REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AR EM AMBIENTES CLIMATIZADOS EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

MICROBIOLOGICAL AIR QUALITY IN AIR-CONDITIONED ENVIRONMENTS AT A UNIVERSITY HOSPITAL

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN AMBIENTES CON AIRE ACONDICIONADO EN UN HOSPITAL UNIVERSITARIO

José Soares do Nascimento
Agrônomo pela Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFPB), Mestre em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Doutor em Energia na Agricultura (UNESP), Prof. Titular em Microbiologia, Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: jsnufpel@hotmail.com

Alyson Rafael Silva
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: alysonsilva12014@gmail.com

Marcello Henrique da Silva Ferreira
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail:marcello.henrique@academico.ufpb.br

Nayara Francisca de Sousa Reis
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: nayara.reis@academico.ufpb.br

Laís Pinheiro Braga
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

E-mail: Lais.braga2@academico.ufpb.br

Luiz Gabriel Ferreira Soares
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: lgfs2@academico.ufpb.br

Ahias Silva Paiva
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: ahias.paiva@academico.ufpb.br

Emilly Jayane Aquino Brito
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: britoemilly123@gmail.com

Joyce Camille Ladislau de Almeida
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: camilleladislau@gmail.com

Pedro Aquino Lopes
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: pedro.lopes@academico.ufpb.br

Maria do Socorro Paixao de Oliveira Neta
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: mdspon@academico.ufpb.br

Maria das Graças Oliveira Silva
Graduando em Biomedicina pelo Departamento de Ciências Biomédicas/Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
E-mail: mdgos@academico.ufpb.br

Resumo

As infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) representam um grave problema de saúde pública, com aumento da morbidade, mortalidade, custos hospitalares e do tempo de internação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

Ambientes hospitalares, em especial as Unidades de Terapia Intensiva, são locais críticos em que a qualidade do ar desempenha um papel central na prevenção de infecções. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica do ar em diferentes ambientes internos de um hospital universitário em João Pessoa, PB. Foram realizadas coletas por meio de impactador de ar, utilizando placas de Petri com meio ágar Sabouraud, seguindo os critérios estabelecidos pela ANVISA. Os resultados evidenciam a presença de fungos anemófilos em níveis variáveis, refletindo as particularidades de cada ambiente e os fatores inerentes a cada um. Conclui-se que o monitoramento microbiológico contínuo é fundamental para a melhoria da qualidade ambiental em hospitais e, possivelmente, para a redução dos riscos de IRAS.
Palavras-chave: Qualidade microbiológica do ar; Infecções hospitalares; Fungos anemófilos; Controle microbiológico; Saúde pública.

Abstract

Healthcare-associated infections (HAIs) represent a serious public health problem, increasing morbidity, mortality, hospital costs, and length of stay. Hospital environments, especially Intensive Care Units, are critical locations where air quality plays a central role in infection prevention. This study aimed to evaluate the microbiological air quality in different indoor environments of a university hospital in João Pessoa, Paraíba, Brazil. Samples were collected using an air impactor equipped with Petri dishes containing Sabouraud agar medium, in accordance with criteria established by ANVISA (Brazilian Health Regulatory Agency). The results show the presence of anemophilous fungi at varying levels, reflecting the particularities of each environment and inherent factors. It is concluded that continuous microbiological monitoring is fundamental for improving environmental quality in hospitals and potentially reducing the risks of HAIs.
Keywords: Air quality; Healthcare-associated infections; Airborne fungi; Microbiological control; Public health.

Resumen

Las infecciones asociadas a la atención sanitaria (IAAS) representan un grave problema de salud pública, incrementando la morbilidad, la mortalidad, los costos hospitalarios y la duración de la estancia. Los entornos hospitalarios, especialmente las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), son lugares críticos en los que la calidad del aire desempeña un papel fundamental en la prevención de infecciones. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica del aire en distintos ambientes interiores de un hospital universitario en João Pessoa, Paraíba, Brasil. Las muestras se recolectaron mediante un impactador de aire que contenía placas de Petri con medio de agar Sabouraud, según los criterios establecidos por la ANVISA (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria de Brasil). Los resultados muestran la presencia de hongos anemófilos en distintos niveles, lo que refleja las particularidades de cada ambiente y sus factores inherentes. Se concluye que el monitoreo microbiológico continuo es fundamental para mejorar la calidad ambiental en los hospitales y, potencialmente, reducir los riesgos de IAAS, mejorar la calidad ambiental en los hospitales y reducir potencialmente los riesgos de IAAS.
Palabras clave: Calidad microbiológica del aire; Infecciones hospitalarias; Hongos anemófilos; Control microbiológico; Salud pública.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

1. INTRODUÇÃO

As infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS), de acordo com o Ministério da Saúde (MS), na Portaria nº 2616/98, são aquelas adquiridas após a admissão do paciente e que se manifestam durante a internação ou após a alta, desde que possam ser relacionadas à hospitalização ou a procedimentos hospitalares (BRASIL, 1998). Tal entrave representa um grave problema de saúde pública, pois aumenta a morbidade e a mortalidade, eleva os custos hospitalares e prolonga o tempo de internação. Por exemplo, no Brasil, estudos de 2017 apontam taxas de IRAS de cerca de 10,8% em hospitais participantes de um estudo multicêntrico, principalmente decorrentes de infecções associadas a dispositivos invasivos nas Unidades de Terapia Intensiva (ANVISA, 2020, p.3).

