceiro bloco (cor azul) abarca o Pronto Atendimento e o Apoio Diagnóstico e Terapêutico; por fim, o quarto bloco (cor verde) é o Atendimento de Urgência.

Figura 1: Subdivisão em blocos do Programa arquitetônico do modelo de Referência da UPA 24h Porte III.



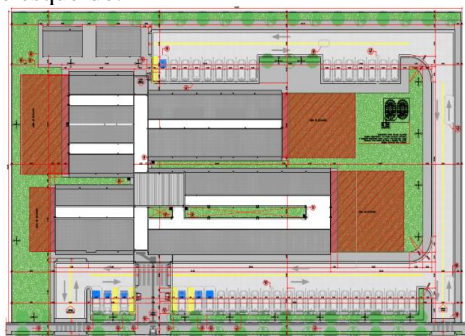
Fonte: Adaptado de SISMOB (2020).

No projeto estudado, percebe-se a disponibilidade significativa de área verde permeável e a possibilidade de implantação de vegetação (Figuras 3 e 4), que viabiliza a filtração de agentes poluentes, da redução da temperatura e do aumento da umidade relativa do ar, além de melhor o microclima local (ROMERO, 2007). Dessa forma, a vegetação expressiva presente no projeto favorece tanto a QAI quanto ao CTP.

Observa-se nessa unidade de referência uma distância igual ou superior a 9,45 metros entre área construída e os lotes vizinhos (Figura 3). Dessa forma, o fluxo do vento é mantido adequado no entorno da edificação, pois a relação W/H é superior a 1, resultado

mínimo indicado por Romero (2007).

Figuras 2 e 3: À esquerda, Planta de Implantação. À direita, Maquete Virtual da fachada frontal vista do canto esquerdo.



Fonte: SISMOB, 2020.



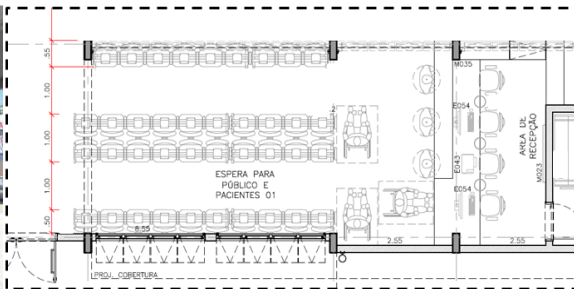
Fonte: SISMOB, 2020.

Neste artigo, a renovação do ar será analisada no objeto de estudo por meio da ferramenta on-line D-VENT. As áreas selecionadas para o estudo são as duas salas de Espera para Público e Pacientes (1 e 2), ambientes onde não há obrigatoriedade do uso de sistemas de ar condicionado. Essas salas apresentam uma grande concentração e rotatividade de pessoas no mesmo ambiente. Assim, uma taxa adequada de renovação do ar é essencial para evitar a contaminação por patógenos que podem ficar em suspensão aérea (coronavírus, influenza, e outros mais), entre os usuários dos ambientes em destaque (Figura 5 e 6).

Figuras 4 e 5: À esquerda, vista interna da Sala de Espera 1, a principal. À direita, Planta baixa do mesmo ambiente.



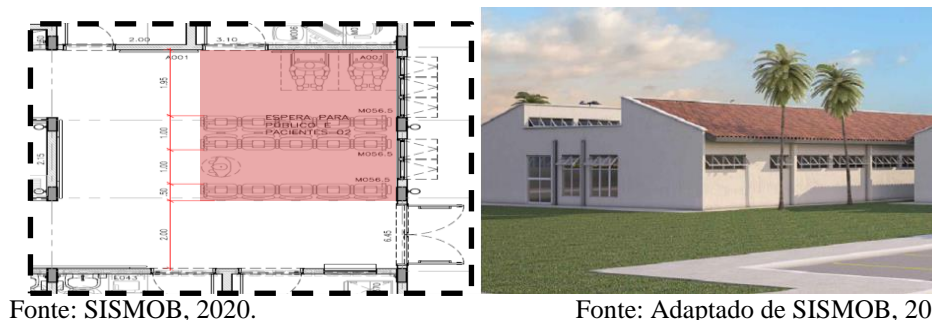
Fonte: SISMOB, 2020.



