

Avaliação da qualidade do ar e pesquisa de fungos em uma clínica de hemodiálise no município de Caicó-RN, Brasil

Pamela Medeiros Rodrigues¹, Janaracy Lima da Costa Marinho¹, Pedro Henrique Dantas Diniz Pimenta¹, Ana Laura de Cabral Sobreira^{2*}, Egberto Santos Carmo¹

¹ Laboratório de Microbiologia Clínica, Universidade Federal de Campina Grande, 58175-000, Cuité-PB, Brasil

² Faculdade de Integração do Sertão, 56909-205, Serra Talhada-PE, Brasil

*Autora correspondente: lauracabralas@gmail.com

Recebido: 27 de junho de 2023

Revisado: 18 de agosto de 2023

Aceto: 26 de agosto de 2023

RESUMO

Introdução: os fungos anemófilos possuem a capacidade de liberar no ambiente suas estruturas reprodutivas chamadas de esporos, os quais são transportadas pelo ar e ao encontrarem uma área propícia, depositam-se, colonizam e reproduzem-se. Diante dos fatos, este trabalho teve por objetivo isolar, quantificar e identificar a microbiota fúngica presente no ar do interior de uma clínica de hemodiálise situada no Rio Grande do Norte. **Metodologia:** para isso foi utilizado o método de sedimentação espontânea para a deposição desses esporos em placas de Petri com meio de cultura Agar Sabouraud Dextrose as quais foram expostas nos locais por 15 minutos, e incubadas a 28°C por até 14 dias. Após esse período, as colônias foram contadas, repicadas e identificadas macro e microscopicamente utilizando a técnica de microcultivo. **Resultados:** com a identificação foi possível notar a presença dos fungos filamentosos *Cladosporium* spp. (42,85%) o qual houve maior prevalência, *Aspergillus* spp. (7,14%), *Bipolaris* spp. (3,54%) e *Mycelia sterilia* (3,57%), além de uma quantidade de leveduras (42,85%) cujos gêneros não foram identificados. Além disso, foi utilizada uma equação para medir a qualidade do ar, e pode-se observar que a quantidade máxima de Unidade Formadoras de Colônias por metro cúbico (UFC/m³) encontrada e a relação I/E (quantidade de fungos no interior do ambiente/quantidade de fungos no exterior do ambiente) estavam dentro dos limites estabelecidos pela ANVISA. **Conclusão:** assim sendo, a qualidade do ar foi

avaliada de acordo com os parâmetros da ANVISA e foi considerada satisfatória, pois a quantidade de UFC/m³ e a relação I/E estão dentro dos limites estabelecidos. Esses dados são importantes para monitorar a saúde dos pacientes e dos profissionais que frequentam a clínica, bem como para prevenir possíveis infecções fúngicas.

Palavras-chave: Hemodiálise, fungos filamentosos, qualidade do ar.

SUMMARY

Air quality assessment and fungus research in a hemodialysis clinic in the city of Caicó-RN, Brazil

Introduction: Airborne fungi have the ability to release into the environment their reproductive structures called spores, which are transported by the air and when they find a suitable area, they deposit, colonize, and reproduce. Given the facts, this work aimed to isolate, quantify and identify the fungal microbiota present in the air inside a hemodialysis clinic located in Rio Grande do Norte. **Methodology:** For this, the spontaneous sedimentation method was used for the deposition of these spores in Petri dishes with Sabouraud Dextrose Agar culture medium, which were exposed in the places for 15 minutes, and incubated at 28°C for up to 14 days. After this period, colonies were counted, picked and identified macro and microscopically using the microculture technique. **Results:** With the identification it was possible to notice the presence of the filamentous fungi *Cladosporium* spp. (42.85%) which had the highest prevalence, *Aspergillus* spp. (7.14%), *Bipolaris* spp. (3.54%), and *Mycelia sterilia* (3.57%), in addition to a number of yeasts (42.85%) whose genera were not identified. In addition, an equation was used to measure air quality, and it can be seen that the maximum amount of Colony Forming Unit per cubic meter (CFU/m³) found and the I/E (amount of fungus inside the environment/amount of fungus outside the environment) ratio were within the limits established by ANVISA. **Conclusion:** therefore, the air quality was evaluated according to the ANVISA parameters and was considered satisfactory, since the amount of CFU/m³ and the I/E ratio are within the established limits. These data are important to monitor the health of patients and professionals who attend the clinic, as well as to prevent possible fungal infections.