Nesse viés, a avaliação da qualidade do ar em ambientes hospitalares revela-se um fator crítico, visto que microrganismos aerotransportados, principalmente fungos anemófilos, atuam, com frequência, como agentes infecciosos, gerando agravos respiratórios em pacientes alérgicos e em imunossuprimidos. Além disso, são considerados indicadores da qualidade do ar ambiental, sugerindo que o aumento da população fúngica indica a presença de algum fator que contribui para isso e predispõe a outros agentes infecciosos. Esses organismos eucarióticos, heterotróficos e amplamente distribuídos no ambiente, incluem leveduras e fungos filamentosos, cuja principal via de dispersão é o ar atmosférico. Os propágulos podem ser transportados a longas distâncias pelo vento, favorecendo a colonização de novos substratos e, ao mesmo tempo, representando risco clínico em ambientes fechados.

Os fungos desempenham um papel essencial no equilíbrio ambiental, pois atuam como decompositores e participam da reciclagem de matéria orgânica no solo, liberando nutrientes. Devido à liberação de conídios facilmente aerotransportados, auxiliam na rápida colonização de diferentes substratos. A sua presença e diversidade no ar refletem diretamente a qualidade atmosférica, podendo indicar poluição, umidade excessiva ou degradação ambiental (LOBATO *et al.*, 2009, p.22). No âmbito clínico, além das diversas manifestações alérgicas do trato respiratório, os fungos anemófilos podem causar intoxicações e infecções, como otites e infecções oculares (CORDEIRO et al., 2021, p.2). No ambiente hospitalar, esses fungos colonizam diferentes locais, sendo os gêneros mais comuns *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp.,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

Paecilomyces sp., *Penicillium* sp. e *Scopulariopsis* sp., e, com menor frequência, *Candida* sp., *Rhodotorula* sp., *Cryptococcus* sp. e *Trichosporon* sp. tradicionalmente, alguns são considerados não patogênicos e outros potencialmente patogênicos, tais microrganismos podem se tornar agentes de infecção em indivíduos imunocomprometidos ou após grandes exposições aos seus propágulos (RÊGO; SANTOS, 2015). A concentração fúngica varia conforme fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, pressão barométrica, nebulosidade, direção e velocidade do vento, radiação solar e as estações do ano (SOUZA; ANDRADE; LIMA, 2013). No ambiente hospitalar, cada setor poderá apresentar condições que favoreçam maior ou menor concentração desses fungos, em especial: a qualidade e a frequência da sanitização dos aparelhos de ar-condicionado, a frequência de transeuntes, o tipo e a frequência de higienização do piso e dos móveis, infiltrações, poeiras etc. O entorno da edificação também deve ser considerado um fator agravante, assim como a sazonalidade.

No ambiente hospitalar, esses fungos colonizam diferentes locais, sendo os gêneros mais comuns *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp. e *Scopulariopsis* sp., e com menor frequência *Candida* sp., *Rhodotorula* sp., *Cryptococcus* sp. e *Trichosporon* sp. Tradicionalmente alguns são considerados não patogênicos e outros potencialmente patogênicos, tais microrganismos podem se tornar agentes de infecção em indivíduos imunocomprometidos ou após grandes exposições aos seus propágulos (RÊGO; SANTOS, 2015). A concentração fúngica varia conforme fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, pressão barométrica, nebulosidade, direção e velocidade do vento, radiação solar e estações do ano (SOUZA; ANDRADE; LIMA, 2013). No ambiente hospitalar, cada setor poderá apresentar condições que favoreçam maior ou menor concentração desses fungos, em especial, a qualidade e frequência na sanitização dos aparelhos de ar condicionados, a frequência de transeuntes, o tipo e frequência de higienização do piso e móveis, infiltrações, poeiras etc. O entorno da edificação também deve ser considerado um fator agravante, bem como a sazonalidade.

Na década de 1970, com a expansão de edifícios climatizados sem entrada de ar externo, surgiram as primeiras queixas sobre a qualidade do ar interno, o que deu

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

origem ao termo *Síndrome do Edifício Doente (SED)*. Essa condição corresponde a um conjunto inespecífico de sintomas associados à qualidade do ar em edificações não industriais, com tendência a desaparecer quando os indivíduos deixam de frequentar o local (QUADROS *et al.*, 2009). A SED é de difícil caracterização e frequentemente atribuída à má qualidade do ar interno.

