

Identificação de *Cryptococcus neoformans* em excretas de *Columba livia* no Hospital Regional de Paraíso do Tocantins

Identification of Cryptococcus neoformans in Columba livia droppings at the Regional Hospital of Paraíso do Tocantins

Jéssica Soares Sampaio¹
Mateus Silva Santos²

RESUMO

Cryptococcus neoformans é um fungo oportunista frequentemente associado às excretas de *Columba livia*, representando potencial risco à saúde pública, especialmente para indivíduos imunocomprometidos. O presente estudo teve como objetivo investigar a presença de *C. neoformans* em excretas de *C. livia* no ambiente externo do Hospital Regional de Paraíso do Tocantins. Trata-se de um estudo observacional descritivo, com abordagem de campo e laboratorial, realizado entre os meses de março e maio de 2026. Inicialmente, realizou-se inspeção observacional sistemática em áreas com potencial permanência de aves urbanas e posterior coleta microbiológica prevista de excretas. Entretanto, durante o período amostral, não foram observadas aves da espécie *C. livia* nem excretas compatíveis no ambiente hospitalar, impossibilitando a execução das etapas microbiológicas previstas para isolamento e identificação do fungo. Apesar da ausência de isolamento microbiológico, observou-se elevada presença de felinos nas áreas externas da instituição, além de fatores ambientais potencialmente relacionados à dinâmica ecológica da fauna urbana local. Os achados reforçam a importância da vigilância ambiental em instituições hospitalares e sugerem possível influência de fatores ecológicos e sazonais sobre a permanência de aves urbanas e a viabilidade ambiental de *C. neoformans*.

Palavras-chave: *Cryptococcus neoformans*. *Columba livia*. Criptococose. Vigilância ambiental. Saúde pública.

¹ Graduanda em Medicina, Universidade de Gurupi (UnirG) – 0000-0001-6129-4274
– E-mail: Jessica.Sampaio@unirg.edu.br

² Biomédico, Doutor em Medicina Tropical e Saúde Pública, Universidade de Gurupi (UnirG) – 0000-0001-9392-4947 – E-mail: mateus.s.santos@unirg.edu.br

ABSTRACT

Cryptococcus neoformans is an opportunistic fungus frequently associated with *Columba livia* droppings and represents a potential public health risk, especially for immunocompromised individuals. This study aimed to investigate the presence of *C. neoformans* in *C. livia* droppings in the external environment of the Regional Hospital of Paraíso do Tocantins, Brazil. This was a descriptive observational study with field and laboratory approaches conducted between March and May 2026. Initially, a systematic observational inspection was performed in areas with potential permanence of urban birds, followed by planned microbiological collection of droppings. However, during the sampling period, no *C. livia* birds or compatible droppings were identified in the hospital environment, making it impossible to perform the microbiological procedures planned for fungal isolation and identification. Despite the absence of microbiological isolation, a high presence of felines was observed in the external hospital areas, in addition to environmental factors potentially associated with the ecological dynamics of the local urban fauna. The findings reinforce the importance of environmental surveillance in hospital institutions and suggest a possible influence of ecological and seasonal factors on the permanence of urban birds and the environmental viability of *C. neoformans*.

Keywords: *Cryptococcus neoformans*. *Columba livia*. Cryptococcosis. Environmental surveillance. Public health.

1. INTRODUÇÃO

O *Cryptococcus neoformans* é um fungo ambiental e oportunista, amplamente distribuído na natureza, especialmente em excrementos de aves, solo e árvores (ZHAO E LIN, 2022). Segundo Florek (2021), os excrementos de pombos constituem importante nicho ecológico para a prevalência de *C. neoformans*. Diante dessa ampla distribuição ambiental, a exposição humana ao microrganismo ocorre com relativa frequência entre indivíduos que frequentam locais contaminados, podendo resultar no desenvolvimento de uma micose oportunista denominada criptococose (MIRANDA et al., 2024).