Keywords: Hemodialysis, filamentous fungi, air quality.

RESUMEN

Evaluación de la calidad del aire e investigación de hongos en una clínica de hemodiálisis en la ciudad de Caicó-RN, Brasil

Introducción: los hongos anemófilos tienen la capacidad de liberar en el ambiente sus estructuras reproductoras llamadas esporas, que son transportadas por el aire y cuando encuentran una zona adecuada, se depositan, colonizan y reproducen. Dados los hechos, este trabajo tuvo como objetivo aislar, cuantificar e identificar la microbiota fúngica presente en el aire dentro de una clínica de hemodiálisis ubicada en Rio Grande do Norte. **Metodología:** para ello, se utilizó el método de sedimentación espontánea para la deposición de estas esporas en placas Petri con medio de cultivo Agar Sabouraud Dextrosa que fueron expuestas en los lugares durante 15 minutos, e incubadas a 28°C por hasta 14 días. Tras este periodo, se contaron las colonias, se trasplantaron y se identificaron macro y microscópicamente mediante la técnica del microcultivo. **Resultados:** La identificación reveló la presencia de hongos filamentosos, *Cladosporium* spp. (42,85%) con la mayor prevalencia, *Aspergillus* spp. (7,14%), *Bipolaris* spp. (3,54%) y *Mycelia sterilia* (3,57%), además de una cantidad de levaduras (42,85%) cuyos géneros no fueron identificados. Además, se utilizó una ecuación para medir la calidad del aire, y se pudo observar que la cantidad máxima de Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico (UFC/m³) encontrada y la relación I/E (cantidad de hongos dentro del ambiente / cantidad de hongos fuera del ambiente) estaban dentro de los límites establecidos por la ANVISA. **Conclusión:** por lo tanto, la calidad del aire fue evaluada según los parámetros de ANVISA y fue considerada satisfactoria, ya que la cantidad de UFC/m³ y la relación I/E se encuentran dentro de los límites establecidos. Estos datos son importantes para vigilar la salud de los pacientes y profesionales que acuden a la clínica, así como para prevenir posibles infecciones fúngicas.

Palabras clave: Hemodiálisis, hongos filamentosos, calidad del aire.

INTRODUÇÃO

Os fungos são microrganismos importantes para natureza, desempenham um papel indispensável na decomposição de materiais orgânicos, na degradação de alimentos, porém algumas espécies podem atuar como parasitas em seres vivos, podendo, eventualmente, causar a morte destes. Estão em contato conosco todos os dias e são encontrados em praticamente qualquer local que nos cerca, inclusive no ar, o qual representa o

meio de dispersão mais bem-sucedido para que se reproduzam, espalhando suas estruturas reprodutoras em forma de conídios e esporos [1, 2].

Aqueles fungos que possuem a capacidade de dispersão no ar são chamados de anemófilos, e estão intimamente ligados a saúde do homem, podendo causar diferentes patologias respiratórias como asma e rinite, além de irritação na pele e nas mucosas, infecções fúngicas e manifestações gastrointestinais devido a ocorrências tóxico-alimentares [1]. Entre estes fungos que habitam o ar atmosférico, podemos destacar os gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium* e *Penicillium* [3]. Entretanto, dependendo do grau de exposição, outras espécies também podem colonizar o ar [4].

A presença de infecções causadas por fungos anemófilos em ambientes hospitalares é relatada na literatura, devido à pouca circulação de ar, muitas vezes por esses ambientes serem parcial ou completamente isolados do ambiente externo. Muitas vezes são locais com uso de ar-condicionado, o que contribui ainda mais para a presença desses organismos, tornando a qualidade do ar interior mais crítica, o que reflete na vulnerabilidade dos pacientes que apresentam uma baixa imunidade [3, 5]. Desta forma, esses fungos agem de forma oportunista, causando infecções principalmente em pacientes debilitados e imunodeprimidos, como idosos, crianças, pacientes com doenças crônicas que fazem uso de cateter, fistula, diálise, pacientes com COVID-19, entre outros [6-10].