Com o objetivo de prevenir e controlar infecções, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução RE nº 09, de 16 de janeiro de 2003, estabeleceu critérios técnicos para a higienização e a manutenção de equipamentos de climatização artificial (ANVISA, 2003). Essa norma considera 750 UFC/m³ como o valor máximo aceitável de fungos na amostragem ativa (QUADROS *et al.,* 2009). Houve uma nova atualização da RE nº 09, em 2023 (NBR 17037 de 25 de abril de 2023 e de 2024) com pequenas alterações nas Normas Técnicas. Um dos pontos críticos ainda não sanados na NBR 17037 é a distinção entre certos ambientes, pois ambientes hospitalares, fábricas de alimentos e de medicamentos e outros setores precisam de maior controle; os valores de referência não deveriam ser os mesmos usados em repartições comuns.

Além da relevância ecológica, os fungos anemófilos possuem grande importância clínica, visto que seus esporos podem provocar alergias respiratórias e, em alguns casos, produzir metabólitos tóxicos, que causam micotoxicoses, especialmente transmitidas por alimentos e ração animal mal armazenados, intensificam processos inflamatórios e agravam sintomas como irritação das mucosas e fadiga. As micotoxinas têm potencial carcinogênico e podem levar a óbitos.

Diante disso, o monitoramento de fungos anemófilos em hospitais é relevante não apenas por seu potencial patogênico, mas também por seu valor como bioindicadores ambientais. A análise da sua presença pode subsidiar estratégias de biossegurança e políticas de vigilância em saúde, reforçando a inter-relação entre a qualidade ambiental e a prevenção de IRAS.

2. OBJETIVOS

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

2.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade microbiológica do ar em 10 ambientes internos de um hospital universitário localizado na cidade de João Pessoa-PB, com ênfase na detecção e caracterização de fungos anemófilos, com fins de verificar se o ambiente climatizado está adequado.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar e caracterizar os principais gêneros de fungos anemófilos presentes nos diferentes setores do hospital.
- Comparar a concentração e diversidade fúngica entre ambientes internos hospitalares.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho teve como alvo um hospital universitário localizado na cidade de João Pessoa-PB, e a pesquisa foi realizada no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Ciências Biomédicas do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

As coletas foram realizadas conforme determina a NBR 17037, em 10 espaços diferentes do referido hospital: 1. Sala de cirurgia, 2. URPA, 3. Cirurgia de emergência, 4. Nutrição parenteral, 5. Internação DIP, 6. UTI pediátrica, 7. UTI adulto, 8. UTI neonatal, 9. CME e 10. Farmácia clínica. As amostragens ocorreram no dia 22 de julho de 2025, no período matutino, das 8h às 12h, com características climáticas típicas do inverno, sob condições habituais de funcionamento do hospital. Ressalta-se que, embora todos os ambientes estivessem em atividade, nem todos se encontravam em uso no momento da coleta, como, por exemplo, a sala de cirurgia. As captações foram realizadas em uma única amostra por setor, por meio de um método ativo, semelhante às análises de rotina preconizadas pela ANVISA, utilizando um Impactador Bioaerossol de estágio 1, modelo CF-6 (tipo Andersen, com bomba de amostragem com taxa de fluxo de 28,3 L/min). A cápsula de coleta foi posicionada em um tripé a 1,5 m de altura, contendo meio de cultura ágar Sabouraud Dextrose em placa de Petri, sendo uma placa por amostragem. O tempo de amostragem foi de 10 minutos, em conformidade com os parâmetros descritos na ABNT NBR 17037 (ABNT, 2024). A coleta externa seguiu as mesmas determinações na área próxima ao hospital. Em

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

todos os locais, a coleta foi realizada apenas uma vez e, exceto no local externo, todos os locais coletados eram fechados e possuíam ar-condicionado.

Além disso, a concentração de CO_2 , a temperatura e a umidade de cada espaço foram medidas com o uso de um termômetro-higrômetro portátil.

As culturas foram incubadas em estufa a 25 °C por até 7 dias. As amostras foram analisadas, realizando-se a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), enquanto, para a identificação dos gêneros fúngicos, utilizaram-se a técnica da fita adesiva e o microcultivo dos fungos, com base na morfologia microscópica das estruturas reprodutivas.

3.1 Contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC)

A contagem de UFC foi realizada para determinar a população de fungos filamentosos e de leveduras formadas em cada placa de Petri. Para isso, a população fúngica foi calculada com base no número de colônias, considerando a vazão e o tempo de coleta, conforme estabelece a NBR 17037 (ABNT, 2023). Na contagem, considerou-se o valor de referência aceitável: a população fúngica máxima de 750 UFC/m³.

A razão I/E foi calculada a partir do número de colônias do ambiente interno dividido pelo do ambiente externo, resultando em um índice que indica se o ambiente está ruim (maior que 1,4) ou bom (menor que 1,5).

