









# Hongos anemófilos aislados de bibliotecas de instituciones de enseñanza de la Región Nordeste de Brasil

## Anemophilous fungi isolated from libraries of educational institutions in the Northeast of Brazil

Davi Porfirio da Silva<sup>1</sup>, Rodrigo José Nunes Calumby<sup>1</sup>, Lais Nicolly Ribeiro da Silva<sup>1</sup>, Jayane Omena de Oliveira<sup>1</sup>, José Rafaelly Gaia de Sousa<sup>2</sup>, Delane Cristina da Silva<sup>2</sup>, Rossana Teotônio de Farias Moreira<sup>1</sup>, Maria Anilda dos Santos Araújo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil

<sup>2</sup> Centro Universitário Cesmac, Maceió, Alagoas, Brasil

<sup>3</sup> Centro Universitário Tiradentes, Maceió, Alagoas, Brasil

### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** Los estudios sobre microbiota anemófila de bibliotecas de evidencia amplían la variedad de hongos, incluidos los potencialmente patógenos, ofreciendo riesgos ocupacionales y manifestaciones alérgicas a sus clientes habituales. **OBJETIVO:** Evaluar la ocurrencia de hongos anemófilos en bibliotecas de instituciones educativas de educación básica y superior de la ciudad de Maceió, Estado de Alagoas, Brasil. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Se obtuvieron muestras ambientales de la exposición de 55 placas de Petri que contenían agar Sabouraud con cloranfenicol en tres bibliotecas de tres instituciones educativas. Las colonias fúngicas resultantes fueron sometidas a identificación por asociación de aspectos macroscópicos y microscópicos, utilizando microcultivos. También se utilizaron ensayos fenotípicos complementarios. **RESULTADOS:** De las 55 muestras analizadas, se obtuvieron 351 unidades formadoras de colonias (UFC), de las cuales 331 (94,3%) correspondieron a hongos filamentosos y 20 (5,7%) a levaduriformes. Las especies de hongos filamentosos más frecuentes fueron *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. y *Curvularia* sp., especialmente un mayor predominio de *Penicillium* sp. en una biblioteca cuyo ambiente no tenía aire acondicionado, con 80 (22,7%) UFC. **CONCLUSIÓN:** Los resultados de este estudio evidencian amplia variedad de hongos con potencial patógeno y toxigénico, que pueden desencadenar procesos alérgicos, ratificando así la importancia de establecer protocolos de higiene y de desinfección en ese tipo de ambiente.

**Palabras clave:** Hongos; Conteo de Colonia Microbiana; Bibliotecas.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Studies on airborne mycobiota from libraries show a wide variety of fungi, including those potentially pathogenic, offering occupational risk and allergic manifestations to their visitors. **OBJECTIVE:** To evaluate the occurrence of anemophilous fungi in libraries of educational institutions of basic and higher education in the city of Maceió, Alagoas State, Brazil. **MATERIALS AND METHODS:** Samples of the air were obtained from the exposure of 55 Petri dishes containing Sabouraud agar with chloramphenicol in three libraries of three educational institutions. The resulting fungal colonies were subjected to identification through the association of macroscopic and microscopic aspects, using microculture. Complementary phenotypic assays were also performed. **RESULTS:** A total of 351 colony-forming units (CFU) were obtained from the 55 analyzed samples, of which 331 (94.3%) were filamentous fungi and 20 (5.7%) were yeasts. The most frequent filamentous fungus species were *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., and *Curvularia* sp., with a greater predominance of *Penicillium* sp. in a library that was not acclimatized, with 80 (22.7%) CFU. **CONCLUSION:** The results of this study show a great diversity of fungi with pathogenic and toxigenic potential, which can trigger allergic processes, thus confirming the importance of establishing hygiene and disinfection protocols in this type of environment.

**Keywords:** Fungi; Microbial Colony Count; Libraries.

### Correspondencia / Correspondence:

Maria Anilda dos Santos Araújo

Centro Universitário Tiradentes

Av. Comendador Gustavo Paiva, 5017. Bairro: Cruz das Almas. CEP: 57038-000 – Maceió, Alagoas, Brasil – Tel.: +55 (82) 3311-3100

E-mail: fungosanilda@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Los hongos son organismos eucariotas, heterótrofos, unicelulares o pluricelulares, ampliamente distribuidos en la naturaleza, que se encuentran en el aire atmosférico, el suelo, el agua, los vegetales, los escombros en general, en los alimentos, en el hombre y en otros animales<sup>1,2,3,4</sup>. La propagación de estos microorganismos puede ocurrir en varias formas. Cuando esta propagación se produce a través del aire, se denominan hongos anemófilos u hongos alergénicos, cuyas esporas son aeroalérgenos, responsables por manifestaciones respiratorias, que pueden asumir un carácter oportunista en hospedadores inmunocomprometidos o sometidos a una alta exposición<sup>1,4</sup>.

La concentración de hongos anemófilos en el ambiente depende de varios factores, entre estos destacan el tipo de climatización interior, la intensidad de la actividad humana y otros aspectos ambientales, como la corriente de aire, las precipitaciones, la presión barométrica, la nubosidad, la temperatura, la humedad relativa y la incidencia de los rayos solares<sup>2,5</sup>. En las bibliotecas, el ambiente se vuelve propicio para la propagación de microorganismos, especialmente hongos anemófilos, debido a sus especiales condiciones de ventilación/aire acondicionado, humedad y temperatura<sup>3,6</sup>.