No Brasil existe um regulamento estipulado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a qual visa estabelecer padrões de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. A resolução N° 09 de 16 de janeiro de 2003 tem o objetivo de garantir a qualidade do ar nestes ambientes climatizados, através da manutenção destes equipamentos [11].

Nesse contexto, os pacientes acometidos por doenças renais como insuficiência renal aguda, nos quais os rins podem recuperar-se ou parar de funcionar subitamente e insuficiência renal crônica, em que os néfrons perdem sua funcionalidade ao longo do tempo, ao se contaminarem em um hospital pode acarretar a perda das funções renais [12].

Levando em consideração a gravidade do problema renal, o tratamento inicial pode ser feito à base de dietas e terapia medicamentosa e controle da pressão arterial, porém se esses tratamentos não surtem efeito, o paciente é submetido à hemodiálise pelo resto da vida ou até que seu quadro possa ser revertido ou ainda que possa ser submetido a um transplante renal [13].

A hemodiálise é uma operação para a filtração sanguínea que ocorre fora do corpo, realizado por máquinas. É um processo artificial que pode durar em média, de três a quatro horas, três dias por semana, onde o sangue é retirado do corpo do paciente e

encaminhado a um filtro, em seguida, é devolvido ao corpo [14, 15]. Um estudo de caso apontou que os gêneros que mais acometem pacientes renais são *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Candida* e *Scedosporium*, os quais acometem tecido pulmonar e tecido ósseo; mucosas oral e vaginal, além de outros órgãos se disseminada; e infecções localizadas, respectivamente [16].

Desta forma, levando em consideração o potencial patogênico de alguns fungos e a vulnerabilidade desses pacientes com comprometimento renal, este trabalho teve como objetivo isolar, quantificar e identificar a variedade taxonômica de fungos filamentosos e as leveduras presentes no ambiente de uma clínica de hemodiálise, no município de Caicó, Rio Grande do Norte.

METODOLOGIA

Local de Estudo

As amostras foram coletadas de cinco ambientes (sala de hemodiálise, sala de reprocessamento, sala de tratamento de água, recepção e cozinha), da Clínica do Rim, localizada no município de Caicó, Rio Grande do Norte e foram analisadas no laboratório de Microbiologia Clínica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Educação e Saúde (CES), Campus Cuité. O trabalho possui registro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN), sob o código: A803E78.

Coleta de Amostras

A coleta foi feita pelo método de sedimentação espontânea em placas de Petri com meio de cultura específico, utilizando um conjunto de três placas para cada ambiente, sendo uma delas o controle, a qual não foi aberta. Cada placa de Petri contendo o meio Ágar Sabouraud-Dextrose da marca ION acrescido de Ceftriaxona (permitindo o isolamento seletivo de fungos) [17] foi exposta em um suporte com aproximadamente 1 metro do chão, no centro de cada ambiente por aproximadamente 15 minutos. Seguindo a Norma Técnica 001 da Resolução nº176 [18]. As placas foram identificadas como placa 1 e 2 para cada setor de coleta.

Após a realização da coleta, as placas foram mantidas em estufa por até 14 dias a temperatura de 28°C. Durante esse período de incubação, as placas estavam sendo observadas diariamente quanto ao crescimento fúngico [3, 19].

Análise Microbiológica do ar

Finalizado o período de incubação, realizou-se a contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) crescidas nas placas de cada ambiente estudado, calculando a sua média. Depois calculou-se a relação entre o ar externo e interno para a avaliação da qualidade do ar interno. De acordo com a ANVISA, o valor máximo de contaminação microbiológica permitida para um ambiente fechado é de $\leq 750 \text{ UFC/m}^3$, e de $\leq 1,5$ para a relação entre o ar interior e o exterior [11].

Em seguida, realizou-se a amostragem da sedimentação do ar de cada ambiente, através da equação de Frieberg *et al.*, 1999 [20] utilizada por Sobral *et al.*, (2017) [21] (Equação 1), na qual faz a relação numérica entre o número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) depositadas na placa pela exposição da mesma sobre a área da placa que foi exposta, multiplicada pela razão entre o número de microrganismos no ar e na superfície do meio de cultura (SAR). A área da placa utilizada corresponde a $90 \times 15 \text{ mm}$, a qual foi convertida em m^2 e a proporção 1:23 foi atribuída, devido ser um processo de sedimentação espontânea, onde representa a razão entre o ar e a superfície do meio de cultura [21, 22], a qual está de acordo com a Resolução nº 9 de 16 de janeiro de 2003.

