

Calidad del aire en la arquitectura para la salud: componentes olfativos y respiratorios para el confort humano

Air quality in healthcare architecture: Olfactory and respiratory components for human comfort

Arq. Dr. Fábio Bitencourt

Professor titular III - Curso de Arquitectura y Urbanismo - Universidade Estácio de Sá. Investigador en el Instituto de Investigación Virtual em Mudanças Globais IVIG/COPPE/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doctor en Ciencias de la Arquitectura (PROARQ/UFRJ-2007); Maestro en Arquitectura especializado en confort humano y eficiencia energética (PROARQ/UFRJ-2002). Postdoctorado en Planificación Estratégica (IVIG/COPPE/UFRJ 2022). Docente e investigador en arquitectura. Miembro del Consejo Ejecutivo de la International Federation of Healthcare Engineering (IFHE) desde 2014. Miembro de la Academia Brasileña de Administración Hospitalaria (ABAH). Autor de numerosas publicaciones en inglés, español y portugués sobre arquitectura hospitalaria, ergonomía, confort humano y sustentabilidad. Correo-e: fabiobiten1@gmail.com/fabio@bitencourt.arq.br

PhD Marcos A. Vasconcelos de Freitas

Geógrafo, Docente de la Universidade do Estado do Rio de Janeiro doctorado en Economie de l'Environnement, École des Hautes Etudes en Sciences Sociales (París, 1994). Profesor del Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ y Coordinador Ejecutivo del Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG/COPPE/UFRJ) (desde 2005), es también Coordinador de la Subred de Energias Renováveis da Rede Clima/MCTIC (desde 2010) y miembro del Conselho Técnico do Fundo Amazônia - CTFA (desde 2013) y director de la Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (desde 2015). Correo-e: mfreitas@ppe.ufrj.br

RESUMEN

El presente estudio destaca aspectos relacionados con el confort aplicados en proyectos arquitectónicos con miras a una mejor comprensión de lo que puede representar la contribución de la calidad del aire en los edificios donde se desarrollan actividades y servicios de salud. También se presentan aspectos históricos relevantes de la antigüedad, relacionando varios documentos y tratados que destacan la importancia del aire en la transmisibilidad de enfermedades y en su papel terapéutico para el cuidado de la salud de las personas. El estudio utilizó la metodología definida como narrativa para establecer el registro de un relato a partir de una serie de hechos conectados en secuencia y con un eje temático a ser alcanzado y esclarecido. Fueron utilizados hechos actuales relacionados con las edificaciones y la pandemia resultante de la enfermedad COVID-19, evidencias técnicas y reglamentarias con documentación oficial de Brasil y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) vinculadas a la importancia de la calidad del aire como factor de seguridad y confort de los usuarios.

DESCRIPTORES

Confort higrotérmico; confort humano; calidad del aire; arquitectura para la salud, arquitectura hospitalaria.

ABSTRACT

The present study highlights aspects related to comfort applied in architectural projects with a view to better understanding what the contribution of air quality can represent to buildings where health care activities and services are carried out. Relevant historical aspects from antiquity are also presented, relating various documents and treaties that highlight the importance of air in the transmissibility of diseases and in its therapeutic role for people's health care. The study used the methodology defined as narrative to establish a record of a story from a series of events connected in sequence and with a thematic axis to be reached and clarified. Current facts related to buildings and the pandemic resulting from the COVID-19 disease, technical and regulatory evidence with official documentation from Brazil and the World Health Organization (WHO) related to the importance of air quality as a factor were used. safety and comfort of the users of these services.

DESCRIPTORS

hygrothermal comfort; human comfort; air quality; architecture for health, hospital architecture.

El presente estudio sobre el confort aplicado en proyectos arquitectónicos para la salud, considera sobre todo los aspectos y enfoques fundamentales para una mejor comprensión de lo que puede representar el aporte de la calidad del aire como objetivo fundamental para las edificaciones donde se desarrollan actividades y servicios de atención a la salud.

Cada vez tenemos menos dudas sobre la afirmación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de que *“el aire limpio es fundamental para la salud”* y que las evidencias científicas han demostrado que *“la contaminación del aire afecta diferentes aspectos de la salud en concentraciones más bajas que las conocidas anteriormente”*. Sin embargo, se ha destacado un hecho importante con la evidencia de que este mismo abordaje *“provoca millones de muertes y la pérdida de años de vida saludable”* (WHO, 2021, p.12).

Durante la realización de la 68ª Asamblea Mundial de la Salud que tuvo lugar en Ginebra en 2015 se adoptó una resolución histórica sobre la calidad del aire y la salud para todo el mundo, cuando se estableció que la contaminación del aire por partícula estaba a la par con otros importantes riesgos para la salud mundial *“como un factor de riesgo de enfermedades no transmisibles como la cardiopatía isquémica, los accidentes cerebrovasculares, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma y el cáncer, y el costo económico que ocasionan. La naturaleza global del desafío exige una respuesta global mejorada”* (WHO, 2015, p. 13).