Los estudios sobre microbiota anemófila procedentes de bibliotecas muestran una gran variedad de hongos, incluidos los potencialmente patógenos, cuya presencia representa un riesgo laboral y puede desencadenar manifestaciones alérgicas en sus usuarios<sup>3,4,6</sup>. Se sabe que los individuos confinados en interiores, con ventilación artificial y aire acondicionado, como salones, bibliotecas, teatros, cines y otros, pueden presentar síntomas persistentes, que incluyen dolores de cabeza, picazón, irritación y edema de las membranas oculares y mucosas, molestias en la orofaringe y malestar general<sup>4</sup>, comprometiendo la calidad de vida de estos.

Debido a estos hechos, las buenas prácticas de limpieza e higiene ambiental se implementan en muchas bibliotecas a través de medidas sencillas, como el uso de cepillos, franelas (secas) o incluso aspiradoras<sup>3</sup>. El aire de estos ambientes, especialmente cuando se consideran las características de los hongos anemófilos, se ve más afectado, y puede presentar un mayor número de unidades formadoras de colonias (UFC) en comparación con superficies y libros<sup>6</sup>. Sin embargo, a pesar de la existencia de normas de higiene ambiental, existen pocos estudios e iniciativas para cuidar la calidad del aire de estas unidades<sup>4,7</sup>.

En este contexto, es necesario consolidar la información sobre hongos anemófilos, aumentar los estudios sobre microorganismos con potencial alergénico y buscar indicadores ambientales, como la presencia de estos hongos. En el caso de las bibliotecas, en particular, el interés surge de las implicaciones para la conservación de los libros y el estado de salud de los trabajadores y asiduos,

considerando que los problemas de salud más reportados por los trabajadores de este servicio están relacionados con mecanismos alérgicos<sup>8,9</sup>. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar la aparición de hongos anemófilos en bibliotecas de instituciones de educación primaria y superior en la ciudad de Maceió, Estado de Alagoas, Brasil.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE Y RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras fueron recolectadas en bibliotecas de dos instituciones de educación superior, una pública y otra privada (espacios A y C), ocupando un área geográfica de 1.560 m<sup>2</sup> y 730 m<sup>2</sup> respectivamente, y en una biblioteca de un complejo de escuelas públicas de nivel primario y secundario (espacio B), con una superficie de 850 m<sup>2</sup>, situado en Maceió. Los entornos de las instituciones de educación superior tenían aire acondicionado de 12,000 BTU, mientras que en la institución de nivel medio y elemental solo había ventiladores de techo.

Según la observación de los investigadores, las tres bibliotecas presentaban iluminación artificial, sin incidencia de luz solar, y el saneamiento de los pisos se producía diariamente, utilizando desinfectantes domissanitarios. Además, con la ayuda de un paño húmedo, el polvo se sacaba diariamente de mostradores de madera, mesas, sillas, gabinetes, archivos, carros de transporte de libros, persianas, marcos de ventanas y computadoras. Las portadas de los libros se limpiaban trimestralmente en el espacio C y semestralmente en los espacios A y B, utilizando algodón humedecido en alcohol o acetato de etilo. Los estantes fueron desinfectados con paño ligeramente humedecido con alcohol, teniendo cuidado de no mojar los libros. En el espacio C, además de la limpieza descrita anteriormente, la eliminación del polvo se realizaba mediante aspiradora cada dos meses.

En el momento de la recolección, las mediciones de temperatura y humedad relativa de cada ambiente se realizaron con un termohigrómetro digital. Para la recolección de hongos anemófilos se utilizó la técnica de sedimentación de esporas, que consiste en la exposición de placas de Petri que contienen medio de cultivo a una altura de 1,2 m del suelo durante 30 min<sup>10</sup>. Así, se realizaron exposiciones de 55 placas de Petri de 90 mm que contenían Agar Sabouraud Dextrosa (ASD), más cloranfenicol a una concentración de 50 mg/L, en lugares estratégicos de acceso constante, como mesas, estanterías y mostradores, teniendo en cuenta el tamaño del ambiente y una equidistancia entre una placa y otra de 8,5 m. Respetando esta equidistancia, se expusieron 15 placas en cada uno de los espacios B y C, y 25 placas en el espacio A. En el espacio A, de 1.560 m<sup>2</sup>, se consideraron dimensiones iguales de 39,5 x 39,5 m, cuya distancia sobre el eje X fue de 8,75 m y en Y de 9,7 m, que estandarizó la equidistancia de 8,5 m entre las placas, con el fin de respetar el tráfico

de usuarios y empleados. El mismo razonamiento se utilizó para los espacios B y C, con una superficie de 850 m<sup>2</sup> y 730 m<sup>2</sup>, respectivamente, con dimensiones de 29,1 m x 29,1 m y 27 m x 27 m, para la distribución de las 15 placas. Después del tiempo de exposición, las placas fueron debidamente etiquetadas, empacadas y transportadas al Laboratorio de Micología del Centro Universitario Cesmac, donde fueron incubadas a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) y observadas diariamente durante un período de siete días.

#### AISLADO E IDENTIFICACIÓN DE LOS HONGOS

Después de constatar el crecimiento de hongos en las placas, se realizó un análisis cuantitativo contando el número de UFC, diferenciándolas en levaduriformes y filamentosas.