A fórmula utilizada para a conversão de número de colônias por placa em unidades formadoras de colônias por metro cúbico (UFC/m^3).

$$UFC/m^3 = N \times 1000/Q \times t$$

Onde:

N = número de colônias contadas na placa

Q = vazão do amostrador (em L/min) = 28,3 L/min

t = tempo de coleta (em minutos) = 10 minutos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

1000 = fator de conversão de litros para m³

3.2 Identificação dos gêneros fúngicos

As colônias de fungos submetidas à identificação foram apenas as filamentosas. As leveduras foram apenas quantificadas. As técnicas de fita adesiva e de microcultivo foram empregadas para a observação de estruturas fúngicas ao microscópio óptico. Inicialmente, foi realizada a técnica da fita adesiva, na qual um recorte de fita foi pressionado sobre uma das colônias da placa de Petri e, em seguida, foi colocado sobre uma lâmina de microscopia com uma gota de corante azul de algodão (lactofenol). Esse procedimento foi realizado em todas as colônias de fungos filamentosos presentes nas placas de Petri. As lâminas preparadas foram observadas ao microscópio óptico, nas objetivas de 10x a 40x.

O microcultivo foi realizado segundo a técnica da fita adesiva, também para todas as colônias de fungos filamentosos. Para isso, lâminas de microscopia foram posicionadas em placas de Petri, contendo papel-toalha úmido para a formação de uma câmara úmida. No centro de cada lâmina, foi colocado um fragmento de 0,5 cm do meio de cultura no qual foi repicada a colônia a ser analisada, e a lâmina foi coberta com uma lamínula. A câmara úmida foi incubada por até cinco dias e, posteriormente, prepararam-se as lâminas. No preparo, foi colocada uma gota de corante lactofenol azul de algodão sobre uma nova lâmina e coberta com a lamínula usada na câmara úmida. As lâminas preparadas foram observadas ao microscópio óptico, nas objetivas de 10x a 40x.

Vale ressaltar que, embora a identificação tenha sido realizada conforme preconizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, com base nas características micromorfológicas, a abordagem, mesmo que amplamente utilizada, pode apresentar limitações na distinção entre espécies morfologicamente semelhantes, o que, em alguns casos, pode impedir a identificação em nível de espécie e restringir seu uso a uma metodologia de triagem.

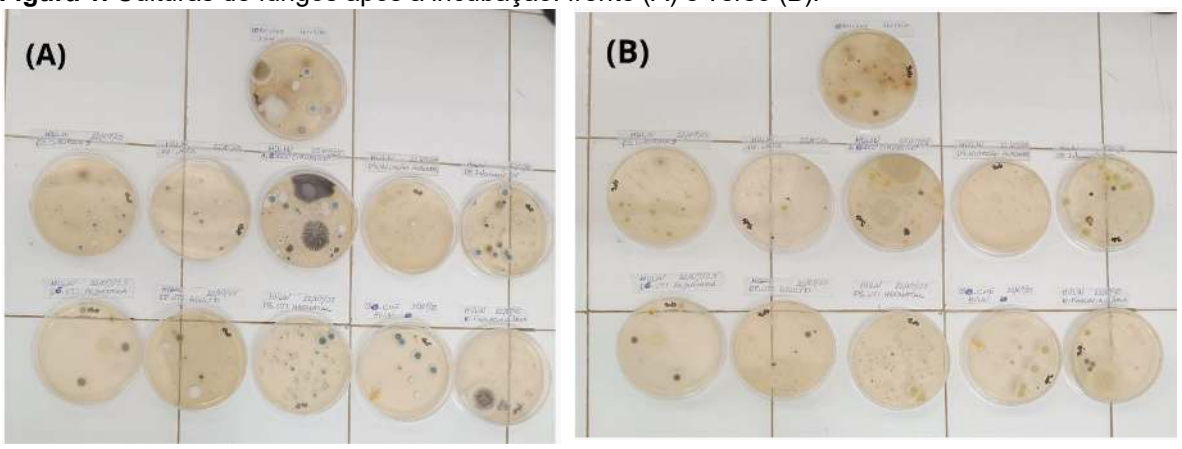
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

As culturas obtidas a partir dos ambientes coletados (Figura 1), apresentaram crescimentos fúngicos em todos os ambientes, com variações em quantidade e diversidade.

Figura 1. Culturas de fungos após a incubação: frente (A) e verso (B).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

A população fúngica em todos os ambientes analisados foi inferior a 750 UFC/m³ (Tabela 1), considerada aceitável conforme a NBR 17037 (ABNT, 2023).

Tabela 1: Número de colônias, população fúngica e parâmetros de classificação dos ambientes coletados.

Nº	Local de amostragem	Nº colônias/Placa de Petri	População fúngica (UFC/m³)	Razão I/E	Classificação do ambiente (Condição)
00	EXTERNO	81	(<750 = aceitável) (>750 = impróprio)	-	(I/E< 1,5= Boa; ≥ 1,5=Ruim)
01	Sala de cirurgia	111	394	1,4	Boa
02	URPA	93	330	1,1	Boa
03	Cirurgia de emergência	88	311	1,1	Boa
04	Nutrição parenteral	78	277	1,1	Boa
05	Internação DIP	123	436	1,5	Ruim

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

06	UTI pediátrica	41	145	0,5	Boa
07	UTI adulto	81	287	1,0	Boa
08	UTI neonatal	196	695	2,4	Ruim
09	CME	27	96	0,3	Boa
10	Farmácia clínica	79	280	1,0	Boa