Ainda segundo Miranda et al. (2024), a taxa de mortalidade por criptococose (CID B45) no Brasil apresentou variações entre 2020 e 2023. De modo geral, observou-se redução em algumas regiões ao longo desse período, seguida de aumento em 2023, sem justificativa clara na literatura. Na região Norte, por exemplo, houve diminuição entre 2020 e 2022, com novo aumento no ano de 2023.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2024), essa doença representa uma das infecções oportunistas mais relevantes entre pessoas que vivem com o vírus da imunodeficiência humana (HIV) em estágio avançado, configurando-se como uma das principais causas de adoecimento, incapacidade e mortalidade nessa população. A forma invasiva clinicamente significativa surge, principalmente, pela reativação de uma infecção latente em indivíduos imunocomprometidos, podendo ocorrer meses ou até anos após a exposição inicial (CDC, 2024).

A forma invasiva da infecção causada por *C. neoformans* está associada à expressão de múltiplos fatores de virulência, cuja ativação depende das condições ambientais. Entre esses fatores, destaca-se a cápsula polissacarídica, que atua como barreira antifagocítica e facilita a evasão do sistema imune, especialmente em ambientes com alta concentração de CO₂, pH alcalino e temperatura corporal. Ainda a produção de melanina também desempenha papel importante, protegendo o fungo contra estresse oxidativo, radicais livres e ataque imunológico, além de conferir maior resistência a antifúngicos (MOMIN E WEBB, 2021; ZARAGOZA, 2019).

De acordo com o estudo realizado na Colômbia (ZAMBRANO & SILVA-RESTREPO, 2022), o *C. neoformans* apresenta distribuição mundial e está frequentemente associado a ambientes ricos em nitrogênio, creatinina e sais, especialmente em locais contaminados por fezes de pombos (*Columba livia*), como em

áreas urbanas, parques, hospitais, zoológicos e igrejas, ambientes que favorecem seu crescimento e permanência.

Tanto *C. neoformans* quanto *C. gattii* possuem a capacidade de permanecer em estado latente no ambiente, principalmente em excretas de aves e materiais orgânicos, funcionando como importantes reservatórios. Essa forte relação com resíduos orgânicos urbanos e fezes de aves representa um risco significativo para a saúde pública, sobretudo para indivíduos imunocomprometidos, que estão mais suscetíveis ao desenvolvimento de infecções oportunistas como a criptococose (ZAMBRANO & SILVA-RESTREPO, 2022).

A criptococose é uma micose profunda oportunista com distribuição mundial, especialmente em condições tropicais e subtropicais (HAMZEHEE et al. 2025). Os municípios de Palmas e Paraíso do Tocantins, localizados no estado do Tocantins (TO), apresentam perfis climáticos bastante semelhantes, uma vez que ambos estão inseridos no bioma Cerrado e são classificados como clima tropical sazonal (KÖPPEN; GEIGER, 1928). Esse tipo climático, predominante no Estado, caracteriza-se pela presença de duas estações bem definidas ao longo do ano: uma estação chuvosa, que ocorre predominantemente entre os meses de outubro e abril, e uma estação seca, que se estende de maio a setembro (ÁVILA et al., 2023; PEREIRA et al., 2024).

Ao realizar uma comparação entre o município de Paraíso do Tocantins e o estudo conduzido por Sampaio et al. (2018) na identificação de *C. neoformans* em excretas de *C. livia* no Hospital Geral de Palmas (HGP), localizado em Palmas–TO, observa-se que ambos os municípios se encontram separados por aproximadamente 75 km. De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as duas localidades apresentam temperaturas elevadas ao longo de todo o ano, com regime pluviométrico caracterizado pela concentração das chuvas em um período sazonal específico.