La contaminación por partículas, también conocida como material particulado, se compone de sólidos microscópicos (gotas líquidas muy pequeñas) que pueden penetrar profundamente en los pulmones y causar graves problemas de salud. Al exponerse a estas pequeñas partículas, las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar y los ancianos tienen mayor riesgo de problemas de salud y, en consecuencia, la necesidad de acceder a los servicios hospitalarios. Incluso para personas en condi-

ciones saludables, la exposición a altos niveles de partículas puede experimentar síntomas temporales de alguna patología respiratoria. Los síntomas pueden incluir: irritación de los ojos, nariz y garganta; tos; flema; opresión en el pecho; y dificultad para respirar. Las personas con mayor riesgo de contaminación por partículas son las personas con enfermedades cardíacas o pulmonar, los adultos mayores, posiblemente porque pueden tener enfermedades cardíacas o pulmonar no diagnosticadas, y los niños (WHO, 2021; EPA, 2014).

El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) había declarado que ya estaba en marcha una pandemia, la COVID-19 *“una enfermedad causada por el coronavirus SARS-CoV-2, que presenta un cuadro clínico que varía desde infecciones hasta graves respiratorias asintomáticas”* (Centro Nacional de Epidemiología, 2022, p. 2). Aunque los primeros coronavirus humanos se aislaron por primera vez en 1937 según la OMS, fue en 1965 cuando se describió el virus como coronavirus, debido al perfil visible al microscopio, que se parece a la forma de una corona. El mismo documento destaca aspectos importantes que deben tenerse en cuenta en los hospitales y otros entornos de atención médica donde se tratará a los pacientes (Bitencourt et al., 2021).

Anticipándose a las soluciones a la pandemia en la que todavía estamos inmersos en 2022, se puede decir que *“un gran número de personas aún vislumbran un futuro moldeado por la ciencia, en el que los expertos aporten soluciones a nuestros problemas sin entorpecer nuestras ambiciones”* (Claeys, 2013, p. 7). Una expectativa de solidaridad resultante del intercambio de creatividad intelectual y científica para un beneficio colectivo (Bitencourt et al., 2021).

En ambientes destinados a servicios de salud, la calidad del aire cumple la posición fundamental de componente estratégico para la realización de actividades y procedimientos en áreas definidas como críticas por su *“ma-*

yor riesgo de transmisión de infecciones, donde se realizan procedimientos de riesgo, con o sin pacientes, o donde se encuentran pacientes inmunodeprimidos” (ANVISA, 2002, p. 112). Una función solidaria y estratégica.

METODOLOGÍA

Para el presente estudio se utilizó la metodología definida como narrativa para establecer el registro de un relato a partir de una serie de hechos conectados en secuencia y con un eje temático a ser alcanzado y esclarecido, tal como lo caracterizan Paiva (2008) y Nunes (2017). La conexión entre la calidad del aire y las necesidades específicas de los ambientes donde se desarrollan los servicios de salud requiere de un conjunto de procedimientos intelectuales y técnicos que permitan la percepción lógica de conocimientos específicos. Y este fue el eje principal.

Para ello se examinaron hechos actuales relacionados con las edificaciones y la pandemia resultante de la enfermedad COVID-19, evidencias técnicas y reglamentarias con documentación oficial de Brasil y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) vinculadas a la importancia de la calidad del aire como factor de seguridad y confort de los usuarios de estos servicios.

El conocimiento y la experiencia de los autores como proyectistas e investigadores del confort en edificaciones para la salud son relevantes, deben ser considerados y “*siempre nos remite a lo aprendido, experimentado, es decir, lo que el individuo experimentó en algún momento*” (Dutra, 2002, p. 372).

La metodología narrativa utilizada aquí también se ve favorecida por una forma contemporánea de comunicación, información accesible y universalizada. Se establece una “*consonancia entre pensar la experiencia y la narrativa como expresión de la misma, lo que nos lleva a elegir la narrativa como técnica metodológica apropiada para estudios que parten de ideas fenomenológicas y existenciales. A través de la*

narración podemos acercarnos a la experiencia, tal como la vive el narrador. El modo de narrar mantiene los valores y percepciones presentes en la experiencia narrada” dando lugar a una mayor y renovada amplitud de conocimiento (Dutra, 2002, p. 373).

REFERENCIAS HISTÓRICAS

Los estudios y las preocupaciones sobre los componentes de la calidad del aire no son un tema reciente, aunque la denominación específica de calidad del aire solo se mencionó a finales del siglo XX.

En el Prefacio de *Notas sobre el hospital*, un libro escrito en 1863, la enfermera anglo-italiana Florence Nightingale hizo la siguiente declaración sobre la importancia de la construcción para la atención médica: “*Puede parecer un principio extraño enunciar como primera y más importante función de un hospital, que no cause ningún daño a la salud del paciente. Es necesario, sin embargo, establecer tal principio, porque la mortalidad real en los hospitales, especialmente en los de las grandes ciudades populosas, es muy superior a cualquier cálculo basado en la mortalidad que tendría la misma clase de enfermedades entre pacientes tratados fuera del hospital*” (Nightingale, 1863, p. iii) (foto 1).