Equação 1. Equação utilizada para calcular a qualidade do ar:

$$\text{N}^\circ \text{ UFC} / \text{m}^3 = \frac{\text{N}^\circ \text{ de UFC na placa}}{\text{Área da placa de Petri}(\text{m}^2)} * \frac{1}{23} (\text{SAR})$$

Identificação Fúngica

A identificação macroscópica das colônias foi desenvolvida em conjunto com a análise microscópica dos fragmentos destas colônias em lâminas, com a adição do corante azul de metileno. Quando a identificação não era possível dessa forma citada, realizava-se a técnica de microcultivo em lâmina, na qual são semeados fragmentos dos fungos filamentosos em Agar Batata Dextrose (ABD) DIFCOTM[®] [3, 19, 23, 24].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise e identificação das amostras

Após o período de incubação das placas, observou-se crescimento fúngico na maioria delas, conforme pode ser visualizado na tabela 1 e 2. Destaca-se que não houve crescimento fúngico nas placas tidas como controle, ratificando a esterilidade dos meios de cultura utilizados.

Tabela 1. Fungos isolados em cada ambiente no interior da instituição (+) presença, (-) ausência.

Fungos isolados	Recepção	Sala de Hemodiálise	Sala de reprocessamento	Cozinha	Sala de tratamento de água
<i>Cladosporium</i> spp.	+	-	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp.	+	-	-	-	-
<i>Mycelia sterilia</i>	-	+	-	-	-
<i>Bipolaris</i> sp.	-	+	-	-	-
Leveduras	+	+	-	+	+

Fonte: autores.

Tabela 2. Quantidade total de UFC (%) dos microrganismos.

Fungos identificados	Nº UFC (%)
Leveduras	12 (42,85)
<i>Cladosporium</i> spp.	12 (42,85)
<i>Aspergillus</i> spp.	2 (7,14)
<i>Mycelia Sterilia</i>	1 (3,57)
<i>Bipolaris</i> sp.	1 (3,57)
UFC totais	28 (100)

Fonte: autores.

De acordo com Cunha, Souza e Gazola (2021) [25], os gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* e *Candida* são os de maior importância devido aos altos índices de casos relatados na literatura médica, sendo destes os gêneros *Aspergillus* e *Cladosporium* identificados nesta pesquisa.

Na recepção foram identificadas nove UFC de *Cladosporium* spp., duas de *Aspergillus* spp., e duas UFC de leveduras. O gênero *Cladosporium* (Figura 1) é amplamente associado às feo-hifomicoses, que são infecções fúngicas causadas por hifas ou pseudo-hifas melanizadas, que dão uma coloração negra ao tecido infectado, podendo ser cutâneas ou sistêmicas, podendo causar lesão nos olhos, a oculomicose, bolor fúngico nos pulmões e ainda lesões no cérebro [25].

Aspergillus spp. geralmente está associado as infecções pulmonares oportunistas, mas podem também causar infecções nos seios nasais, canais auditivos e as chamadas onicomicoses [26].



Figura 1. Colônia de *Cladosporium* spp. isolada na recepção da clínica. **Fonte:** autores.

Na sala onde os pacientes realizam hemodiálise, foi identificada apenas uma UFC do gênero *Bipolaris* sp., além de uma outra espécie que não apresentou estrutura reprodutiva, e assim não pode ser identificada, sendo classificada como *Mycelia Sterilia*, e três UFC de leveduras. O gênero *Bipolaris* está presente em plantas, sendo patogênico em várias espécies vegetais. Nos seres humanos pode causar alergias como rinite e sinusite, e ainda infecções pulmonares e cutâneas [27]. Sendo o principal ambiente da instituição, a sala de hemodiálise é um espaço em constante higienização, visivelmente limpo, não apresentou um grande crescimento de colônias.