Segundo Sampaio et al. (2018), o aumento da população de pombos no HGP ocorre devido às condições adequadas para sua sobrevivência, como estrutura física da construção, tornando-se o ambiente ideal para construção de ninhos e matéria orgânica disponível, como lixos e lanchonetes a céu aberto. O contato frequente entre humanos e essas aves em área hospitalar indica um risco potencial à saúde pública, devido a exposição dos frequentadores do local, profissionais da área, profissionais de limpeza e principalmente aos pacientes imunocomprometidos, que correspondem a um grupo de risco para desenvolver criptococose (SAMPAIO et al., 2018; WHO, 2024).

Diante da frequente presença de *C. livia* em ambientes urbanos, especialmente em estruturas elevadas como prédios, telhados e sistemas de ventilação, observa-se que essas aves também podem se estabelecer em áreas hospitalares, favorecidas pela oferta de abrigo e alimento. Seus excrementos constituem importantes reservatórios de microrganismos patogênicos, entre eles o fungo *C. neoformans*, agente etiológico da criptococose (FILIÚ et al., 2002; REOLON; PEREZ; MEZZARI, 2004; ZAMBRANO; SILVA-RESTREPO, 2022).

A exposição ambiental ao fungo representa risco significativo para indivíduos imunodeprimidos, pois tornam-se mais suscetíveis à exposição ao patógeno (MIRANDA et al., 2024). Nesse contexto, a presença dessas aves no entorno de instituições de saúde pode configurar um potencial problema de saúde pública. Dessa forma, torna-se relevante investigar a possível contaminação ambiental associada às excretas de pombos nesses espaços.

Apesar da reconhecida associação entre excretas de *C. livia* e a presença de *C. neoformans*, observa-se escassez de estudos voltados à investigação ambiental desse fungo em instituições hospitalares no estado do Tocantins, especialmente no município de Paraíso do Tocantins, onde não foram identificadas publicações científicas relacionadas à temática até o momento. Dessa forma, torna-se relevante avaliar o potencial risco ambiental associado à permanência dessas aves em áreas hospitalares.

Partiu-se da hipótese de que o ambiente externo do Hospital Regional de Paraíso do Tocantins (HRPT) apresentaria condições favoráveis à permanência de *C. livia* e à possível ocorrência ambiental de *C. neoformans*. Assim, o presente estudo teve como objetivo investigar a presença de *C. neoformans* em excretas de *C. livia* no ambiente externo do HRPT. Adicionalmente, buscou-se identificar áreas com maior potencial de permanência dessas aves e possíveis riscos ambientais e sanitários associados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de um estudo observacional descritivo, caracterizado como pesquisa de campo e laboratorial, desenvolvido com o objetivo de investigar a presença de *C. neoformans* em excretas de *C. livia* no ambiente externo do HRPT, localizado no município de Paraíso do Tocantins, Brasil.

Inicialmente, foi encaminhada à instituição hospitalar uma solicitação formal de autorização para realização da coleta das amostras de excretas de pombos, visando viabilizar o desenvolvimento da pesquisa e a investigação da presença do fungo de interesse.

O estudo foi conduzido nos meses de março e maio de 2026. As etapas laboratoriais estavam previstas para serem realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade de Gurupi (UnirG). A metodologia adotada foi baseada nos protocolos descritos por Filiú et al. (2002), Reolon, Perez e Mezzari (2004), Contin et al. (2011) e Sampaio (2018), com adaptações relacionadas às condições encontradas no local de estudo.

2.2 Análise observacional e critérios metodológicos

Inicialmente, realizou-se análise observacional dos locais com maior probabilidade de presença de *C. livia* e acúmulo de excretas, os quais foram previamente divididos em seis áreas distintas, identificadas como A, B, C, D, E e F, conforme figura 1. A seleção dessas áreas foi baseada na presença de características ambientais potencialmente favoráveis à permanência das aves, como disponibilidade de resíduos orgânicos, áreas de alimentação expostas e estruturas físicas propícias à formação de ninhos, conforme metodologia proposta por Sampaio et al. (2018). A inspeção visual sistemática foi realizada em áreas externas com potencial permanência de aves, incluindo telhados, áreas de alimentação, proximidades de lixeiras e estruturas elevadas.