Para el aislamiento de hongos, la purificación se realizó inicialmente mediante la transferencia de fragmentos de colonias para preparar una suspensión en agua destilada estéril y luego la siembra por agotamiento en placas de Petri que contenían Cloranfenicol añadido con ASD (50 mg/L). Las placas se mantuvieron a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) para el desarrollo de colonias aisladas. Tras el crecimiento, estas colonias fueron transferidas a tubos de ensayo que contenían agar papa dextrosa para su mantenimiento y posterior identificación<sup>11,12,13</sup>.

La identificación de hongos filamentosos se basó en la asociación de características macro y micromorfológicas del cultivo. Las características macroscópicas, como la textura, la forma y la tinción en la parte posterior y anterior de la colonia, junto con las características microscópicas, como las estructuras

reproductivas y otras, como las clamidosporas, las hifas (presencia o ausencia de septos), la tinción de hifas y esporas (hialinas o demaceas), se compararon con los criterios adoptados por Hoog et al.<sup>11</sup>, Lacaz et al.<sup>12</sup>, Sidrim y Rocha<sup>13</sup>, Zaitz et al.<sup>14</sup> y Mezzari y Fuentes<sup>15</sup>. Para una mejor identificación y visualización de las estructuras de hongos filamentosos, el microcultivo en una lámina se realizó mediante la técnica descrita por Riddell<sup>16</sup>, utilizando agar Lactrimel para estimular la esporulación.

Para identificar los hongos levaduriformes, se realizaron análisis macromorfológicos de las colonias y microscópicamente mediante la técnica de microcultivo en agar de harina de maíz. El resultado se asoció con la prueba del tubo germinal, la formación de clamidosporas en agar Tween 80 (Difco) y con el estándar de asimilación y fermentación de varias fuentes de carbono y nitrógeno<sup>14</sup>.

#### RESULTADOS

En el momento de la exposición de las placas, se observaron registros térmicos de 24,6 °C, 28,1 °C e 21,6 °C y humedad de 68%, 69% y 59% en los acervos A, B y C, respectivamente, que originaron 55 muestras en total (Tabla 1).

En las 55 muestras analizadas, se obtuvieron 351 UFC, de las cuales 331 UFC (94,3%) era de hongos filamentosos y 20 UFC (5,7%) de hongos levaduriformes. El conteo global de colonias en los acervos bibliográficos A, B y C resultó en 212 (60,4%), 123 (35,0%) y 16 (4,6%) UFC, respectivamente, según la Tabla 2.

**Tabla 1** – Registro de temperatura y humedad del ambiente, al momento de exposición de las placas, y número de muestras obtenidas en las bibliotecas A, B y C de la ciudad de Maceió, estado de Alagoas, Brasil

Biblioteca	Parámetros termohigrométricos		Número de muestras	%
	Temperatura °C	URA		
A	24,6	68	25	45,4
B	28,1	59	15	27,3
C	21,6	69	15	27,3
Total			55	100,0

URA: Humedad relativa del aire.

**Tabla 2** – Existencia de UFC de hongos filamentosos y levaduriformes en las bibliotecas A, B y C de la ciudad de Maceió, estado de Alagoas, Brasil

Bibliotecas	Hongos				Total	%
	Filamentosos		Levaduriformes			
	FA (UFC)	FR (%)	FA (UFC)	FR (%)		
A	198	56,4	14	4,0	212	60,4
B	118	33,6	5	1,4	123	35,0
C	15	4,3	1	0,3	16	4,6
Total	331	94,3	20	5,7	351	100,0

FA: Frecuencia absoluta; FR: Frecuencia relativa.

La biblioteca A presentó un mayor número de UFC, tanto de hongos filamentosos como de levaduriformes. En relación a la identificación de los hongos, se observó una mayor cantidad de *Penicillium* sp. (115 UFC), seguido por *Cladosporium* sp. (79 UFC), *Alternaria* sp. (20 UFC), *Aspergillus* sp. (20 UFC) y *Curvularia* sp. (18 UFC). La más grande diversidad fúngica fue verificada en la biblioteca A, registrando 15 géneros, con *Cladosporium* sp. (69 UFC) el hongo predominante, seguido por *Penicillium* sp. (32 UFC) y *Curvularia* sp. (16 UFC). En la biblioteca B, donde no había climatización, el género de mayor ocurrencia fue *Penicillium* sp. (80 UFC), mientras que en la biblioteca C predominó el género *Aspergillus* sp. (6 UFC). No se identificaron 13,9% (49 UFC) de los hongos debido a la ausencia de estructuras reproductivas (Tabla 3).

Diversas culturas fúngicas se obtuvieron luego de la colecta de las muestras por sedimentación espontánea en las tres bibliotecas estudiadas. En la figura 1, se presentan los aspectos macroscópicos y microscópicos de los seis hongos más prevalentes y que exhibieron más de 10 UFC en los ambientes evaluados, siendo representados por *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp.

Las limitaciones de este estudio están relacionadas a la cantidad de espacios estudiados y a la falta de estructura para realizar la identificación molecular de esos hongos.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Menezes et al.<sup>17</sup>, con respecto a la diversidad fúngica encontrada, ya que obtuvieron 220 UFC de 50 exposiciones en una biblioteca climatizada de una institución pública de educación superior en el nordeste de Brasil. Los ambientes cerrados climatizados tienden a la acumulación de células fúngicas dispersas en el aire, como lo demuestran Ribeiro y Lubisco<sup>6</sup>, al comparar la concentración de UFC de ambiente interno con la concentración externa de una biblioteca, donde la primera presentaba aproximadamente el doble de concentración de UFC que la segunda.