Os demais ambientes de coleta (cozinha, sala de reprocessamento e sala de tratamento de água) apresentaram contaminação com a presença de um microrganismo cada. São locais que possuem uma limpeza constante, mas uma frequente mudança de temperatura, além de uma baixa circulação de ar e presença de fluidos biológicos, deixando assim o ambiente propício ao crescimento e proliferação fúngica.

A segurança do tratamento hemodialítico tem como um de seus principais determinantes a qualidade da água empregada no processo de diálise. O tratamento desta água utilizada para a hemodiálise deve ser feito em um sistema específico garantindo que essa água esteja livre de qualquer interferente, seja ele químico, físico ou biológico, uma vez que essa é utilizada para um procedimento invasivo por meio da corrente sanguínea do paciente. Esse tratamento deve ser feito em um ambiente de uso exclusivo para este fim [28].

Análise Microbiológica do Ar

No Brasil, a ANVISA estabeleceu os fungos como marcadores epidemiológicos da qualidade do ar de um ambiente climatizado artificialmente na norma reguladora nº 09, de 16 de janeiro de 2003. O órgão recomenda um padrão de qualidade que estabelece um

valor máximo para a contaminação biológica do ar interior de ≤ 750 UFC/m³ de fungos. Além disso, é estabelecida a relação I/E = $\leq 1,5$, tendo como “I” a quantidade de fungos no interior do ambiente e “E” a quantidade de fungos no exterior do ambiente. Essa relação é reivindicada como uma forma de avaliar a ideia de normalidade representado pelo ambiente exterior e a predisposição epidemiológica de aumento dos poluentes nos ambientes fechados [11].

A análise do ar foi feita através da equação utilizada por Sobral *et al.* (2017) [21]. A tabela 3 representa a quantidade total de Unidades Formadoras de Colônias em cada placa obtida na pesquisa e a média calculada de UFC que foram utilizadas na execução da equação.

Tabela 3. Quantidade de UFC coletadas em cada ambiente.

Ambiente	UFC		Total UFC	Média UFC
	Placa 1	Placa 2		
Ambiente Externo	5	16	21	10,5
Recepção	6	7	13	6,5
Sala de Hemodiálise	4	4	8	4
Sala de Reprocessamento	2	1	3	1,5
Cozinha	1	1	2	1
Sala de tratamento de água	1	1	2	1

Após os dados necessários serem obtidos, estes foram aplicados na equação e foi possível alcançar os resultados desejados. Como determinado pela ANVISA, a quantidade máxima permitida de UFC/m³ em um ambiente é ≤ 750 , e nos ambientes analisados nenhum chegou a esta quantidade. A relação entre o ar interior e exterior deve ser $\leq 1,5$. Essa relação é feita através da soma da média de cada placa e a média da placa de coleta do ambiente externo a qual foi coletada apenas para que essa avaliação fosse feita e não foi atingida em nenhum ambiente estudado, como pode-se observar na tabela 4.

Tabela 4. UFC/m³ e a relação I/E dos ambientes analisados.

Ambiente	UFC/m ³	I/E $\leq 1,5$
Recepção	209,3	0,62

(Continue)

Ambiente	UFC/m ³	I/E ≤ 1,5
Sala de Hemodiálise	128,8	0,38
Sala de Reprocessamento	48,3	0,14
Cozinha	32,2	0,10
Sala de tratamento de água	32,2	0,10

Fonte: autores.

A partir da tabela 4 é possível identificar que todos os ambientes da clínica analisados estão de acordo com a norma reguladora (NR 09 de 16 de janeiro de 2003), tanto as UFC/m³ quanto a relação que analisa o ar dos ambientes internos e externos, não apresentando risco aos seus usuários. O valor de UFC total do ambiente externo calculado utilizando a equação de Frieberg que na Legislação diz que deve ser menor ou igual a 750 UFC por ambiente, foi de 338,2 UFC/m³ neste trabalho.

A recepção foi o ambiente que apresentou o maior crescimento de UFC (Tabela 3), e isso pode estar associado a vários fatores, como o grande fluxo de pessoas entrando e saindo, uma manutenção inadequada do ar-condicionado que gerou uma devolução de umidade ao ambiente, o deixando propício ao crescimento de fungos, visto que a temperatura do ar externo era bem maior e a porta estava sempre aberta, esse constante atrito de temperaturas, a movimentação de carros, dentre outros.