Fonte: Adaptado de SISMOB, 2020.

A sala de Espera para Público e Pacientes 1 apresenta diferentes pés direitos, o maior é de aproximadamente 4.2 metros de altura e o menor de 2.85 metros, para a análise foi utilizada a média entre as duas alturas (3.52 metros). Nessa sala observa-se que a ventilação natural pode ocorrer de forma seletiva, cruzada e por convecção devido à presença de esquadrias reguláveis nas paredes paralelas e na parede intermediária superior. O ambiente não é hermético, a sala é aberta para a área de circulação.

Figuras 6 e 7: À esquerda, Planta baixa da Sala de Espera 2, a principal. À direita, vista externa do mesmo ambiente.



Fonte: SISMOB, 2020.

Fonte: Adaptado de SISMOB, 2020.

A Espera para Público e Pacientes 2 disponibiliza duas janelas em apenas uma parede, o que limita a entrada e a saída do ar pelas mesmas aberturas (Figuras 7 e 8). A área efetiva e total da abertura das janelas é de 3.68m². O pé-direito desse ambiente é único, com altura de 2.85 metros. As dimensões da largura e da profundidade são respectivamente 4.45 metros e 3.10 metros. A sala não é fechada, ela apresenta saída aberta para os dois corredores (Figura 7).

8 RESULTADOS

As primeiras análises obtidas no D-VENT foram realizadas no ambiente projetado da sala de Espera para Público e Pacientes 1. Para esse ambiente foram atribuídas as seguintes informações: entorno suburbano; edificações próximas ao projeto com a altura de edifícios entre 3 (três) e 6 (seis) pavimentos (gabarito típico da cidade de Brasília); entorno sem atividades industriais, sem aterros sanitários, sem estações de tratamento de esgoto e com superfícies pavimentadas; altura estimada do projeto de 4.5 metros; afastamentos das edificações vizinhas à direita, à esquerda e ao fundo do projeto de 20.4 metros, 9.45 metros e 15.6 metros, respectivamente; planta retangular com maiores fachadas voltadas para Leste/Oeste; ambiente analisado – sala; dimensões do ambiente com a largura de 10.65 metros, profundidade de 4.05 metros e pé-direito de 3,52 metros de altura; janelas distribuídas em duas paredes paralelas; janelas médias e distantes 0.35 metros do solo; área de abertura efetiva da entrada do ar de 5.88m² e a da saída do ar de 11.74 m².

O resultado do PAVN gerado pelo instrumento é Potencial Razoável, o número de Renovações de Ar por Hora é de 80,41RAH e o valor necessário para se alcançar o conforto térmico pretendido seria um valor de RAH igual ou superior a 100 (Resultado

1, Figura 8). Ao estabelecer o projeto em um entorno sem edificações vizinhas apenas no lado direito ou no fundo o resultado do PAVN modifica para Potencial Bom (Resultado 2, Figura 19), sem diferenciar o valor de RAH e as condições para o conforto térmico. Quando o projeto é implantado em entorno com um gabarito de no máximo dois pavimentos o PAVN apresenta-se com o Potencial Ótimo (Resultado 3, Figura 10).

Figuras 8, 9 e 10: Resultados 1, 2 e 3 das análises por meio do D-VENT na sala de Espera para Público e Pacientes 1.



Ao manter as informações inicialmente atribuídas ao projeto e priorizar a sua implantação em um entorno Urbano ou com a ausência de vegetação o resultado é notoriamente alterado. A RAH reduz apenas no primeiro cenário (entorno urbano) e o PAVN limita-se ao Potencial Ruim em ambos, conforme os resultados 4 e 5 (Figuras 11 e 12).

Figuras 11 e 12: Resultados 4 e 5 das avaliações da sala de Espera para Público e Pacientes 1 mediante o D-VENT.