La preocupación por la importancia del aire está registrada en varios documentos y tratados desde las primeras referencias de la antigüedad. En el siglo I a.C. Marco Vitruvius Pólío (Vitruvio) dedica el Primero y Segundo de sus *Diez libros de Arquitectura* a comentar los beneficios y valores que el uso adecuado del viento y del aire podría traer en el entorno construido, en las ciudades y en los edificios, como promotores de salud y enfermedad (Polião, 1999).

A Hipócrates, en el siglo IV a.C. se le atribuye el texto “Aire, Aguas y Lugares” como base de orientación para el médico y para aquellos que quieren saber sobre enfermedades y curas. En lugar de atribuir un origen divino a las enfermedades, analiza sus causas ambientales y sugiere

que consideraciones como el clima, el agua o su situación en un lugar donde los vientos son favorables son elementos que pueden ayudar al médico a evaluar la salud general de sus habitantes: "...Quien quiera investigar correctamente la medicina debe hacer lo siguiente: primero, debe tomar en cuenta las estaciones del año y lo que cada una de ellas puede producir. Porque estos no se parecen en nada, sino que difieren mucho entre sí, incluso en términos de sus cambios. 2. Luego los vientos calientes y fríos, especialmente los comunes a todos los hombres. Luego, los de cada región, los que son autóctonos..." (Cairus, 2005, p. 94).

En cuanto a los principios de cómo se trataban las enfermedades, las Teorías de los Estados de Ánimo en la antigüedad, al igual que la Teoría de los Miasmas que prevaleció hasta la segunda mitad del siglo XIX, sustentan la posibilidad de transmitir enfermedades a través del aire, así como del mismo modo le atribuyen la

posibilidad de su propia curación.

Fue a partir de la década de los años sesenta del pasado siglo cuando se inició la elaboración de estudios científicos encaminados al control de la contaminación en la salud humana, con el objetivo de construir una política dentro de una preocupación ambiental de carácter universal. En 1963, el Congreso de Estados Unidos publicó la Ley de Aire Limpio y transformó esa década en un período de intensas y crecientes actitudes a favor de la investigación y el control de los contaminantes del aire. La publicación de ese instrumento legal preveía una agenda de actividades e incentivos para la creación de programas de investigación sobre problemas relacionados con la calidad del aire. En 1967, el Decreto de Control de Calidad del Aire (*Air Quality Control Act*) estableció los parámetros que limitaban las emisiones de contaminantes atmosféricos y elevó el problema a nivel federal (EPA, 2014; Mirzoeff, 2005).

Foto 1. Florence Nightingale en el Hospital Scutari durante la Guerra de Crimea. Litografía coloreada por William Simpson, 'Una guardería en el Hospital de Scutari', 1856.



Fuente: Wellcome Library, Reference 245666j, 2022.

En 1970 se creó la Environmental Protection Agency (EPA), organismo norteamericano encargado de la política y la investigación en temas ambientales, que en menos de una década se convirtió en uno de los organismos internacionales más importantes e influyentes del mundo en lo que se refiere al tema (Wargocki, 2000; Maroni, 2004; Luginah et al, 2005; Mirzoeff, 2005; Vergani, 2011; EPA, 2014).

En este período es evidente que la frontera de investigación acerca de los numerosos peligros del aire en ambientes interiores y exteriores está representada por diminutas partículas de materia. Según un artículo publicado en 2004: "...Una gran cantidad de encuestas epidemiológicas realizadas en todo el mundo han revelado que las variaciones diarias en la concentración de partículas de aire finas y ultrafinas en áreas urbanas están asociadas con tasas variables de morbilidad y mortalidad en la población general" (Maroni, 2004, p. 2).

Así, para establecer la calidad del ambiente construido se deben considerar decisiones de diseño que van desde el impacto de la implantación del edificio en el suelo –en función de las condiciones de ventilación natural y la orientación solar– hasta el diseño y disposición del mobiliario y su correspondiente aporte ergonómico a la actividad a desarrollar.

Desde el inicio de su desarrollo, la ingeniería de climatización ha comenzado a considerar la climatización artificial como una variable de confort indispensable. De esta manera, los ambientes acondicionados artificialmente se ponen a disposición de la humanidad desde la década de los años treinta del siglo pasado, aunque los principios básicos del ciclo de refrigeración fueron desarrollados por N. L. S. Carnot, en Francia, en 1824, año en que se publicó su teoría termodinámica (Yamane y Saito, 1986).

Los hospitales tienen sectores muy diferentes, tanto en cuanto a sus atribuciones como en cuanto a sus actividades. Las actividades desarrolladas en los establecimientos de salud se caracterizan por la correspondencia con la

descripción sinóptica de la organización técnica del trabajo en la atención de la salud. Por lo tanto, este conjunto de atribuciones admite varias composiciones que se refieren a las tipologías de los establecimientos de salud, donde cada composición establecida definirá, además, la estructura funcional del edificio y de los servicios de salud a ser prestados (ANVISA, 2002).