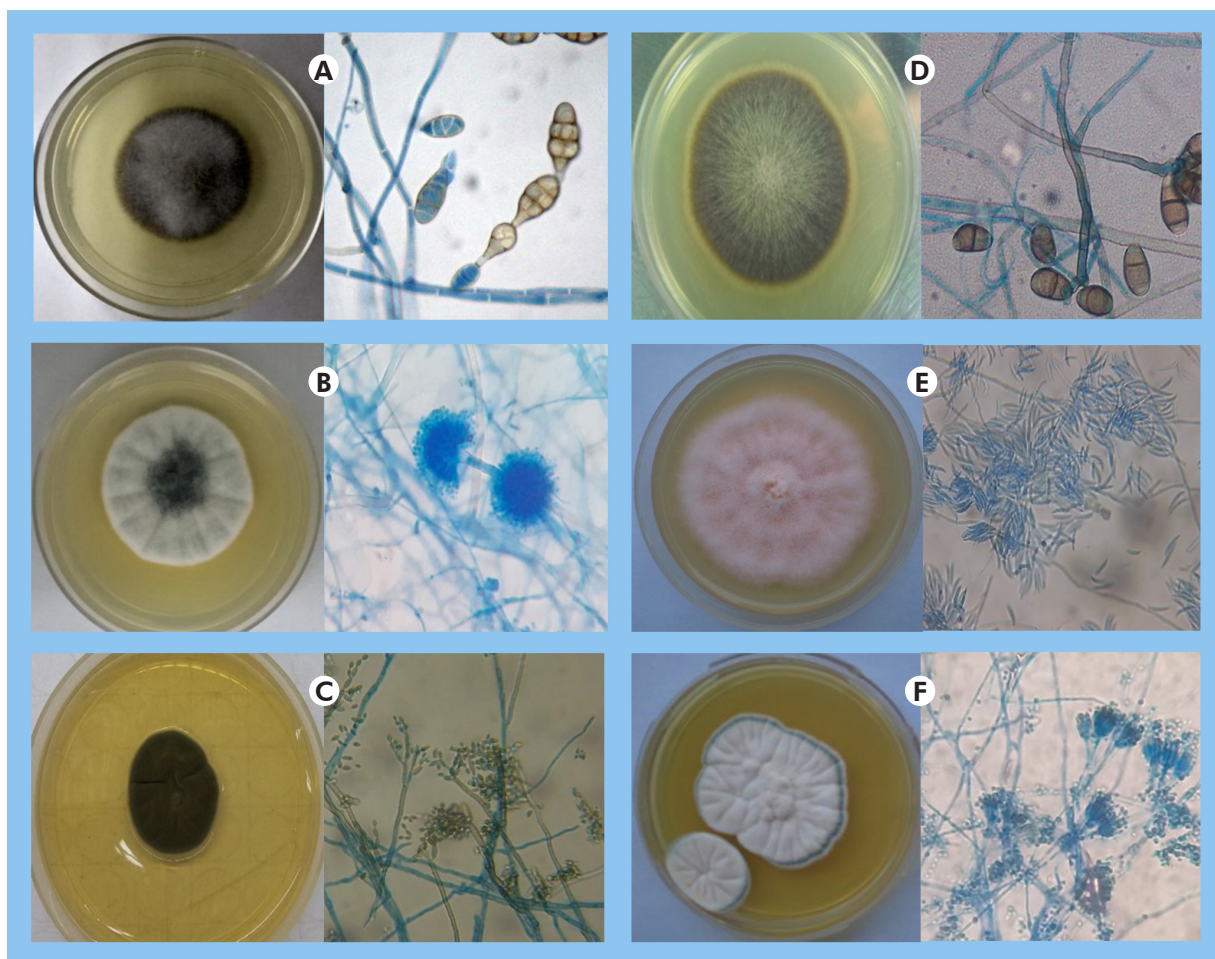
Las bibliotecas son espacios que proporcionan condiciones ideales para el crecimiento de microorganismos, ya que concentran una gran cantidad de materia orgánica, incluyendo papel, pegamento de almidón, cuero y tejidos<sup>18</sup>. Por lo tanto, la evidencia indica que, incluso en condiciones controladas, existe contaminación por hongos en las superficies y en el aire de estos ambientes<sup>19</sup>.

**Tabla 3** – Microbiota fúngica anemófila identificada en las bibliotecas A, B y C de la ciudad de Maceió, estado de Alagoas, Brasil

Géneros/ Especies	Bibliotecas						Total	%
	A		B		C			
	FA (UFC)	FR (%)	FA (UFC)	FR (%)	FA (UFC)	FR (%)		
<i>Acremonium</i> sp.	2	0,6	–	–	2	0,6	4	1,2
<i>Alternaria</i> sp.	15	4,3	5	1,4	–	–	20	5,7
<i>Aspergillus</i> sp.	14	4,0	–	–	6	1,7	20	5,7
<i>Bipolaris</i> sp.	2	0,6	–	–	–	–	2	0,6
<i>Cladosporium</i> sp.	69	19,6	8	2,3	2	0,6	79	22,5
<i>Curvularia</i> sp.	16	4,6	2	0,6	–	–	18	5,2
<i>Fonsecaea</i> sp.	5	1,4	–	–	–	–	5	1,4
<i>Fusarium</i> sp.	10	2,8	–	–	–	–	10	2,8
<i>Mycelia sterilia</i>	–	–	1	0,3	–	–	1	0,3
<i>Neurospora</i> sp.	1	0,3	–	–	–	–	1	0,3
<i>Nigrospora</i> sp.	–	–	1	0,3	–	–	1	0,3
<i>Penicillium</i> sp.	32	9,1	80	22,7	3	0,8	115	32,6
<i>Rhodotorula</i> sp.	5	1,4	1	0,3	1	0,3	7	2,0
<i>Scopulariopsis</i> sp.	3	0,9	–	–	–	–	3	0,9
<i>Trichosporon</i> sp.	7	2,0	2	0,6	–	–	9	2,6
<i>Ulocladium</i> sp.	4	1,1	–	–	–	–	4	1,1
<i>Veronaea</i> sp.	2	0,6	1	0,3	–	–	3	0,9
No identificados	25	7,1	22	6,2	2	0,6	49	13,9
Total	212	60,4	123	35,0	16	4,6	351	100,0