Ainda na mesma Norma Reguladora, é determinado que em um ambiente fechado e climatizado artificialmente é inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos, porém, nesta pesquisa, apesar dos fungos identificados apresentarem potencial patogênico como descrito na literatura, como algumas espécies de *Aspergillus*, ensaios mais específicos para detectar o potencial patogênico e toxigênico não foram realizados neste estudo, se fazendo necessário futuras pesquisas sobre o tema.

Apesar de não haver tantos estudos sobre qualidade do ar interior em clínicas de hemodiálise para que possa ser feitas comparações de dados, em outros estudos em ambientes hospitalares é possível observar que nem sempre esse resultado vai está dentro dos limites aceitáveis, como pode ser observado no estudo feito por Sodré, Tórtora e Corrêa (2014) [29], o qual analisou o ar interior do Hospital Universitário Pedro Ernesto (UERJ-RJ) e foi constatado em diversos ambientes valores acima de 1000 UFC/m³, podendo chegar a mais de 3000 UFC/m³ e a relação do ar I/E chegando a mais de 6.

No estudo de Zenaide e Nascimento (2020) [30] essa análise foi feita em um hospital na Paraíba e 12 de 23 amostras foi possível identificar um número de UFC/m³ e uma razão I/E acima do estabelecido. Nas duas pesquisas, o gênero que teve maior prevalência foi o *Aspergillus* e os autores frisaram a limpeza como principal ponto de mudança para reverter essa situação, além de uma fiscalização adequada por parte dos órgãos competentes.

Algumas medidas podem ser adotadas para evitar a propagação dos esporos e diminuir a contaminação dos ambientes, tais quais como: intensificar a manutenção dos aparelhos de ar-condicionado, adotar uma frequência maior de limpeza dos ambientes, adotar medidas de higiene para os colaboradores e pacientes, como a limpeza de mãos e calçados e providenciar uma limpeza nas superfícies que recebem contato frequentemente, como maçanetas, cadeiras e poltronas, torneiras, entre outros.

CONCLUSÃO

Os microrganismos anemófilos, apesar de terem sido encontrados em diversos ambientes da clínica em estudo, variando em concentração, estavam dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira. E isso pode estar relacionado com a limpeza realizada nas dependências da clínica e com a manutenção dos sistemas de ar-condicionado.

Mesmo estando dentro do permitido pelas normas, após o isolamento e identificação, foi possível observar a presença dos gêneros *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, a espécie *Mycelia sterilia* e algumas leveduras não identificadas, havendo uma maior prevalência dessas leveduras seguido do gênero *Cladosporium*.

Com relação a qualidade do ar, foi possível observar que o método de sedimentação espontânea se demonstrou eficaz ao que se propôs e que todos os locais analisados estão dentro do que a ANVISA determina, tanto para o número máximo de UFC/m³, quanto para a relação do ar interior/exterior. Para que haja a manutenção desses parâmetros adequados, sugere-se apenas que os cuidados com higiene continuem. Como perspectiva, sugere-se que estudos sazonais possam ser realizados na referida clínica de hemodiálise e que ensaios para avaliar o verdadeiro potencial patogênico e/ou toxigênico dos fungos presentes na microbiota anemófila possam ser realizados.