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

Os resultados obtidos no hospital universitário indicaram que todos os ambientes apresentaram concentrações de fungos anemófilos inferiores ao limite máximo de 750 UFC/m³, estabelecido pela ANVISA como parâmetro de aceitabilidade (ANVISA, 2003). Os setores classificados como ambientes ruins foram a UTI neonatal, com 695 UFC/m³, seguida da Internação DIP (436 UFC/m³), com razão I/E acima de 1,5. Entre os ambientes classificados como bons, destacaram-se o CME (96 UFC/m³) e a UTI pediátrica (145 UFC/m³). Observa-se que, embora a maioria dos setores se mantenha dentro dos valores considerados aceitáveis, áreas críticas apresentam níveis próximos ao limite máximo estabelecido.

Um estudo realizado por Gonçalves et al. (2017) obteve resultados semelhantes ao avaliar a qualidade microbiológica do ar em uma UTI no Brasil; encontrou concentrações de fungos variando entre 200 e 700 UFC/m³, destacando que a maior densidade de pessoas e a ventilação inadequada contribuíram para os valores mais elevados. De forma semelhante, Cordeiro et al. (2021) observaram que as enfermarias hospitalares apresentavam médias de 300 a 600 UFC/m³, com a presença de Aspergillus spp. e Penicillium spp. Os principais indicativos da influência da qualidade do ar na colonização de superfícies e de equipamentos.

Em revisão integrativa, Suehara et al. (2023) apontaram que a maioria dos estudos brasileiros sobre fungos aerotransportados em hospitais registra valores médios entre 200 e 800 UFC/m³, com destaque para UTIs e enfermarias como ambientes de maior risco.

Estudos internacionais também relataram achados semelhantes. Ha et al. (2021), ao avaliarem ambientes hospitalares sob diferentes condições de ventilação, verificaram que as concentrações fúngicas tendem a permanecer abaixo de 500 UFC/m³ em setores com sistemas de climatização em manutenção, mas podem ultrapassar 700 UFC/m³ em enfermarias superlotadas.

Estes estudos explicitam que os dados observados no Hospital Universitário encontram-se em consonância com os observados em outros locais de prestação de serviços na área da saúde, tanto nacionais quanto internacionais.

A razão interna/externa (I/E) é um parâmetro amplamente utilizado para avaliar a qualidade microbiológica do ar em ambientes climatizados, pois compara a concentração de microrganismos em áreas internas à do ar externo. Valores inferiores

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

a 1,5 indicam boa qualidade, enquanto valores iguais ou superiores a 1,5 apontam para condições desfavoráveis, segundo critérios técnicos estabelecidos pela ANVISA (2003). No presente estudo, a maioria dos setores do hospital apresentou razão I/E inferior a 1,5, classificados como bons segundo a NBR 17037, exceto a Internação DIP (1,5) e a UTI Neonatal (2,4), consideradas ambientes com qualidade comprometida.

De forma complementar, Suehara et al. (2023), em revisão integrativa sobre a prevalência de fungos aerotransportados no Brasil, apontaram que a razão I/E elevada é mais comum em UTIs e enfermarias do que em setores de menor risco, indicando que ambientes de assistência crítica apresentam maior vulnerabilidade à colonização fúngica do ar. Essa observação é consistente com os resultados da presente pesquisa, na qual a UTI neonatal foi o setor com maior comprometimento.

Por outro lado, pesquisas internacionais, como as de Ha et al. (2021), evidenciam que ambientes hospitalares que mantêm sistemas de ventilação adequados, com trocas regulares de ar e manutenção frequente dos filtros, tendem a apresentar razões I/E inferiores a 1, inclusive em áreas críticas. Observa-se que, embora o controle total da contaminação microbiana seja difícil em hospitais, medidas simples, como a renovação do ar, o monitoramento contínuo e a manutenção dos sistemas de climatização, podem reduzir significativamente a relação I/E.

A razão I/E é um índice importante; no entanto, se o valor externo for elevado devido a algum fator específico, isso pode resultar em um índice baixo, o que mascara a situação real do ambiente analisado.

Em síntese, os resultados do hospital em estudo alinham-se às pesquisas nacionais que destacam a importância da razão I/E como indicador de biossegurança hospitalar. A identificação de gêneros fúngicos com base na morfologia apresenta várias limitações como a não formação de estruturas reprodutivas, a perda de material em função do tempo de análise, e a impossibilidade de identificar a nível de espécie pela similaridade das estruturas reprodutivas entre fungos do mesmo gênero, entretanto foi possível a identificação na maioria dos locais coletados, com a exceção das placas da sala de cirurgia e da UTI pediátrica que não foram identificadas por falta de pessoal e disponibilidade de tempo. Houve predomínio de leveduras em alguns setores, bem como de colônias não identificáveis devido às limitações metodológicas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

e de infraestrutura analítica disponíveis (Quadro 1).