Na segunda área pesquisada, a sala de Espera para Público e Pacientes 2, os dados preenchidos no D-VENT foram os mesmo inicialmente atribuídos ao primeiro ambiente. As informações alteradas foram: a distribuição das janelas, que agora é em uma única parede (entrada e saída de ar), o dimensionamento, o pé-direito e a área efetiva da abertura das janelas, que já foram citadas. Os resultados estabelecidos foram semelhantes aos do primeiro estudo, porém a RAH foi reduzida significativamente para o valor de 24,58 (Resultado 1, Figura 14). Os mesmos critérios de avaliação aplicados à Sala 1 foram

reproduzidos ao segundo espaço, que obteve o mesmo padrão de resultados, conforme pode ser observado nas Figuras 13, 14 e 15.

Figuras 13, 14 e 15: Resultados 1, 2 e 3 estabelecidos pelo D-VENT para a sala de Espera para Público e Pacientes 2.



O padrão de observação da primeira sala é mantido para esse recinto. Dessa forma, os dados do projeto não sofrem alterações, porém o entorno agora considerado é Urbano para a quarta análise (Resultado 4, Figura 16). Na quinta investigação é considerada apenas ausência de vegetação. Os resultados encontrados são: a redução da RAH para uma vizinhança Urbana e o PAVN com o Potencial Ruim nas duas observações, conforme Figuras 11 e 12.

Figuras 16 e 17: Resultados 4 e 5 apresentados pelo D-VENT para a sala de Espera para Público e Pacientes 2.



Observa-se que nas duas salas estudadas as condições de conforto térmico não foram alcançadas por meio do PAVN avaliado nesse projeto de referência. O sistema D-VENT indica a utilização de sistemas de sombreamento para as fachadas posicionadas a leste e oeste. O sombreamento restringe ganhos solares de forma passiva e colabora para o CTP. Outras formas desse tipo de restrição solar podem ser empregadas no projeto estudado, como a cobertura para os passeios, os dispositivos de proteção solar externos e os forros ventilados.

Conforme a norma NBR 15.220-3, o resfriamento evaporativo é uma “estratégia de condicionamento térmico passivo” que pode ser adotada em cidades como Brasília (Zona Bioclimática 4). Dessa forma, a presença de vegetação arbórea e arbustiva nas proximidades da edificação contribuem para a boa QAI (por filtrarem agentes poluentes

do ar), reduzem as temperaturas e elevam a umidade relativa do ar, criando um microclima confortável.

Em relação à QAI, os resultados foram satisfatórios na maioria dos cenários testados. A QAI é reduzida sempre que o projeto é analisado em um entorno urbano. Segundo o instrumento de avaliação, as características desse tipo de entorno podem causar problemas na qualidade do ar devido às elevadas concentrações de CO e CO₂ (produzidas por automóveis e por atividades desenvolvidas em centros urbanos), que dificultam o PAVN.

Os resultados apresentados para as RAH foram favoráveis a boa QAI. Na sala de Espera 1, o valor de RAH encontrado foi mais de três vezes superior ao da sala de Espera 2. A ventilação natural cruzada e por convecção favoreceu o aumento do número de RAH. A segunda sala teve os números de RAH comprometidos por dispor das mesmas aberturas tanto para a entrada quanto para a saída da ventilação.

O D-VENT mostrou-se eficiente ao apresentar diferentes resultados do PAVN quando o ambiente estudado sofreu variações no entorno, na presença ou ausência de vegetação, no gabarito da vizinhança e na orientação do edifício. Esse instrumento é de fácil acesso, autoexplicativo, simples manipulação e apresenta resultados rápidos. O Diagrama de Ventilação Natural apresenta, ainda, alertas que possibilitam ao arquiteto a avaliação imediata para possíveis interferências no projeto. A ferramenta utilizada é indicada, a princípio, para habitações, porém foi facilmente adequada para a análise das salas de espera do projeto de referência da UPA Porte III. Os fatores externos e internos ao projeto que interferem no PAVN, na QAI e no CTP podem ser aplicados em ambientes de EAS como sala de esperas, dormitórios de funcionários, refeitórios, salas de reuniões e outros espaços que não são de uso obrigatório do ar condicionado e do controle rigoroso de infecção hospitalar.