CONFORT Y CALIDAD DEL AIRE

Para el establecimiento de la seguridad sanitaria y la convivencia humana en cuanto al confort respiratorio en el espacio interior de los ambientes sanitarios, se ha venido exigiendo paulatinamente criterios técnicos de valores y parámetros referentes a la calidad del aire. Tal consideración amplía su justificación en la medida en que la propia legislación determina la instalación obligatoria de condiciones de climatización artificial en los ambientes hospitalarios.

Los reglamentos y requisitos para la implementación de condiciones especiales de control higrotérmico proyectan la necesidad de instalar un sistema complejo de equipos y componentes, tuberías, filtros, que pueden resultar en el empeoramiento del control y de la propia operación.

En los establecimientos asistenciales para la salud (EAS) y de acuerdo con la clasificación funcional de las actividades hospitalarias prevista en la legislación oficial del Ministerio de Salud de Brasil a través de la Resolución del Consejo Colegiado de Administración-RDC nº 50 del 21/02/2002 (ANVISA, 2002a) y de la RDC nº 307 del 14/11/2002 (ANVISA, 2002b), la exigencia de control de calidad del aire y confort higrotérmico debe cumplir con los parámetros de la Resolución-RE nº 9, del 16/10/2003 (ANVISA, 2003). En esta Resolución, además de los requisitos legales que determinan como obligatoria la instalación de condiciones de climatización artificial, se definen los Estándares de Referencia de Calidad del Aire.

Si bien la referida RE nº 9 cubre ampliamente todos los “ambientes artificiales de climatización de uso público y colectivo que ya existen y los que se instalarán” (ANVISA, 2003, p.1), se manifiesta la posibilidad de contaminación en ambientes hospitalarios con evidencia mucho más cerca de sus usuarios. Tal sensibilidad física se vuelve mucho más sensible para los pacientes sometidos a acciones invasivas y también para aquellos hospitalizados en áreas críticas o semicríticas.

En los centros quirúrgicos y obstétricos, específicamente, las condiciones de ventilación deben promover, de manera prioritaria, la remoción de bacterias del aire y evitar su ingreso cuando provengan de áreas de circulación y otras áreas internas del hospital. Sin embargo, además de este aspecto, hay que considerar la función igualmente importante de proporcionar confort y calidad higrotérmica a los usuarios del entorno.

Más recientemente, el 6 de agosto de 2021, la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT) completó una importante revisión iniciada en 2012 para la Norma Brasileña (NBR) 7256 sobre Tratamiento de Aire en Instalaciones de Salud (EAS)- Requisitos para el diseño y ejecución de instalaciones. Esta Norma había sido publicada inicialmente en 1982 como la primera y más importante regulación sobre el tema en Brasil en ese momento. Entre los principales objetivos de la NBR 7256 (ABNT, 2021) se puede destacar: la orientación técnica para la elaboración de proyectos de control y tratamiento de aire, un vínculo con el compromiso de contribuir a la reducción de la transmisión de microorganismos patógenos y, en consecuencia, a minimizar el riesgo de transmisión de infecciones a través del aire en ambientes interiores de áreas de atención de la salud. La complejidad de los servicios, la fragilidad y exposición de los pacientes y otros usuarios en las condiciones de convivencia en estos entornos recomiendan estrategias asistenciales y técnicas que pueden ser fundamentales desde la planificación

del edificio hospitalario. Sin embargo, la preocupación por el ciclo de vida del edificio y la comodidad de las personas que trabajan allí regularmente no deben ser objeto de ninguna consideración.

OLORES, SUSTANCIAS QUÍMICAS Y CONDUCTIVIDAD

La percepción de los olores es uno de los factores que permiten al ser humano comprender y relacionarse con el medio ambiente, siendo de fundamental importancia para una buena calidad de la convivencia humana. Los servicios de salud, especialmente los hospitalarios, suelen caracterizarse por sus emanaciones olorosas debido a las sustancias químicas y las actividades que allí se desarrollan, en un escenario impregnado de sensaciones, donde las percepciones olfativas son intensas, aunque ligadas a diversos factores y facilitadores.

Evidencias resultantes de investigaciones en el área de la arquitectura para la salud y la medicina en varios trabajos publicados suponen que un mejor juicio acerca de las emanaciones olfativas en el hospital puede permitir una mayor atención a los olores como fenómeno determinante de contribución a la atención terapéutica en salud. Reflexionar sobre las concepciones, interpretar el sentido y comprender el significado de los olores en la atención al paciente hospitalizado, así como sus inferencias fisiológicas y emocionales, es una función de responsabilidad colectiva que trasciende los límites de los profesionales de la salud (Bitencourt, 2014; Vergani, 2011; Maroni, 2004; Wargocki et al., 2000; WHO, 2000). Esto incluye identificar las fuentes de los fenómenos de olor, los impactos de las sustancias químicas –categorizándolos según el material de origen– y establecer procedimientos para el tratamiento de los problemas relacionados con los daños y problemas de salud que eventualmente puedan producir. Agravaciones que también pueden estar relacionadas con el riesgo de incendio derivado de chispas electros-

táticas combinadas con determinadas sustancias químicas. En cuanto al componente higro-térmico –que incluye la necesidad intrínseca de controlar la humedad del aire, entre otros aspectos, la capacidad de reducir el riesgo de chispas electrostáticas– puede considerarse como un fundamento complementario de su función.