Figura 1: Imagem aérea do HRPT com identificação das áreas A, B, C, D, E e F selecionadas para análise observacional e potencial coleta de excretas de *Columba livia*.



Fonte: Google Earth Pro (2026), adaptado pelos autores.

Foram considerados como critérios de inclusão excretas secas de *C. livia* localizadas no ambiente externo do HRPT, em áreas com evidências de permanência das aves. Como critérios de exclusão, seriam desconsideradas amostras úmidas, contaminadas por resíduos não biológicos ou que apresentassem quantidade insuficiente para processamento laboratorial.

O protocolo inicial previa a coleta de 30 amostras de excretas secas, coletadas e acondicionadas, distribuídas em três dias aleatórios dos meses de março e abril de 2026, com obtenção de 10 amostras por dia no ambiente externo da instituição hospitalar. Posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia da UnirG para processamento microbiológico. O quantitativo amostral foi definido com base em estudos anteriores semelhantes realizados em ambiente hospitalar, considerando a viabilidade operacional da coleta, o tempo disponível para processamento microbiológico e a similaridade com estudos ambientais prévios.

Entretanto, durante o período de coleta, não foram identificadas excretas de *C. livia* no local de estudo, impossibilitando a execução das etapas laboratoriais subsequentes. Dessa forma, a metodologia foi adaptada para realização exclusiva da análise observacional de campo, conduzida em três dias aleatórios dos meses de março, abril e maio de 2026, incluindo dias de temperaturas mais elevadas, com o objetivo de confirmar a ausência das aves e de seus vestígios no ambiente externo hospitalar.

2.3 Processamento laboratorial previsto

O protocolo laboratorial previsto baseava-se na metodologia descrita por Filiú et al. (2002) e Sampaio et al. (2018), incluindo secagem das amostras em estufa, suspensão em solução salina estéril acrescida de cloranfenicol e posterior semeadura em meio ágar Sabouraud dextrosado a 2%.

O protocolo laboratorial previa incubação das placas em temperatura ambiente entre 26 °C e 27,5 °C, com observação diária durante sete dias para identificação de colônias fúngicas sugestivas de *C. neoformans*. As colônias compatíveis seriam submetidas à análise macroscópica, microscópica por meio da técnica de tinta nanquim e prova bioquímica da urease para confirmação fenotípica do microrganismo, conforme descrito por Reolon, Perez e Mezzari (2004).

Entretanto, a ausência de excretas de *C. livia* no ambiente externo hospitalar durante o período amostral impossibilitou a realização das etapas microbiológicas previstas no delineamento inicial do estudo, incluindo semeadura, isolamento fúngico e identificação fenotípica de *C. neoformans*.

2.4 Variáveis e análise dos dados

As variáveis observadas incluíram presença ou ausência de excretas de *C. livia*, características ambientais favoráveis à permanência das aves, disponibilidade de matéria orgânica e presença de estruturas propícias à formação de ninhos.

As variáveis laboratoriais previstas incluíam possível crescimento de colônias fúngicas sugestivas de *C. neoformans* e características fenotípicas compatíveis com o microrganismo.

Os dados obtidos foram organizados de forma descritiva, utilizando frequência absoluta e análise qualitativa das condições ambientais observadas no local de estudo.

2.5 Aspectos éticos

Por se tratar de uma pesquisa ambiental, sem envolvimento de seres humanos, dados clínicos ou utilização de material biológico humano, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme as disposições da Resolução CNS nº 466/2012.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de análise observacional realizado nas áreas previamente selecionadas (A, B, C, D, E e F) no ambiente externo do HRPT, não foi identificada a presença de aves da espécie *C. livia*, tampouco de excretas compatíveis com esses animais nos locais delimitados para coleta microbiológica. Embora o ambiente apresentasse características estruturais potencialmente favoráveis à permanência de aves urbanas, como áreas elevadas, estruturas propícias à formação de ninhos e disponibilidade de matéria orgânica em áreas externas, não foram observados vestígios relacionados à permanência de pombos durante os dias de inspeção observacional.