9 CONCLUSÃO

A análise do potencial de aproveitamento da ventilação natural (PAVN) do Projeto de Referência recomendado pelo Ministério da Saúde para UPA foi realizada no contexto climático de Brasília, por meio da ferramenta on-line D-VENT.

A Capital Federal apresenta temperaturas, qualidade do ar, velocidade e frequência dos ventos adequados para a utilização da ventilação natural como estratégia para obtenção da boa QAI e do CTP.

Neste artigo foram analisadas duas salas de Espera para Público e Pacientes disponíveis no Projeto de Referência para UPA Porte III. Os resultados foram satisfatórios em relação ao PAVN e a QAI na maioria das análises, porém o CTP pretendido não foi alcançado em nenhum dos cenários avaliados. Estratégias para restringir os ganhos térmicos e para o resfriamento evaporativo foram recomendadas para serem associadas à ventilação natural para o favorecimento do CTP.

Observa-se, neste estudo, que número de RAH é reduzido sempre que o projeto é analisado em um entorno urbano, devido à elevada densidade de ocupação do entorno, que interfere diretamente no fluxo do vento; e as características desse tipo de entorno, que podem causar problemas na qualidade do ar decorrente das elevadas concentrações de CO e CO₂ (produzidas por automóveis e por atividades desenvolvidas em centros urbanos). Nota-se, ainda, que a ausência de vegetação arbórea e arbustiva nas proximidades da edificação reduzem a qualidade e a temperatura do ar, desfavorecendo o PAVN.

Ao comparar os resultados obtidos dos dois ambientes examinados percebe-se que a sala de Espera 1 apresentou o valor de RAH três vezes superior ao da sala de Espera 2. A primeira sala dispõe de uma ventilação natural de forma cruzada e por convecção que favorecem o aumento do número de RAH, já a segunda possui aberturas apenas em uma parede. Observa-se que os fatores internos do projeto - o dimensionamento, o posicionamento e a distribuição das esquadrias - influenciaram diretamente na RAH e na QAI.

A maioria dos resultados apresentados para as RAH, promovidos pela ventilação natural, foram favoráveis à QAI. Diante da emergência de saúde pública de importância internacional causada pelo novo coronavírus (Sars-CoV-2), observa-se que a boa QAI decorrente da RAH é essencial para os EAS para evitar a propagação do vírus e contribuir para o tratamento rápido dessa morbidade. A boa QAI evita, ainda, sintomas da Síndrome do Edifício Doente (SED).

O D-VENT mostrou-se eficiente ao apresentar diferentes resultados do PAVN quando o ambiente estudado sofreu variações. Esse instrumento é de fácil acesso, autoexplicativo, simples manipulação e apresenta resultados rápidos. A ferramenta utilizada é indicada, a princípio, para habitações, porém é facilmente adequado aos ambientes de EAS como sala de esperas, dormitórios de funcionários, refeitórios, salas de reuniões e outros espaços que não são de uso obrigatório do ar condicionado e do controle rigoroso de infecção hospitalar.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas.** Rio de Janeiro, 2003.

AGUIAR, J. R. C. **Desempenho da qualidade do ar em estudos de caso de ambientes hospitalares no contexto climático de Brasília-DF.** 2017. 164 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

AMORIM, C.; BRAGA, K. D. **Métodos e Técnicas para Conforto Ambiental e Reabilitação do Espaço Construído** in REABILITA: Registro de Curso de Especialização à Distância. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. 2. ed. Brasília, 2015.

AMORIM, C.; FERNANDES, J. **Tecnologia e Sustentabilidade para a Humanização dos Edifícios de Saúde:** registro do curso de capacitação em arquitetura e engenharia aplicado a área de saúde, hemoterapia e hematologia – 2º edição. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

ASHRAE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Standard 62: Ventilation for acceptable Indoor Air Quality.** Atlanta, 1999.