Las chispas electrostáticas pueden ser consideradas como una de las preocupaciones más relevantes a tener en cuenta en la planificación y seguridad de instalaciones edilicias en áreas críticas y semicríticas de un edificio hospitalario. La combinación de electricidad y diversos gases medicinales así como otras sustancias químicas, pueden causar daños físicos al quemar a los pacientes e incluso al profesional de la salud que esté operando equipos eléctricos, electrónicos o electromecánicos.

Para garantizar la seguridad ante este problema todo hospital que cuente con áreas críticas debe tener acondicionado un sistema eficiente de protección contra descargas eléctricas, a través del control de conductividad y “un sistema de puesta a tierra que tenga en cuenta la equipotencialidad de las masas metálicas expuestas en una instalación” (ANVISA, 2002, p. 103). Para ello, también deben ser consideradas las normas de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas-ABNT nº 13534 y las Normas Brasileñas NBR 5410 y 5419, conforme a lo recomendado por esa Resolución RDC nº50.

Se infiere, por tanto, según determina la referida legislación, la necesidad de utilizar material de revestimiento de suelos con función de conductividad de dichas descargas electrostáticas cuando se utilicen mezclas anestésicas inflamables con oxígeno (O₂) o con óxido nitroso (N₂O). Por tanto, algunos de los diferentes ambientes que componen un centro quirúrgico (quirófanos, sala de inducción preanestésica, sala de recuperación posanestésica) o cualquier otro que realice procedimientos anestésicos deberían incluirse en esta condición obligatoria.

LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS

La condición humana, estrictamente oxígeno dependiente, establece la coexistencia con organismos aeróbicos que, a su vez, facilita condiciones de transferencia y transmisión por vía aérea y que pueden dar lugar a situaciones importantes de contaminación por esta vía.

Las infecciones respiratorias ocupan un lugar especial entre las infecciones que se pueden presentar en el ámbito hospitalario, además de ser responsables por aproximadamente entre 13%-20% de todas las enfermedades que puedan derivarse de ese ambiente, según estudios para el control de la infección nosocomial realizados, entre otros, por investigadores del Canadian Institute for Health Information y la Universidad de Windsor, ambos en Ontario, Canadá (CDC, 2004 y 2005; EPA, 2014; Anvisa, 2009; Luginaah et al., 2005; Ayliffe, 1998; Couto et al., 1997; Silva et al., 1997). También vale la pena mencionar dos aspectos importantes que pueden establecer este tipo de infecciones: por un lado, afectan con frecuencia a pacientes y usuarios con baja resistencia y que casi siempre se encuentran hospitalizados en unidades críticas o semicríticas del hospital. Por otro lado, pueden ser extremadamente costosos para la institución en cuanto a los costos derivados del aumento de la estancia en la ocupación de camas hospitalarias y porque constituyen “reservorios de bacterias multirresistentes” (Silva et al., 1997, p. 267).

Desde el punto de vista epidemiológico, las infecciones respiratorias están directamente asociadas “a la mortalidad, que varía entre 20% y 75%” (Anvisa, 2009, p. 168). La referencia a las infecciones respiratorias, sin embargo, no debe restringirse a la neumonía “sino también a otras infecciones de las vías respiratorias bajas, incluyendo bronquitis, traqueobronquitis y traqueítis” (Anvisa, 2009, 168).

Los sistemas de ventilación y climatización, si bien tienen especial importancia en el control bacteriológico, no se limitan a esta tarea.

El control de olores, temperatura y humedad del aire, además del agotamiento de sustancias químicas, representará una actividad de fundamental importancia en el papel de brindar confort y seguridad al ambiente hospitalario (EPA, 2014; Bitencourt, 2004).

La contaminación biológica de los sistemas de aire acondicionado puede por tanto representar uno de los problemas más complejos entre los medios de transferencia de patógenos en el entorno hospitalario. También las características físicas de los equipos electromecánicos, materiales y componentes químicos utilizados, junto con el agua de condensación en algunos tramos de la red de distribución de aire permiten el crecimiento y la distribución de diversos microorganismos. En este caso muchas veces se incluyen áreas críticas y semicríticas, ambientes que deberían estar en condiciones de total exención del impacto de tales contaminantes (Carmo y Prado, 1999).

A partir de la década de los años cincuenta, cuando se hicieron evidentes las manifestaciones de contaminación microbiológica en las unidades hospitalarias de los Estados Unidos de América y Europa, la necesidad de la evaluación técnica del origen, así como de los métodos profilácticos, también se hizo igualmente urgente y común.

Según la Agencia de Protección Ambiental-EPA, se reconoce que los agentes biológicos en el aire interior causan tres tipos de enfermedades humanas: infecciones, hipersensibilidad y toxicidad. Las infecciones son enfermedades causadas por microorganismos que invaden los tejidos humanos, como el resfriado común o la tuberculosis; la hipersensibilidad es provocada por una activación específica del sistema inmunitario, y la toxicidad ocurre cuando las toxinas producidas por estos agentes provocan efectos nocivos directos (Carmo, 1999; Silva, 1997; Moroni, 2004; Vergani, 2011; Luginah, 2005).