CONFLITOS DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

REFERÊNCIAS

1. R.C. Lobato, V.S. Vargas, E.S. Silveira, Sazonalidade e prevalência de fungos anemófilos em ambiente hospitalar no sul do Rio Grande do Sul, Brasil, *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, **11**(2), 21–28 (2009).
2. A.M.L. Moraes, R.A. Paes, V.L. Holanda, Micologia, en: E.M. Molinaro, L.F.G. Caputo, M.R.R. Amendoeira (editores), *Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde*, EPSJV, IOC, Rio de Janeiro, 2009, pp. 400–496.
3. R.J.N. Calumby, J.A. Silva, D.P. Silva, R.T.F. Moreira, M.A.S. Araujo, L.M. Almeida, L.A.M. Grillo, V. Alvino, Isolamento e identificação da microbiota fúngica anemófila em Unidade de Terapia Intensiva / Isolation and identification of anemophilic fungal microbiota in an intensive care unit, *Brazilian Journal of Development*, **5**(10), 19708–19722 (2019). <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-186>
4. R. Ferro, C. Nunes, I. Camacho, M. Paiva, M. Morais-Almeida, Monitorização de esporos de fungos em Lisboa, 2014-2016, *Revista Portuguesa de Imunoalergologia*, **27**, 29–39 (2019).
5. B.P. Teixeira, R.A. Junior, J.H.P.A. Pinheiro, D.I. Kozusny-Andreani, Avaliação de fungos em bioaerossóis em ambiente de um hospital de médio porte do noroeste paulista, *Revista Saúde e Meio Ambiente*, **11**(2), 200–216 (2020).
6. Z. Zhan, M. Lao, F. Su, D. Chen, L. Liang, X. Yan, Hospital-acquired infection in patients with systemic lupus erythematosus: a case-control study in a southern Chinese population, *Clinical Rheumatology*, **37**(3), 709–717 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10067-017-3919-8>
7. D.Y. Thomaz, G.M.B.D. Negro, L.B. Ribeiro, M. Silva, G.O.M.H. Carvalho, C.H. Camargo, J.N.A. Júnior, A.L. Motta, *et al.*, A Brazilian inter-hospital candidemia outbreak caused by fluconazole-resistant *Candida parapsilosis* in the COVID-19 era, *Journal of Fungi*, **8**(2), 100 (2022). <https://doi.org/10.3390/jof8020100>
8. H. Sun, F. Liu, L. Zhang, L. Zhao, L. Xu, Establishment of scoring system for risk factors of invasive fungal infection in patients with hematologic diseases, *China Pharmacy*, **12**, 1270–1273 (2018).

9. E. Stohs, A. Zimmer, An approach to suspected invasive fungal infection in patients with hematologic malignancy and HCT recipients with persistent neutropenic fever despite mold-active prophylaxis, *Current Fungal Infection Reports*, **14**(1), 89–98 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12281-020-00375-6>
10. S. Kaluarachchi, M. Abeykoon, A case of endogenous *Candida* endophthalmitis with incidental cytomegalovirus infection and optic neuropathy in a patient recovered from severe COVID-19, *Indian Journal of Ophthalmology*, **70**(1), 323–326 (2022). https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2454_21
11. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução – RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003, Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, ANVISA, Brasília, 2003. URL: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE_09_2003_.pdf/8ccafc91-1437-4695-8e3a-2a97deca4e10
12. S.C. Smeltzer, B.G. Bare, *Brunner & Suddarth: tratado de enfermagem médico-cirúrgica*, 9. ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002.
13. R.d.C.H. Mendonza-Ribeiro, G.A.S. Alves de Oliveira, D. Fávaro-Ribeiro, D.C. Bertolin, C. Bernardi-Cesarino, L.C.E. Quintino de Lima, S.M. de Oliveira, Caracterização e etiologia da insuficiência renal crônica em unidade de nefrologia do interior do Estado de São Paulo, *Acta Paulista de Enfermagem*, **21**, 207–211 (2008).
14. S.C. Miranzi, C.D.L. Cravo, H.H. Iwamoto, J.L.S. Júnior, Perfil epidemiológico dos pacientes em hemodiálise de um hospital universitário, *Ciência, Cuidado e Saúde*, **10**(1), 110–115 (2011). <https://doi.org/10.4025/ciencuidsaude.v10i1.10720>
15. E.C. Dias, N.A. Silva, S.F. Maia, F.F. Morais, R.S.S. Silva, L.S. Oliveira, Avaliação dos índices de infecção relacionados ao cateter duplo lúmen para hemodiálise antes e após orientação para o autocuidado, *Revista Uningá*, **53**(2), 18–25 (2017).
16. T.A. Guimarães, W.B. Rodrigues, A.M.M. Fontenele, Infecções fúngicas em transplantados renais: uma revisão integrativa / Fungal infection in renal transplantation: a integrative review, *Revista de Pesquisa em Saúde*, **18**(2), 119–123 (2018).