Durante a análise observacional das áreas selecionadas, verificou-se que a zona B apresentou maior acúmulo de sujidades, resíduos orgânicos e dejetos no ambiente externo hospitalar, além da presença de felinos circulando na área, conforme

demonstrado na Figura 2. Essas características evidenciam condições ambientais relevantes para dinâmica da fauna sinantrópica local. Adicionalmente, observou-se que a área F, apresentada na Figura 3, possuía estrutura elevada e amplo telhado, características frequentemente associadas à permanência e abrigo de *C. livia* em ambientes urbanos. Apesar da presença de condições estruturais potencialmente favoráveis à ocupação dessas aves nas áreas analisadas, não foram identificados pombos nem excretas compatíveis durante o período observacional realizado no estudo.

Figura 2: Registros fotográficos de diferentes ângulos da Zona B no Hospital Regional de Paraíso do Tocantins



Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 3: Registros fotográficos de diferentes ângulos da Zona F no Hospital Regional de Paraíso do Tocantins.



Fonte: Autoria própria (2026).

Adicionalmente, observou-se a frequência de animais da espécie felina nas áreas

externas da instituição hospitalar, associada à percepção de odor intenso compatível com fezes e urina desses animais no ambiente. Segundo relatos informais de funcionários do local, a presença de felinos ocorre frequentemente nas dependências externas do hospital, enquanto a presença de aves urbanas é considerada incomum.

Durante as inspeções observacionais, também não foram identificadas outras aves urbanas de pequeno porte nas áreas avaliadas. Embora não seja possível estabelecer relação causal direta, a coexistência desses fatores sugere possível influência ecológica da elevada presença de felinos sobre a ocupação de aves no ambiente hospitalar avaliado.

Estudos ecológicos demonstram que gatos domésticos atuam como importantes predadores de aves em ambientes urbanos, podendo provocar alterações comportamentais, afastamento das espécies e redução da permanência dessas aves em áreas com maior risco de predação (DÍAZ et al., 2022; BECKERMAN et al., 2007). Além da predação direta, a simples presença desses animais pode desencadear respostas comportamentais de evitação por parte da avifauna, influenciando a ocupação ecológica desses ambientes (BECKERMAN et al., 2007).

A dinâmica ecológica observada no ambiente hospitalar pode estar relacionada a processos de competição ecológica e alterações na ocupação de nichos urbanos. Estudos em ecologia urbana demonstram que a urbanização e a predominância de determinadas espécies animais influenciam diretamente a distribuição e permanência da avifauna em ambientes antropizados (GELLER & MARTINEZ, 2025).

Fatores como disponibilidade de alimento, presença de predadores, alterações ambientais e pressão ecológica podem modificar o comportamento e a ocupação espacial das aves urbanas, levando à redução da permanência de determinadas espécies em ambientes específicos (RODRIGUES et al., 2018; DUARTE, 2023). Dessa forma, a presença de felinos observada nas áreas externas do hospital pode representar um possível fator ecológico associado à ausência de *C. livia* no local estudado, embora não seja possível estabelecer relação causal direta com os achados observacionais do presente estudo.

Os achados do presente estudo diferem dos resultados descritos por Sampaio et al. (2018), que identificaram a presença de *C. neoformans* em excretas de *C. livia* no Hospital Geral de Palmas (HGP), Tocantins. No estudo realizado em Palmas, os autores observaram elevada presença de pombos em áreas hospitalares associada à

Da mesma forma, Littman e Borok (1968) descrevem que a sobrevivência de *C.*

neoformans em excretas de *C. livia* sofre redução significativa em condições prolongadas de dessecação, evidenciando a influência de fatores climáticos sobre a permanência do fungo no ambiente. Considerando que o período de coleta do presente estudo ocorreu em meses caracterizados por elevadas temperaturas e transição sazonal no estado do Tocantins, é possível que condições microclimáticas locais tenham influenciado tanto a permanência das aves quanto a viabilidade ambiental do microrganismo no ambiente hospitalar avaliado.