Aunque existe una preocupación cada vez mayor y justificada sobre la calidad del aire interior, particularmente en entornos de atención

médica, existe cierta evidencia de que los resultados de microbiología de laboratorio apuntan a fallas repetidas para aislar dichos microorganismos en cultivos de aire obtenidos durante las investigaciones de brotes epidémicos. Según el microbiólogo Ricardo Guimarães, de la Universidad Federal de Minas Gerais-UFMG, “aunque tales situaciones puedan ser atípicas, son convincentes como evidencia negativa” (Guimarães, 1997, p. 141).

Por otro lado, el mismo autor comenta la alta probabilidad de que los hongos, especialmente del género *Aspergillus sp.* –causantes de la segunda infección fúngica más común que requiera hospitalización– así como los *Mucor sp.* y *Fusarium* tienen un gran potencial de transmisión a través de los sistemas de aire acondicionado de los hospitales (Guimarães, op. cit.).

Las especies de hongos que tienen la capacidad de crecer y acumularse en interiores o en equipos de manejo de aire son diferentes de las que crecen en plantas u hojas. La condensación y la acumulación de agua permiten el crecimiento de muchos hongos que pueden causar o inducir alergias u otros problemas que no son fácilmente detectables por los procedimientos médicos comunes.

Los hospitales se diferencian de otras instalaciones en el hecho relevante de que su entorno debe mantenerse siempre en condiciones higiénicas que puedan evitar la propagación de bacterias y virus patógenos. Estos ambientes deben, por tanto, dividirse en sectores específicos y aislados para evitar la contaminación cruzada de áreas por efecto de la difusión del aire cuando está cargado de microorganismos.

La legislación brasileña, a través de la RDC nº 50 del Ministerio de Salud (AVINSA, 2002a), exige la elaboración y presentación formal de un programa básico de instalaciones de aire acondicionado y ventilación mecánica para el edificio hospitalario que, con el objetivo de compatibilizar el estudio preliminar arquitectónico con los principales lineamientos a adoptar en el desarrollo del proyecto, contiene los siguientes aspectos:

- Propuesta de las áreas a aclimatar (refrigeración, calefacción, humidificación, presurización, ventilación y cámara de frío);
- Descripción básica del sistema de aire acondicionado, mencionando: filtros, agua fría, aire “auto”, etc.;
- Previsión de consumo de agua;
- Pronóstico de consumo de energía eléctrica;
- Elaboración del perfil de carga térmica;
- Elaboración del estudio técnico y económico comparativo de las alternativas técnicas del sistema;
- Ubicación de la sala de máquinas central según los sistemas propuestos;
- Preubicación del sistema de distribución de energía eléctrica, plomería de los ductos y redes de agua en cuadros esquemáticos unifilares de la alternativa propuesta.

Los sectores de ambientes de salud que cuentan con aire acondicionado para fines de confort –como salas administrativas y salas de hospitalización– deben cumplir con los índices de temperatura y humedad especificados en la norma de la ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7256-Tratamiento del Aire en Establecimientos de Asistencia para la Salud (EAS)-Requisitos para el diseño y ejecución de establecimientos, actualizado el 8 de agosto de 2021 (ABNT, 2021).

La revisión de esta Norma aportó la relevancia de su aplicación obligatoria a los edificios de salud nuevos y a los que serán renovados, asegurando así que el tratamiento del aire se realice de la manera adecuada. La norma determina cuáles son las prácticas de seguridad a seguir para garantizar un aire adecuado para los ambientes relacionados con el cuidado de la salud. Se refiere a la necesidad de cuidar las condiciones del aire en cada uno de los lugares clasificados como recepción, proyección, ambientes para tratamientos como Unidades de Cuidados Intensivos, baños, aislamiento, entre otros.

CONSIDERACIONES FINALES

En varios estudios realizados sobre la calidad del aire en ambientes de salud, un registro frecuente refiere evidencias de que la mejora y el control de los sistemas de ventilación y aire acondicionado resultan en una reducción significativa de casos de enfermedades respiratorias (WHO, 2004; 2020). Los sistemas eficientes de filtración de aire pueden contribuir directamente a la prevención de la aspergilosis y otros hongos en el aire. Sin embargo, se pueden considerar otros procedimientos recomendados como los siguientes:

- Evitar remodelaciones o actividades generadoras de polvo en áreas hospitalarias.
- Al realizar reformas, adecuación de ambientes, instalación de muebles y otras actividades contaminantes, tratar de evitar en lo posible que el aire con polvo de estas tareas llegue a los pacientes.
- Proteger con mascarillas de alta eficacia a los pacientes, con especial énfasis a los pacientes inmunocomprometidos.
- Evitar el uso de perfumes, desodorantes y aerosoles.
- Evaluar cuidadosamente el uso de componentes químicos necesarios para la limpieza y desinfección de revestimientos y materiales y equipos.
- Evaluar cuidadosamente los sistemas de Aire comprimido; de Vacío, de Gases medicinales y Oxígeno.