17. M.M.D. Ferreira, J.B.P. Souza, E.S. Carmo, Avaliação microbiológica de máscaras de cílios utilizadas em salões de beleza, *Journal of Medicine and Health Promotion*, **5**(3), 120–127 (2020).
18. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução – RE nº 176, de 24 de outubro de 2000, Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, ANVISA, Brasília, 2000. URL: <http://www.pncq.org.br/uploads/2015/qualinews/RE%20176%202000.pdf>
19. E.S. Carmo, L.d.F. Belém, R.M.R. Catão, E.d.O. Lima, I.L.d. Silveira, L.H.M. Soares, Microbiota fúngica presente em diversos setores de um hospital público em Campina Grande – PB, *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, **39**(3), 213–216 (2007).
20. B. Friberg, S. Friberg, L.G. Burman, Correlation between surface and air counts of particles carrying aerobic bacteria in operating rooms with turbulent ventilation: an experimental study, *Journal of Hospital Infection*, **42**(1), 61–68 (1999). <https://doi.org/10.1053/jhin.1998.0542>
21. L.V. Sobral, K.N. Melo, C.M. Souza, S.F. Silva, G.L.R. Silva, A.L.F. Silva, K.A.A. Wanderley, I.S. Oliveira, R. Cruz, Antimicrobial and enzymatic activity of anemophilous fungi of a public university in Brazil, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **89**(3), 2327–2340 (2017). <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160903>
22. G.R. Morais, M.A. Silva, M.V. Carvalho, J.S. Santos, E.L.O.V. Dolinger, D.V.D. Brito, Qualidade do ar interno de uma instituição de ensino superior, *Bioscience Journal*, **26**(2), 305–310 (2010).
23. Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, *Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde, Módulo 8: Detecção e identificação de fungos de importância médica*, ANVISA, Brasília, 2013. URL: https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/microbiologia/mod_7_2004.pdf
24. A.D.C. Sobreira, A.D.R. Sousa, E.S. Carmo, D.A. Costa, Research of antifungal potential of *Sida planicaulis* Cav. (Malvaceae) fungus filamentosos front, *Periódico Tchê Química*, **16**(31), 607–615 (2019).

25. R.M.A. Cunha, E.B.A. Souza, H.Q.G.B. Gazola, Qualidade microbiológica do ar em ambiente de um Instituto de Oncologia e Radioterapia do município de Porto Velho, *Revista Saber Científico*, **6**(2), 54–63 (2021).
26. V.B. Duo Filho, J.P.Z. Siqueira, T.E. Colombo, Monitoramento de fungos anemófilos no ambiente de uma biblioteca no Município de São José do Rio Preto-SP, Brasil, *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, **24**(2), 75–80 (2020).
27. L.D.C. Oliveira, L.R. Borges-Palucha, Alergias respiratórias: uma revisão dos principais fungos anemófilos e fatores desencadeantes, *Revista Baiana de Saúde Pública*, **39**(2), 426–441 (2015). <https://doi.org/10.22278/2318-2660.2015.v39.n2.a1279>
28. Brasil, Ministério da Saúde, Portaria nº 82, de 03 janeiro de 2000, Estabelece Regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise e as normas para cadastramento destes junto ao Sistema Único de Saúde. Ministério da Saúde, ANVISA, Brasília, 2000. URL: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2000/prt0082_03_01_2000.html
29. E.D. Sodré, J.C.O. Tórtora, S.M. Corrêa, Avaliação da qualidade do ar interior do Hospital Universitário Pedro Ernesto, *Revista Sustinere*, **2**(2), 36–56 (2014). <https://doi.org/10.12957/sustinere.2014.14126>
30. H. Zenaide-Neto, J.D. Nascimento, Air quality and microbiological control in a hospital in Paraíba, Brazil, *International Journal of Advanced Research in Science*, **7**, 99–108 (2020). <https://doi.org/10.22161/ijaers.79.13>

COMO CITAR ESTE ARTIGO

P. Medeiros-Rodrigues, J.L. da Costa-Marinho, P.H.D. Diniz-Pimenta, A.L. de Cabral-Sobreira, E. Santos-Carmo, Avaliação da qualidade do ar e pesquisa de fungos em uma clínica de hemodiálise no município de Caicó-RN, Brasil, *Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm.*, **52**(3), 1123-1137 (2023). <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v52n3.112475>