Em regiões tropicais, a sazonalidade das chuvas exerce influência importante sobre a dinâmica ecológica de fungos ambientais, especialmente aqueles associados a matéria orgânica e excretas de aves. A redução da umidade relativa do ar e a maior exposição solar durante períodos mais secos podem contribuir para diminuição da viabilidade fúngica e alteração da permanência de aves urbanas em determinados ambientes (RODRIGUES et al., 2022).

Diante dos achados observacionais obtidos, o presente estudo evidencia que a ausência de *C. livia* e de excretas compatíveis no ambiente externo do HRP pode estar relacionada a múltiplos fatores ecológicos e ambientais, incluindo dinâmica da fauna urbana, presença de felinos, condições microclimáticas e sazonalidade ambiental.

Embora não tenha sido possível realizar o isolamento microbiológico de *C. neoformans*, os resultados observados reforçam a importância da vigilância ambiental em instituições hospitalares, especialmente devido ao potencial risco representado por fungos oportunistas em ambientes frequentados por indivíduos imunocomprometidos.

Além disso, o estudo contribui para compreensão da variabilidade ecológica associada à permanência de *C. livia* em ambientes hospitalares do estado do Tocantins, demonstrando que a presença dessas aves e do fungo não ocorre de maneira homogênea entre diferentes instituições de saúde, mesmo em regiões com características climáticas semelhantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo não identificou a presença de *C. livia* nem de excretas compatíveis no ambiente externo do HRPT, impossibilitando a execução das etapas microbiológicas previstas para isolamento e identificação de *C. neoformans*. Apesar disso,

os achados observacionais permitiram identificar fatores ambientais relevantes relacionados à dinâmica ecológica da fauna urbana no ambiente hospitalar avaliado.

A presença de felinos observada nas áreas externas da instituição, associada à ausência de aves urbanas durante o período amostral, sugere possível influência ecológica sobre a permanência da avifauna local, embora não seja possível estabelecer relação causal direta. Além disso, fatores ambientais e sazonais podem ter influenciado a ausência de excretas e a não detecção do microrganismo no ambiente estudado.

Os resultados obtidos reforçam a importância da vigilância ambiental em instituições hospitalares, especialmente devido ao potencial risco representado por microrganismos oportunistas para indivíduos imunocomprometidos. O estudo também evidencia que a ocorrência de *C. neoformans* em ambientes hospitalares pode apresentar variações ecológicas importantes, mesmo entre municípios com características climáticas semelhantes.

Por fim, destaca-se a necessidade de novos estudos envolvendo ecologia urbana, dinâmica da fauna sinantrópica e monitoramento microbiológico em ambientes hospitalares, incluindo investigações sobre a possível influência da presença de felinos na ocupação de aves urbanas e nos potenciais impactos ambientais e sanitários associados.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, L. et al. Seasonal streamflow forecast in the Tocantins River Basin using climate predictors. **Water**, Basel, v. 15, n. 9, p. 1695, 2023.

BECKERMAN, A. P.; BOOTS, M.; GASTON, K. J. Urban bird declines and the fear of cats. **Animal Conservation**, Cambridge, v. 10, n. 3, p. 320-325, 2007.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Clinical overview of cryptococcosis**. Atlanta: CDC, 2024.

CONTIN, L. A. et al. Ocorrência ambiental de *Cryptococcus neoformans* em excretas de pombos no ambiente urbano. **Revista de Patologia Tropical, Goiânia**, v. 40, n. 2, p. 123-130, 2011.

DÍAZ, M. et al. Cat colonies and flight initiation distances of urban birds. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 846, p. 157418, 2022.