El aire de las áreas con problemas de contaminación u olores debe expulsarse a las áreas exteriores y no recircularse en otras áreas. En casos especiales y bajo condiciones específicas, las condiciones de agotamiento deben implementarse directamente para las áreas externas, ya que la limpieza y el tratamiento del aire pueden representar el mantenimiento de componentes contaminantes que recirculan por el ambiente (Bitencourt, 2021; WHO, 2020; ANVISA, 2002).

En áreas críticas de entornos sanitarios, los sistemas HVAC (refrigeración o calefacción) deben poder mantener la temperatura media recomendada en todos los puntos del entorno teniendo en cuenta que ciertos tratamientos y circunstancias de atención médica requieren que los pacientes permanezcan desnudos y sin

ninguna protección contra las variaciones higrotérmicas, lo que requiere un ambiente con una temperatura adecuada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas (2021). *Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS)-Requisitos para projeto e execução das instalações*. NBR 7256. Norma Brasileira. Terceira edição, Rio de Janeiro, 08/08/2021.
- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1998). Portaria nº 3523 de 28/08/1998. Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados.
- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2002a). Resolução-RDC nº 50 de 21/02/2002. Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Ministério da Saúde, Brasília.
- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2002b). Resolução-RE-nº 307 del 14/11/2002. Modifica la Resolución-RDC nº 50 de 21/02/2002. Ministério da Saúde, Brasília: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0307_14_11_2002.html
- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2003). Resolução-RE nº 9 de 16/01/2003. Orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Ministério da Saúde, Brasília.
- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2009). *Infecções do Trato Respiratório para prevenção de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde*. Brasília. Disponible en: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/caderno-4-medidas-de-prevencao-de-infeccao-relacionada-a-assistencia-a-saude.pdf>
- Ayliffe, G. A. J. et al. (1998). *Controle de Infecção Hospitalar. Manual prático*. Rio de Janeiro. 3ª edición. Livraria e Editora Revinter Ltda. 1998.
- Bitencourt, F. (2004). "Qualidade do ar e conforto higrotérmico em centros obstétricos", in: *Saúde e Arquitetura*. Caminhos para a humanização dos ambientes hospitalares. Organizado por: Mauro Santos e Ivani Bursztyn. Rio de Janeiro: Senac Rio, 2004.
- Bitencourt, F. (Red.) (2014). *Conforto Ambiental em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Brasília:

- <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual-conforto-ambiental-em-estabelecimentos-assistenciais-de-saude.pdf/view>
- Bitencourt, F.; Silva, E. y Vilas-Boas, D. (2021). "Emergency healthcare architecture in Brazil", *IFHE Digest* 2021, Kent, United Kingdom, pp. 77-79. Consultado el 16 enero de 2022 en: <https://content.yudu.com/web/1u-0jl/0A1umgt/IFHE-Digest-2021/html/index.html?page=76&origin=reader>.
- Camargo, Celina de Arruda et al. (1972). "Descontaminação químico-microbiológica em ambientes hospitalares por meio de purificador iônico", *Revista Brasileira de Enfermagem*. BIREME-Biblioteca Virtual em Medicina. IBDEF id: 4180, 1972, pp. 185-192.
- Cairus, H. F. (2005). "Ares, águas e lugares", en: Cairus, H.F. y Ribeiro Jr., W.A. Textos hipocráticos: o doente, o médico e a doença [online]. História e Saúde collection. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, pp. 91-129.
- Carmo, A. T. y Prado, R. T. A. (1999). Qualidade do ar interno. São Paulo, EPUSP-Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Civil.
- CDC-Centers for Disease Control and Prevention. Agency for Toxic Substances and Disease Registry-ATSDR. (2004). Clinical, Epidemiologic, and Virologic Features of SARS-CoV. Public Health Guidance for Community-Level Preparedness and Response to Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) Version 2. 2004. Consultado el 19 enero de 2022 en: Core Document - Appendix 1 - Clinical, Epidemiologic, and Virologic Features of SARS-CoV (cdc.gov).
- CDC-Centers for Disease Control and Prevention (2005). ToxFAQs™ Agency for Toxic Substances and Disease Registry-ATSDR para Radón. Consultado el 23 diciembre de 2022 en: <https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/estfacts145.html>
- Claeys, Gregory (2013). *Utopia: A História de uma Ideia*. Trad. Pedro Barros. São Paulo, Edições SESC/SP.
- Couto, R. C.; Pedrosa, T. M. G.; Nogueira, J. M. (1997). *Infecção Hospitalar, Epidemiologia e Controle*. São Paulo, Medsi Editora Médica e Científica Ltda., 1997.
- Dutra, E. (2002). "A narrativa como uma técnica de pesquisa fenomenológica", *Estudos de Psicologia*, 2002, 7 (2), p. 371-378. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil
- Consultado el 11 enero de 2023 en: <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2002000200018>.
- EPA-U.S. Environmental Protection Agency (2014). *Air Quality Index Aqi & Health. A Guide to Air Quality and Your Health*. USA, February, 2014. Consultado el 19 enero de 2022 en: <https://www.airnow.gov/air-quality-and-health/your-health/>
- Guimarães, Ricardo de Lacerda (1997). "Microbiologia aplicada ao controle das infecções hospitalares" en Couto, R. C. et al., 1997.
- Luginaah, I. N. et al. (2005). Association of Ambient Air Pollution with Respiratory Hospitalization in a Government-Designated "Area of Concern": The Case of Windsor, Ontario. *Environmental Health Perspectives*, v.113, nº 3, pp. 290-296, março 2005.
- Maroni, M. (2004). "Indoor air quality and occupational health, past and present", *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia*, Oct.-Dec. 2004, pp.353-363. Dipartimento di Medicina Del Lavoro, Università degli Studi di Milano. Consultado el 19 diciembre de 2022 en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15584445/>
- Mirzoeff, N. (2005). Visual Culture and Health Posters. Profiles in Science. National Library of Medicine. Consultado el 19 diciembre de 2022 en: <http://profiles.nlm.nih.gov/VC/Views/Exhibit/narrative/environment.html>