Quadro 1: Gêneros fúngicos identificados em cada sala analisada

01	**Cirurgia**	**%**	06	**UTI pediátrica**	**%**
	Colônias não identificadas	100		Colônias não identificadas	100
	Total (111 col.= UFC/m³)	**100**		**Total (41 col.= 145 UFC/m³)**	**100**
02	**URPA**	**%**	07	**UTI adulto**	**%**
	Colônias não identificadas	100		*Aspergillus* spp.	1,3
				Cladosporium spp.	6,2
				Fusarium spp.	2,5
				Leveduras	90,1
				Colônias não identificadas	0,0
	Total (93 col.= UFC/m³)	**100**		**Total (81 col.= 287 UFC/m³)**	**100**
03	**Cirurgia de emergência**	**%**	08	**UTI neonatal**	**%**
	Aspergillus spp.	2,3		*Aspergillus* spp.	18,9
	Cladosporium spp.	3,4		*Cladosporium* spp.	2,6
	Penicillium spp.	17,1		*Penicillium* spp.	2,0
	Leveduras	17,1		Leveduras	74,5
	Colônias não identificadas	60,1		Colônias não identificadas	2,0
	Total (88 col.= 311 UFC/m³)	100		**Total (196 col.= 695 UFC/m³)**	**100**
04	**Nutrição parenteral**	**%**	09	**CME**	**%**
	Cladosporium spp.	4,4		*Paecilomyces* spp.	3,7
	Penicillium spp.	3,3		*Penicillium* spp.	55,5
	Leveduras	16,6		Leveduras	7,4
	Colônias não identificadas	75,7		Colônias não identificadas	33,4
	Total (78 col.= 277 UFC/m³)	100		**Total (27 col.= 96 UFC/m³)**	**100**
05	**Internação DIP**	**%**	10	**Farmácia clínica**	**%**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

Aspergillus spp	13,0
Cladosporium spp.	3,3
Penicillium spp.	4,9
Não identificados	3,3
Leveduras	12,1
Colônias não identificadas	63,7
Total (123 col.= 436 UFC/m³)	**100**

Aspergillus spp.	2,5
Cladosporium spp.	7,6
Paecilomyces spp.	5,1
Penicillium spp.	1,3
Leveduras	60,7
Colônias não identificadas	22,8
Total (79 col.= 280 UFC/m³)	**100**

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Os gêneros identificados foram Aspergillus spp., Cladosporium spp. Fusarium spp. Paecilomyces spp. e Penicillium spp. Em alguns setores, a maioria das colônias permaneceu não identificada, como na nutrição parenteral (75,7%) e na cirurgia de emergência (60,1%), por estes fungos não apresentarem estruturas reprodutivas observáveis. Destaca-se a presença de Fusarium spp. na UTI de adulto e de Paecilomyces spp. no CME e na farmácia clínica. Nos setores de cirurgia, de URPA e de UTI pediátrica, as colônias não foram identificadas.

A identificação realizada neste estudo não foi conduzida em nível de espécie, o que limita a caracterização taxonômica mais precisa dos isolados, incluindo as leveduras, que foram apenas quantificadas e não identificadas em nível taxonômico devido às limitações metodológicas e de infraestrutura analítica disponíveis. Nesse sentido, destaca-se a relevância de estudos futuros que incluam abordagens complementares, como métodos moleculares, capazes de ampliar a resolução taxonômica da microbiota fúngica ambiental e de contribuir para uma melhor compreensão de sua diversidade em ambientes hospitalares. Em um estudo no Hospital Universitário de Pelotas – RS, foram identificados sete gêneros fúngicos: Penicillium spp ., Aspergillus spp ., Cladosporium spp ., Fusarium spp ., Paecilomyces spp ., Curvularia spp. e Alternaria spp., além de Zigomicetos e micélio estéril. Aspergillus spp. (13,92%) foi o gênero fúngico predominante no período da manhã, e o gênero Cladosporium spp. (13,92%) no período da tarde, ambos foram identificados em um dos dois turnos avaliados (GONÇALVES et al., 2017, p.266).

Na unidade hospitalar do Cabo de Santo Agostinho-PE, dentre os gêneros encontrados, Aspergillus spp. e Penicillium spp. foram os que apresentaram

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

prevalência no ar das enfermarias da clínica médica da unidade de saúde analisada. Além de outros, como: Cladosporium spp., Alternaria spp. e Acremonium spp. (CORDEIRO et al., 2021, p.4)

No centro cirúrgico e nas unidades de terapia intensiva adulto e neonatal em hospital de Araraquara-SP, os gêneros mais frequentemente isolados foram Cladophialophora spp ., Fusarium spp ., Penicillium spp ., Chrysosporium spp. e Aspergillus spp.(MARTINS-DINIZ et al. , 2005, p.402)

Comparativamente, todos esses apresentam gêneros fúngicos em comum com o hospital universitário de João Pessoa, com variações no grupo total de gêneros identificados e na porcentagem, mas ainda mantendo, entre eles, a maior incidência de Aspergillus spp. e Penicillium spp.

Essa presença constante reforça o papel desses gêneros como principais indicadores do ar em ambientes internos hospitalares.