UFC: Unidad formadora de colonia; FA: Frecuencia absoluta; FR: Frecuencia relativa. Señal convencional utilizada: – Dato numérico igual a cero, no resultante de redondeo.





A: *Alternaria* sp.; B: *Aspergillus* sp.; C: *Cladosporium* sp.; D: *Curvularia* sp.; E: *Fusarium* sp.; F: *Penicillium* sp. Láminas teñidas con lactofenol azul-aldodón.

**Figura 1** – Aspectos macroscópicos y microscópicos de los hongos que presentaron más prevalencia en el ambiente de las bibliotecas A, B y C, cultivados en placas de Petri conteniendo Agar Papa Dextrosa a 28 °C, en la ciudad de Maceió, estado de Alagoas, Brasil

En el espacio C, se observó un número menor de UFC y especies de hongos filamentosos en comparación con la biblioteca A, que también tiene aire acondicionado. Este hecho puede estar relacionado con la sistematización de la limpieza de este sitio y la menor temperatura y humedad verificadas en el momento de la recolección. La Biblioteca C adoptó prácticas regulares de limpieza e higiene; además, el ambiente presentó una mejor refrigeración, sobre todo porque tuvo un menor flujo de personas en el sitio, observación realizada durante el período de estudio, en comparación con la biblioteca A, que ofrecía 88 cursos presenciales, y C, 13 cursos y consta de un área más pequeña. Así, la mayor frecuencia de hongos en el espacio A puede estar relacionada con una mayor visita en este espacio por parte de estudiantes y empleados, ya que esta biblioteca sirve de referencia para otras instituciones educativas y de investigación del Estado. Además, es importante considerar que los equipos de aire acondicionado se apagan con frecuencia por la noche y los fines de semana en esta biblioteca, lo que provoca una variabilidad de temperatura, principalmente debido a las amplitudes térmicas experimentadas en la Región Nordeste.

El espacio B, de acuerdo con el número de UFC y la diversidad de hongos, no contaba con equipos de aire acondicionado, y se observó la temperatura más alta registrada durante la recolección. Además, las bajas tasas de circulación del aire interior pueden conducir a un aumento considerable de la concentración de contaminantes biológicos en el aire<sup>20</sup>. Pantoja et al.<sup>21</sup> aclaran que el crecimiento fúngico ocurre más rápido cuando la humedad relativa del aire está por encima de la tasa del 65%, también evidenciada en los ambientes A y B. Según Pereira y Lemos<sup>22</sup>, la temperatura juega un papel primordial tanto en el crecimiento, germinación y esporulación de hongos como en su metabolismo.

Factores como la higiene, la temperatura y la luminosidad están directamente relacionados con una mayor diversidad<sup>20</sup>. Una limpieza inadecuada, utilizando métodos que faciliten la dispersión aérea de microorganismos, por ejemplo, puede contribuir a este hecho, como ocurre con el uso de escobas. Es importante considerar que la diversidad fúngica reportada en este estudio puede estar relacionada con condiciones ineficientes de higiene y climatización, que varían en cada espacio estudiado<sup>21</sup>, observándose una mayor prevalencia de hongos en las bibliotecas de las instituciones públicas.

Con el fin de evitar o disminuir la proliferación de hongos y otros microorganismos en las bibliotecas, se recomienda practicar una limpieza regular, proporcionando la conservación de la colección, manteniendo la calidad del aire y, en consecuencia, preservando la salud de sus clientes habituales. La higiene corresponde principalmente a la eliminación de partículas (polvo, polen, escamas de piel humana, pelo, entre otros) de documentos y superficies del medio ambiente, y debe realizarse periódicamente, con el uso de técnicas apropiadas<sup>6</sup>. El espacio físico de las bibliotecas debe ser suficientemente ventilado, iluminado y presentar valores de temperatura (entre 20 y 23 °C) y humedad (55 a 65%) adecuadas para la conservación de libros y documentos<sup>21</sup>. Además, es fundamental limpiar mensualmente los filtros de aire acondicionado en el acervo que tienen aire acondicionado, con el fin de disminuir el crecimiento de microorganismos, ya que la acumulación de humedad y material orgánico en estos equipos puede convertirlos en potentes fuentes dispersantes de patógenos<sup>23,24</sup>.

En cuanto a la variabilidad de las especies fúngicas, los estudios publicados corroboran los resultados obtenidos en esta investigación, pues las colecciones realizadas a lo largo de los años en espacios internos de bibliotecas mostraron que, entre los hongos que contaminan estos espacios, predominan las especies del género *Aspergillus* y *Penicillium*<sup>8,17,20</sup>. En el presente estudio, las especies de hongos filamentosos más frecuentes fueron *Penicillium* sp. y *Cladosporium* sp.; sin embargo, *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. y *Curvularia* sp. también presentaron mayor frecuencia que otras especies identificadas.