- Nightingale, F. (1863). *Notes on Hospitals*. Longman, Green, Longman, Roberts, and Green. London, UK, 1863. Consultado el 19 diciembre de 2022 en: <https://archive.org/details/cu31924012356485>.
- Nunes, L. S.; De Paula, L.; Bertolassi, T. y Faria Net, A. (2017). "A análise da narrativa como instrumento para pesquisas qualitativas", *Revista Ciências Exatas*, 2017, Vol. 23, Nº1, p. 9-17. Consultado el 11 enero de 2023 en: (3) (PDF) A análise da narrativa como instrumento para pesquisas qualitativas (researchgate.net).
- Paiva, Lúcia Menezes de O. (2008) "A pesquisa narrativa: uma introdução", *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 8 (2), 2008. Universidade Federal de Minas Gerais. Consultado el 11 febrero de 2023 en: <https://www.scielo.br/j/rbla/a/gPC5BsmLqFS7rdRWmSrDc3q/?lang=pt#>.
- Polião, M. V. (1999). *Vitrúvio. Da Arquitetura*. Tradução e notas: Marco Aurélio Lagonegro -São Paulo: Hucitec; Fundação para a Pesquisa Ambiental.
- Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis (2022). *Conduções de Laboratório e Normas de Segurança-Síndrome Respiratória Aguda Grave-SRAG*. Nota Técnica Nº 31/2022-CGPNI/DEIDT/SVS/MS. Ministério da Saúde, Brasil, Consultado el 21 enero de 2022 en: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/notas-tecnicas/2022/nota-tecnica-31-2022-cgpni-deidt-svs-ms.pdf>
- Silva, E. U. et al. (1997). "Prevenção de Pneumonia" In: Couto, R. C.; Pedrosa, T. M. G. y Nogueira, J. M. *Infecção Hospitalar, Epidemiologia e Controle*. São Paulo, Medsi Editora Médica e Científica Ltda., 1997, 530 p.
- Vergani, C. (2011). *La percezione della qualità dell'aria negli ambienti interni*. SNPA, 2011, 22 p. Consultado el 19 enero de 2022 en: <http://www.ariacube.com/pubbli/percezione%20IAQ%20negli%20ambienti%20interni.pdf>
- Wargocki, P.; Wyon, D. P.; Fanger, O. (2000). "Productivity is affected by the air quality in offices". International Centre for Indoor Environment and Energy, Technical University of Denmark. *Proceedings of Healthy Buildings 2000*, v. 1, pp. 635-640.
- WHO-World Health Organization (2000). *The right to healthy indoor air : report on a WHO meeting, Bilthoven, The Netherlands 15-17 May 2000*. Consultado el 5 enero de 2023 en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/108327>
- WHO-World Health Organization (2004). *Guidelines for the global surveillance of severe acute respiratory syndrome (SARS) Updated recommendations*. October 2004. Consultado el 25 enero de 2023 en: [https://www.who.int/publications/i/item/who-guidelines-for-the-global-surveillance-of-severe-acute-respiratory-syndrome-\(-sars\)](https://www.who.int/publications/i/item/who-guidelines-for-the-global-surveillance-of-severe-acute-respiratory-syndrome-(-sars))
- WHO- World Health Organization (2015). 68ª Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra, 18 al 26 de mayo de 2015. Consultado el 25 enero de 2023 en: <https://www.paho.org/es/68-asamblea-mundial-de-la-salud>
- WHO-World Health Organization (2020). *Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected Interim guidance January 2020 0125*. 1-3 (2020). Consultado el 21 diciembre de 2022 en: [https://scholar.google.es/scholar?q=,+Infection+prevention+and+control+during+health+care+when+novel+coronavirus+\(nCoV\)+infection+is+suspected+Interim+guidance&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.es/scholar?q=,+Infection+prevention+and+control+during+health+care+when+novel+coronavirus+(nCoV)+infection+is+suspected+Interim+guidance&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- WHO-World Health Organization (2021). *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. 22 September 2021, 290 pp. Consultado el 25 enero de 2023 en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- Yamane, E. y Saito, H. (1986). *Tecnologia do condicionamento de ar*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.