A leitura dos parâmetros ambientais que contribuem para a proliferação de fungos anemófilos (Tabela 2) mostrou que os valores de CO_2 variaram de 199 ppm (CME) a 1.438 ppm (UTI adulto), com destaque para níveis elevados em setores críticos como UTI adulto e UTI neonatal, acima do valor de referência de 700 ppm. A temperatura manteve-se dentro da faixa recomendada (21–26°C), mas a umidade relativa apresentou valores acima do ideal (35–65%) em todos os setores, variando de 68 a 77,3%.

Tabela 2: Dados ambientais: gás carbônico, temperatura e umidade do ar

Ordem	Locais	CO_2 (p.p.m.)*	Temperatura (ºC)	Umidade (%)
	Parâmetros	**700**	**21-26**	**35-65**
	Externo	**373**	-	-
1	Cirurgia	240	24,0	75,7
2	URPA	401	24,6	77,3
3	Cirurgia de emergência	280	24,8	63,7
4	Nutrição parenteral	281	24,3	73,0
5	Internação DIP	540	24,4	75,5

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

6	UTI pediátrica	751	24,8	72,2
7	UTI adulto	1438	25,3	70,7
8	UTI neonatal	863	24,4	72,1
9	CME	199	25,7	68,0
10	Farmácia clínica	346	24,6	73,2

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

*Leitura real de CO_2 em cada setor = Valor obtido na leitura externa - Valor obtido na leitura interna

Três dos valores excederam, em vários setores, o valor de referência comumente adotado para ambientes ocupados (≈700–800 ppm).

Estudos recentes apontam que a medição de CO_2 é um indicador prático da ventilação e da carga ocupacional em ambientes hospitalares e que leituras persistentemente elevadas (acima de 800–1000 ppm) estão associadas à ventilação inadequada em enfermarias e UTIs, sendo descritas na literatura como associadas ao acúmulo de bioaerossóis (HA et al., 2021; WILSON et al., 2024). Este estudo não avaliou diretamente a ventilação dos ambientes, nem a carga ocupacional, os quais podem ser explorados em estudos futuros.

As temperaturas de todas as salas se mantêm dentro da faixa aceitável, o que as torna o parâmetro ambiental mais consistente entre os avaliados. A literatura técnica e normativa enfatiza que sistemas de climatização podem manter a temperatura, mas, sem projeto e manutenção adequados de renovação e filtragem, não solucionam os problemas de concentração de contaminantes e de microrganismos em suspensão (ANVISA, 2003). Não constitui, isoladamente, um indicador suficiente da qualidade do ambiente.

A umidade relativa do ar apresentou-se consistentemente elevada no hospital em estudo (68–77,3%), acima do intervalo ideal frequentemente citado (≤ 65%). Revisões e estudos sobre aerobiologia mostram que parâmetros meteorológicos e ambientais — incluindo umidade relativa — influenciam a liberação e a suspensão de esporos fúngicos; dependendo do tipo de esporo e do mecanismo de liberação, umidades elevadas podem favorecer a sobrevivência e a persistência de bioaerossóis em ambientes fechados, sendo associadas, na literatura, a maiores concentrações de bioaerossóis (MARTINEZ-BRACERO et al., 2022).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

Considerando os níveis elevados de umidade relativa observados em todas as salas e sua influência sobre a dinâmica de bioaerossóis, esse parâmetro configura um elemento relevante para a interpretação dos níveis de carga fúngica observados, à luz da literatura, merecendo maior atenção em investigações futuras.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu avaliar a qualidade microbiológica do ar em diferentes ambientes de um hospital público localizado em João Pessoa-PB, destacando a variação das concentrações fúngicas entre os setores, com base nos parâmetros normativos estabelecidos pela ANVISA. Em termos gerais, os resultados são satisfatórios; entretanto, setores críticos, como a UTI neonatal e a Internação DIP, apresentam razões I/E qualificadas como ruins segundo a NBR 17037, além de níveis elevados de CO_2 e de umidade.

Ainda que essas concentrações não ultrapassem os limites normativos, a presença contínua de bioaerossóis em setores críticos deve ser interpretada com cautela, considerando a maior suscetibilidade de pacientes imunossuprimidos. Nesse contexto, hipotetiza-se que a UTI neonatal e a Internação DIP possam representar ambientes de maior risco biológico, devido ao perfil clínico dos pacientes atendidos, mesmo dentro dos padrões aceitáveis de UFC/m³. Dessa forma, ressalta-se a necessidade de estudos adicionais e de monitoramento contínuo desses parâmetros, a fim de compreender melhor sua relação com a qualidade do ar hospitalar e subsidiar estratégias de controle ambiental e de biossegurança voltadas à proteção de pacientes vulneráveis.

Entre os fungos identificados, foram observados gêneros como *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp., que incluem espécies frequentemente descritas na literatura como de importância oportunista em determinados contextos clínicos.