Los estudios ambientales realizados en los últimos 20 años con aire de ambientes bibliotecarios han demostrado que las especies de *Cladosporium*, *Aspergillus* y *Penicillium* son casi omnipresentes y pueden producir numerosos conidios que se dispersan fácilmente por el aire<sup>25</sup>. Según Martins<sup>26</sup>, la diversidad de hongos presentes en el interior es el resultado de la propagación causada por las corrientes de aire, entre otros factores bióticos del ambiente externo, y está especialmente relacionada con la aparición de géneros característicos de la microbiota local de una región determinada.

En este sentido, las especies pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Verticillium* presentan actividad celulolítica, pudiendo deteriorar materiales ricos en pulpa, como madera, libros y tablas<sup>27</sup>. Además, los géneros de hongos que se encuentran con mayor frecuencia en el aire son *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Neurospora* sp. y *Alternaria* sp., y *Aspergillus* y *Penicillium* se consideran los principales colonizadores de superficies y interiores<sup>28</sup>.

En cuanto a los hongos filamentosos identificados en este estudio, la mayoría de estos microorganismos se asocian comúnmente con procesos patológicos. Los hongos anafilicos, cuando se

inician, pueden desencadenar enfermedades que van desde manifestaciones alérgicas respiratorias, como asma y rinitis, hasta infecciones graves en individuos inmunocomprometidos<sup>20</sup>.

Entre estas especies, los hongos del género *Aspergillus* causan mayor preocupación, ya que pueden causar reacciones alérgicas a la aspergilosis, una enfermedad caracterizada por un cuadro clínico broncopulmonar que puede propagarse, comprometiendo varios órganos<sup>20</sup>. La aspergilosis invasiva se relaciona con una diversidad de escenarios clínicos, comúnmente variables en relación con las manifestaciones, presentando una tasa de mortalidad muy elevada<sup>29</sup>.

Aunque los organismos de *Penicillium* son saprófitos, ubicuos del suelo y, en consecuencia, sobreviven a sustancias orgánicas biodegradables y prefieren climas fríos a moderados, su colonización está relacionada con la capacidad de crecer a una variedad de temperaturas, la capacidad de sobrevivir en diferentes rangos de actividad del agua y las condiciones fisicoquímicas, que se encuentran en las bibliotecas, lo que hace que este ambiente sea propicio para su dispersión<sup>30</sup>.

Además, *Cladosporium* ha sido el género fúngico más común en varios estudios de ambientes interiores climatizados, siendo considerado un hongo dominante universal<sup>31,32,33,34,35,36</sup>. Muchas especies de *Cladosporium* son reconocidas como patógenos emergentes, responsables de infecciones pulmonares, cutáneas y problemas relacionados con el sistema respiratorio, a menudo asociados con las complicaciones del asma<sup>37,38</sup>.

Con menor frecuencia, se observó la presencia de hongos levaduriformes en los ambientes de estudio. Aunque se ha reportado el aislamiento de estos hongos, se les presta poca atención en comparación con los hongos filamentosos responsables por desencadenar procesos alérgicos de forma inminente, como el *Aspergillus*, mientras que los hongos levaduriformes no producen reacciones alérgicas o respiratorias de forma inmediata, aunque pueden ser perjudiciales para los individuos con inmunocomprometimiento<sup>8</sup>. Es importante destacar que pueden estar relacionadas con infecciones superficiales y sistémicas, especialmente en aquellos individuos con sistema inmunitario deteriorado<sup>39</sup>.

Entre las especies levaduriformes aisladas, *Trichosporon* sp. presentó mayor frecuencia, con 9 UFC (2,6%). El *Trichosporon* es un hongo que puede formar parte de la microbiota normal de la piel humana y del tracto gastrointestinal, y 17 especies de este género son clínicamente relevantes<sup>40,41,42</sup> porque causan piedra blanca, neumonitis por hipersensibilidad y diversos tipos de infecciones invasivas, especialmente en individuos inmunocomprometidos<sup>41</sup>, por lo que se consideran oportunistas.

Otra levadura identificada fue *Rhodotorula* sp., considerada comensal y presente en las vías respiratorias, microbiota gastrointestinal y genital humana y diseminada en el medio ambiente. Puede causar infecciones oportunistas en pacientes inmunocomprometidos,

que van desde endocarditis, meningitis, ventriculitis y peritonitis, hasta casos de fungemia potencialmente mortal<sup>43,44,45</sup>.

Los resultados de este estudio demuestran la necesidad de mejorar las medidas de desinfección ambiental para mantener el acceso a las bibliotecas y la prevención de enfermedades causadas por hongos en sus clientes habituales.

## CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran la importancia de rutinas de desinfección ambiental en espacios fechados, como las bibliotecas, para la prevención de enfermedades en sus frequentadores y la conservación del acervo, visto que el riesgo para la salud puede ser mayor o menor, dependiendo de las medidas de control ambiental adoptadas, de la

frecuencia de la higienización del acervo y del ambiente en general, del monitoreo de la temperatura y de la humedad relativa del aire.

## CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses en relación a la investigación.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

José Rafaelly Gaia de Sousa, Delane Cristina da Silva y Maria Anilda dos Santos Araújo fueron responsables por la recolección, procesamiento e identificación de las muestras. Davi Porfirio da Silva, Rodrigo José Nunes Calumbly, Lais Nicolly Ribeiro da Silva, Jayane Omena de Oliveira y Rossana Teotônio de Farias Moreira fueron responsables por la elaboración y aprobación del manuscrito.