ATKINSON, J.; CHARTIER, Y.; PESSOA-SILVA, C.; JENSEN, P.; LI, Y.; SETO, W. **Natural ventilation for infection control in health-care settings.** Geneva: World Health Organization, 2009. 106 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PROGRAMA ARQUITETÔNICO MÍNIMO DO COMPONENTE UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO (UPA 24h), NOS PORTES I, II E III.** Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/images/pdf/2014/novembro/20/Programa-arquitet--nico-m--nimo-UPA-24h.pdf>>. Acesso em: ago. 2020.

BRASIL. Portaria Nº 1.601, de 7 de Julho de 2011. Estabelece diretrizes para a implantação do componente Unidades de Pronto Atendimento (UPA 24h) e o conjunto de serviços de urgência 24 horas da Rede de Atenção às Urgências, em conformidade com a Política Nacional de Atenção às Urgências, 2011.

BRASIL. Portaria Nº 2.048, de 5 de Novembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico dos Sistemas Estaduais de Urgência e Emergência, 2002.

FERNANDES, J. T. **Código de obras e edificações do DF:** inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética. 2009. 249 f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

FRANÇA, Tiffany Nicoli Faria Latalisa; DA SILVA, Mario Alves; CARLO, Joyce Correna. A análise de sensibilidade do POC em edificações naturalmente ventiladas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 91120-91135, 2020.

GOBBI, M. E.; SANTOS, M.; ROLA, S. **Qualidade do ar e ventilação natural no ambiente hospitalar** - o exemplo do edifício Sarah Kubitschek no Rio de Janeiro. 2019. JURADO, S. R.; VIGONETI, M. .; BASSLER, T. C.; RIBEIRO, M. C. .; SANCHEZ, A. .; VALÉRIO, A. . Qualidade do ar interior em hospitais, aeronaves, navios de cruzeiros e o risco de transmissão aérea pelo Coronavírus. **Saúde Coletiva (Barueri)**, [S. l.], v. 10, n. 53, p. 2376-2393, 2020. DOI: 10.36489/saudecoletiva.2020v10i53p2376-2393. Disponível em: <http://www.revistas.mpmcomunicacao.com.br/index.php/saudecoletiva/article/view/575>. Acesso em: 1 set. 2020.

KONDER, Mariana Teixeira; O'DWYER, Gisele. **As unidades de pronto-atendimento na Política Nacional de Atenção às Urgências**. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v. 25, p. 525-545, 2015.

MENEZES, Simone Alves Prado. **Qualidade do ambiente construído: o caso da UPA Samambaia**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UNB, Brasília, 2012.

O'DWYER, Gisele et al. **O processo de implantação das unidades de pronto atendimento no Brasil**. *Revista de Saúde Pública*, v. 51, p. 125, 2017.

QUADROS, M. E. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. 2008. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

ROMERO, M.; SALES, G. L. **Tecnologia e Sustentabilidade para a Humanização dos Edifícios de Saúde: registro do curso de capacitação em arquitetura e engenharia aplicado a área de saúde, hemoterapia e hematologia – 2º edição**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

ROMERO, M.; SOUZA, V. **Construindo um Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Intra-urbano Associados à Ventilação nos Espaços Públicos**. Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo / Revista do Programa de Pós-Graduação da FAU-UnB. Ano 6, n. 4 (novembro/2007). P. 81-94. 2007.

SALES, G. L. **Diagrama de ventilação natural: ferramenta de análise do potencial da ventilação natural no estudo preliminar de projeto**. 2016. 217 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

WARGOCKI, P., SUNDELL, J., BISCHOF, W., BRUNDRETT, G., FANGER, O., GYNTELBERG, F., HANSEN, S., HARRISON, P., PICKERING, A., SEPPANEN, O., WOUTERS, P. **Ventilation and health in non-industrial indoor environments: Report from a European Multidisciplinary Scientific Consensus Meeting**, *International Journal of Indoor Environment and Health*, vol. 12, p. 113 -128, 2002.