Quanto à temperatura do ar, embora permaneça dentro da faixa recomendada (21–26 °C) em todos os setores avaliados, esse parâmetro, isoladamente, não é suficiente para inferir a qualidade do ar interno. A literatura técnica e normativa indica que sistemas de climatização podem manter o controle térmico mesmo na ausência de condições adequadas de renovação e filtragem do ar.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

Assim, a manutenção da temperatura dentro dos valores recomendados neste estudo indica apenas o adequado controle térmico dos ambientes, não sendo possível, com base neste parâmetro isolado, avaliar o desempenho do sistema de ventilação ou a eficiência da renovação do ar.

Dessa forma, em conjunto, os achados observados, como CO_2 elevado em áreas críticas, umidade acima do ideal e população fúngica, indicam problemas de otimização da ventilação e de manutenção dos sistemas de controle da umidade relativa, sendo, contudo, necessárias investigações adicionais para aprofundar essa relação no contexto estudado.

Embora limitado pela identificação morfológica dos isolados, o estudo contribuiu para o fortalecimento das práticas de biossegurança em ambientes hospitalares e evidenciou a relevância de investigações complementares, em especial aquelas baseadas em ferramentas moleculares, capazes de conferir maior precisão à identificação dos microrganismos e à avaliação dos riscos associados aos fungos anemófilos. Nesse contexto, destaca-se a pertinência da implementação contínua de políticas de vigilância e controle ambiental como componente essencial para a prevenção de infecções relacionadas à assistência à saúde.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CFU/UFC – Colony Forming Units / Unidades Formadoras de Colônia
CME – Centro de Material e Esterilização
CO_2 – Dióxido de carbono
DIP – Doenças Infecciosas e Parasitárias
IRAS – Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde
MS – Ministério da Saúde
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora
SED – Síndrome do Edifício Doente

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

URPA – Unidade de Recuperação Pós-Anestésica

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente — padrões referenciais.* Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). *Como constituir e estruturar um Programa de Prevenção e Controle de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS).* 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/2020_1_ebook_m1_iras.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). *Resolução-RE nº 09, de 16 de janeiro de 2003. Padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.* Brasília: ANVISA, 2003. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE_09_2003_.pdf. Acesso em: 27 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº 2.616, de 12 de maio de 1998.* Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616_12_05_1998.html. Acesso em: 22 set. 2025.

CORDEIRO, P. A. dos S.; SIQUEIRA, G. K. R.; DA SILVA, W. M. T.; VIEIRA, P. D. de S. Fungos anemófilos associados ao ambiente das enfermarias em unidade hospitalar do Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil. **SaBios – Revista de Saúde e Biologia**, v. 16, n. 1, p. 1–8, 2021.

GONÇALVES, C. L. et al. Airborne fungi in an intensive care unit. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 2, p. 388–395, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.15015.

HA, W. et al. Use of carbon dioxide measurements to assess ventilation and airborne infection risk. **Environmental Health Perspectives**, v. 129, n. 5, p. 57012, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ajic.2021.11.017.

LOBATO, R. C.; VARGAS, V. de S.; SILVEIRA, E. S. Sazonalidade e prevalência de fungos anemófilos em ambiente hospitalar no Sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/05/2026 - **Accepted:** 24/06/2026
Vol: 13.15
DOI: 10.66104/v2pw1t97
Pages: 1-22

Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, v. 11, n. 2, p. 21–28, 2009.

MARTINS-DINIZ, J. N. et al. Monitoramento de fungos anemófilos e de leveduras em unidade hospitalar. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 3, p. 398–405, 2005. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.06016.

MARTÍNEZ-BRACERO, M. et al. Airborne fungal spore review, new advances and implications for health. **Atmosphere**, v. 13, n. 6, p. 939, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/atmos13060939.

QUADROS, M. E.; LISBOA, E. M.; OLIVEIRA, V. L.; SCHIRMER, W. N. Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 30, n. 1, p. 38–52, 2009.

RÊGO, C. de M.; SANTOS, F. da S. Ocorrência de fungos anemófilos e sua relação com fatores abióticos em Barreiras, Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 4, 2015. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114721. Acesso em: 18 ago. 2025.

SOUZA, A. L. S. de; ANDRADE, L. N. L. de; LIMA, C. F. de. Variabilidade sazonal de fungos anemófilos e fatores climáticos associados. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 27, p. 15–26, 2013.

SOUZA, P. M. S. de; ANDRADE, L. N. L. de; LIMA, C. F. de. Pesquisa, isolamento e identificação de fungos anemófilos em restaurantes self-service do centro de Maceió/AL. **Caderno de Graduação – Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 3, p. 147–154, 2013. Disponível em: https://periodicos.grupotiradentes.com/cdgsaude/article/view/1086. Acesso em: 18 ago. 2025.

SUEHARA, M. B. et al. Prevalence of airborne fungi in Brazil and correlations with respiratory diseases and fungal infections: integrative review. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, n. 7, e00046222, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-311XPT046222.

WILSON, N. M. et al. Quantifying hospital environmental ventilation using carbon dioxide: implications for airborne infection control. **Anaesthesia**, v. 79, n. 3, p. 327–334, 2024. DOI: https://doi.org/10.1111/anae.16261.