## REFERENCIAS

- 1 Trabulsi LR, Flávio A. Microbiologia. 4. ed. São Paulo: Atheneu; 2004.
- 2 Rêgo CM, Santos FS. Ocorrência de fungos anemófilos e sua relação com fatores abióticos em Barreiras, Bahia. Rev Bras Bioci. 2015 oct-dez;13(4):265-71.
- 3 Calegari GM, Novais VP, Bianco ME, Gois RV, Sobral FOS, Marson RF. Ocorrência de fungos em superfícies de livros e avaliação da eficácia do ozônio na desinfeção de uma biblioteca do norte do país. Braz J Surg Clin Res. 2017 dez-2018 fev;21(3):27-31.
- 4 Lima MLF, Lima JS, Silva MT. Fungos anemófilos: avaliação da microbiota do ar em ambientes interno e externo. Essentia (Sobral). 2019;20(1):88-95.
- 5 Souza PMS, Andrade SL, Lima AF. Pesquisa, isolamento e identificação de fungos anemófilos em restaurantes self-service do centro de Maceió/AL. Cad Grad Cienc Biol Saude. 2013 nov;1(3):147-54.
- 6 Ribeiro ALPC, Lubisco NML. Redução de fungos em ambiente de biblioteca: viabilidade de aplicação de neblina ativada. Perspect Gest Conhec. 2016 jul-dez;6(2):250-60.
- 7 Portela PO, Kozusny-Andreani DI. Caracterização microbiológica em ambiente específico de uma biblioteca universitária em sua composição e qualidade. Em Questao. 2019 set-dez;25(3):373-89.
- 8 Pinheiro AC, Viegas C, Veríssimo C, Brandão J, Macedo MF. Bibliotecas na saúde... e a saúde nas bibliotecas? In: 12ª Jornadas APDIS; 2016 abr 20-22; Coimbra, PT. Coimbra: Universidade de Coimbra; 2016.
- 9 Braga RS, Azevedo AK, Carneiro LF, Legey ALC, Motter AA. Prevalence of respiratory symptoms in library workers in a public university. Rev Saude Publica Parana. 2018 Jul;1(1):74-82.
- 10 Gambale W, Croce J, Costa-Manso E, Croce M, Sales M. Library fungi at the University of São Paulo and their relationship with respiratory allergy. J Investig Allergol Clin Immunol. 1993 Jan-Feb;3(1):45-50.
- 11 Hoog GS, Guarro J, Gené J, Figueras MJ. Atlas of clinical fungi. 2th ed. Spain: CBS; 2000.
- 12 Lacaz CS, Porto E, Martins JEC, Heins-Vaccari EM, Melo NT. Micologia médica. 9. ed. São Paulo: Sarvier; 2002.
- 13 Sidrim JJC, Rocha MFG. Micologia médica à luz de autores contemporâneos. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
- 14 Zaitz C, Campbell I, Marques SA, Ruiz LRB, Framil VMS. Compêndio de micologia médica. 2. ed. São Paulo: Guanabara Koogan; 2010.
- 15 Mezzari A, Fuentefria AM. Micologia no laboratório clínico. Rio de Janeiro: Manole; 2012.
- 16 Riddell RW. Permanent stained mycological preparations obtained by slide culture. Mycologia. 1950 Mar-Apr;42(2):265-70.
- 17 Menezes EA, Alcanfor AC, Cunha FA. Fungos anemófilos na sala de periódicos da biblioteca de ciências da saúde da Universidade Federal do Ceará. RBAC. 2006;38(3):155-8.
- 18 Campos FM, Golin R, Caixeta FC, Sanches L, Caixeta DS. Avaliação quanti-qualitativa do ar interior de uma biblioteca pública do município de Cuiabá-MT. Eng Sci. 2017;1(6):95-105.