DUARTE, T. B. F. **Ornitologia urbana: aplicações, desafios e perspectivas**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2023.

FARIA, R. O. et al. Ocorrência de *Cryptococcus neoformans* em excretas de pombos na cidade de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 43, n. 2, p. 198-200, 2010.

FILIÚ, W. F. O. et al. Cativoiro de aves e isolamento de *Cryptococcus neoformans* em excretas de pombos na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 35, n. 6, p. 591-595, 2002.

FLOREK, M. Prevalence and environmental distribution of *Cryptococcus neoformans* in pigeon droppings and urban environments. **Journal of Fungi**, Basel, v. 7, n. 11, p. 997, 2021.

GELLER, J. Z.; MARTINEZ, J. Ecologia urbana e fatores limitantes à permanência da avifauna em ambientes antropizados. **Revista Brasileira de Ecologia Urbana**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 45-59, 2025.

HAMZEHEE, S. et al. *Global epidemiology and environmental distribution of cryptococcosis in tropical and subtropical regions*. **Medical Mycology**, Oxford, v. 63, n. 1, p. 1-12, 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados climatológicos do estado do Tocantins**. Brasília: INMET, 2025.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. **Gotha: Verlag Justus Perthes**, 1928.

LIMA, C. T. et al. *Cryptococcus spp.* em excretas de *Columba livia* provenientes de um hospital universitário no Sul do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-4, 2015.

LITTMAN, M. L.; BOROK, R. Relation of the pigeon to cryptococcosis: natural carrier state, heat resistance and survival of *Cryptococcus neoformans*. **Mycopathologia et Mycologia Applicata**, Dordrecht, v. 35, p. 329-345, 1968.

MIRANDA, A. S. et al. Mortalidade por criptococose no Brasil entre 2020 e 2023: análise epidemiológica regional. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2024.

MOMIN, Y.; WEBB, G. Virulence mechanisms and environmental adaptation of *Cryptococcus neoformans*. **Journal of Fungi**, Basel, v. 7, n. 7, p. 531, 2021.

PEREIRA, D. R. et al. Climatic variability and seasonal characterization in the Tocantins-Araguaia watershed. **Theoretical and Applied Climatology**, Vienna, v. 157, p. 1-15, 2024.

REOLON, A.; PEREZ, L. R. R.; MEZZARI, A. Prevalência de *Cryptococcus neoformans* em excretas de pombos na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 5, p. 293-298, 2004.

RODRIGUES, A. G. et al. *Bird diversity in an urban ecosystem: the role of local*

environmental factors. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 108, p. 1-10, 2018.

RODRIGUES, H. F. et al. Incidência de criptococose em pombos (*Columba livia*) e seu impacto na saúde pública em Porto Velho–RO. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 14, p. 1-12, 2022.

SAMPAIO, J. S.; GELLEN, L. F. A.; ALEXANDRE, U. C. Identificação de *Cryptococcus neoformans* em excretas de *Columba livia* no Hospital Geral Público de Palmas, Tocantins. **Revista Tópicos em Química**, Palmas, v. 15, n. 2, p. 45-52, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for diagnosing, preventing and managing cryptococcal disease among adults, adolescents and children living with HIV**. Geneva: WHO, 2024.

ZARAGOZA, O. Basic principles of the virulence of *Cryptococcus*. **Virulence**, Philadelphia, v. 10, n. 1, p. 490-501, 2019.

ZAMBRANO, L.; SILVA-RESTREPO, C. Environmental occurrence of *Cryptococcus neoformans* associated with *Columba livia* in urban ecosystems. **Revista Colombiana de Microbiología**, Bogotá, v. 42, n. 2, p. 115-124, 2022.

ZHAO, Y.; LIN, X. *Cryptococcus neoformans*: virulence, host adaptation and emerging antifungal resistance. **Current Opinion in Microbiology**, London, v. 65, p. 73-80, 2022.