- 19 Bortoletto ME, Machado RR, Coutinho E. Contaminação fúngica do acervo da biblioteca de manguinhos da Fundação Oswaldo Cruz: ações desenvolvidas para sua solução. Enc Bibli: R Eletr Bibliotecon Ci Inf. 2002;7(14):9-18.
- 20 Rosa H, Lemos JA, Costa CR, Silva MRR, Fernandes OFL. Ocorrência de fungos filamentosos em acervo da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás. Rev Patol Trop. 2008 jan-abr;37(1):65-9.
- 21 Pantoja LDM, Rizzo RS, Carvalho BS, Ferreira VC, Galas KS, Fonseca FRM, et al. Constituição da microbiota aérea de bibliotecas públicas no município de fortaleza, estado do Ceará, Brasil. Enc Bibli: R Eletr Bibliotecon Ci Inf. 2012;17(34):31-41.
- 22 Pereira LTC, Lemos JLS. Os fungos filamentosos, uma opção em estudo para a biorremediação II. In: 11ª Jornada de Iniciação Científica; 2003; Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro: CETEM/MCT; 2003.
- 23 Honorato GM. Verificação de fungos anemófilos na U.T.I do Hospital Santa Lucinda (Sorocaba/SP), antes e depois de sua limpeza. Rev Eletronica Biol. 2009;2(3):19-31.
- 24 Mota RJBS, Gil RGB, Lima FB, Moraes FAB, Farias AS. Qualidade do ar interno no ambiente hospitalar: uma revisão integrativa. Rev Saude. 2014;8(1/2):44-52.
- 25 Pinheiro AC, Sequeira SO, Macedo MF. Fungi in archives, libraries, and museums: a review on paper conservation and human health. Crit Rev Microbiol. 2019 Sep-Nov;45(5-6):686-700.
- 26 Martins OA. Fungos anemófilos e leveduras isolados em ambientes de laboratórios de microbiologia em instituição de Ensino Superior [Dissertação]. Pelotas (RS): Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Veterinária; 2016.
- 27 Monteiro MCP. Identificação de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em solos preservados no cerrado [Dissertação]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2012.
- 28 Sobral LV. Fungos anemófilos em ambientes climatizados: prevalência, produção de enzimas e atividade antibacteriana [Dissertação]. Vitória de Santo Antão (PE): Universidade Federal de Pernambuco; 2016. 50 p.
- 29 Carvalho LIC. *Aspergillus* e aspergilose: desafios no combate da doença [Dissertação]. Porto (PT): Universidade Fernando Pessoa; 2013.
- 30 Singh S, Khajuria R. *Penicillium* enzymes for the textile industry. In: Gupta VK, Rodriguez-Couto S, editors. New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering. Florida: Elsevier; 2018. Chapter 11; p. 201-15.
- 31 Ribeiro EL. Fungos na biodeterioração de livros em ambientes bibliotecários nos últimos 35 anos (1977 – 2012). Rev Bras Bibliot Doc. 2013 jan-dez;9(1):17-27.
- 32 Grava S, Lopes FAD, Cavallazzi RS, Grassi MFNN, Svidzinski TIE. Um caso raro de pneumonia hemorrágica por *Cladosporium cladosporioides*. J Bras Pneumol. 2016 set-out;42(5):392-4.
- 33 Calumby RJN, Silva JA, Silva DP, Moreira RTF, Araújo MAS, Almeida LM, et al. Isolamento e identificação da microbiota fúngica anemófila em Unidade de Terapia Intensiva. Braz J Develop. 2019 out;5(10):19708-22.
- 34 Gonçalves CL, Mota FV, Ferreira GF, Mendes JF, Pereira EC, Freitas CH, et al. Airborne fungi in an intensive care unit. Braz J Biol. 2018 May-Aug;78(2):265-70.
- 35 Schoenlein-Crusius IH, Trufem SFB, Grandi RAP, Milanez AI, Pires-Zottarelli CLA. Airborne fungi in the region of Cubatão, São Paulo State, Brazil. Braz J Microbiol. 2001 Jan-Mar;32(1):61-5.
- 36 Souza AKP, Nascimento JPM, Araújo MAS, Pedrosa KPS, Tenorio BM, Pires LLS, et al. Airborne fungi in neonatal intensive care unit of a public hospital in Brazil. Int J Curr Microbiol App Sci. 2019;8(12):1210-9.
- 37 Castro AS, Oliveira A, Lopes V. Pulmonary phaeohyphomycosis: a challenge to the clinician. Eur Respir Rev. 2013;22(128):187-8.
- 38 Nascimento JPM, López AMQ, Araújo MA, Araujo LA, Silva Filho EA. Airborne fungi in indoor hospital environments. Int J Curr Microbiol App Sci. 2019;8(1):2749-72.
- 39 Silva DP, Lessa ILP, Medeiros MAS, Lacerda GAN, Mascarenhas MLVC, Costa ALC, et al. Fungal infections in preterm infants by yeasts of the genus *Malassezia*. Rev Enferm UFPE on line. 2018 Oct;12(10):2836-43.
- 40 Colombo AL, Padovan ACB, Chaves GM. Current knowledge of *Trichosporon* spp. and trichosporonosis. Clin Microbiol Rev. 2011 Oct;24(4):682-700.
- 41 Guého E, Smith MT, Hoog GS, Billon-Grand G, Christen R, Batenburg van der Vegte WH. Contributions to a revision of the genus *Trichosporon*. Antonie Van Leeuwenhoek. 1992 May;61(4):289-316.
- 42 Sugita T, Nakajima M, Ikeda R, Matsushima T, Shinoda T. Sequence analysis of the ribosomal DNA intergenic spacer 1 regions of *Trichosporon* species. J Clin Microbiol. 2002 May;40(50):1826-30.
- 43 Samonis G, Anotoliotaki M, Apostolou H, Maraki S, Mavroudis D, Georgoulas V. Transient fungemia due to *Rhodotorula rubra* in a cancer patient: case report and review of the literature. Infection. 2001 Jun;29:173-6.



- 44 Alliot C, Desablens B, Garidi R, Tabuteau S. Opportunistic infection with *Rhodotorula* in cancer patients treated by chemotherapy: two case reports. Clin Oncol. 2000 Apr;12(2):115-7.
- 45 Huttova M, Kralinsky K, Horn J, Marinova I, Iligova K, Fric J, et al. Prospective study of nosocomial fungal meningitis in children-report of 10 cases. Scand J Infect Dis. 1998;30(5):485-7.

Recibido en / Received: 11/7/2020  
Aceptado en / Accepted: 11/11/2020

Se refiere al doi: 10.5123/S2176-6223202100769, publicado originalmente en portugués.

**Traducido por:** Lota Moncada

Cómo citar este artículo / How to cite this article:

Silva DP, Calumby RJN, Silva LNR, Oliveira JO, Sousa JRG, Silva DC, et al. Hongos anemófilos aislados de bibliotecas de instituciones de enseñanza de la Región Nordeste de Brasil. Rev Pan Amaz Saude. 2021;12:e202100769. Doi: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-6223202100769>