

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

DAVI LIMA NOTARO

**ISOLAMENTO DE FUNGOS DE ANIMAIS TAXIDERMIZADOS EM
DECOMPOSIÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NO MUSEU DA MEMÓRIA E
PATRIMÔNIO DA UNIFAL-MG**

ALFENAS/MG

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

DAVI LIMA NOTARO

**ISOLAMENTO DE FUNGOS DE ANIMAIS TAXIDERMIZADOS EM
DECOMPOSIÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NO MUSEU DA MEMÓRIA E
PATRIMÔNIO DA UNIFAL-MG**

Trabalho apresentado como parte dos requisitos para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, curso de Ciências Biológicas Bacharelado, Universidade Federal de Alfenas - MG.
Área de concentração: Micologia
Orientador: Profa. Dra. Rosymar Coutinho de Lucas

ALFENAS/MG

2025

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Notaro, Davi Lima.

Isolamento de fungos de animais taxidermizados em decomposição: um estudo de caso no museu da memória e patrimônio da unifal-mg / Davi Lima Notaro. - Alfenas, MG, 2025.
45 f. : il. -

Orientador(a): Rosymar Coutinho de Lucas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2025.
Bibliografia.

1. Fungo. 2. Museus. 3. Taxidermia. 4. Animais Taxidermizados. 5. Biodeterioração. I. de Lucas, Rosymar Coutinho, orient. II. Título.

DAVI LIMA NOTARO

**ISOLAMENTO DE FUNGOS DE ANIMAIS TAXIDERMIZADOS EM
DECOMPOSIÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NO MUSEU DA MEMÓRIA E
PATRIMÔNIO DA UNIFAL-MG**

O(A) Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação/Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado em Ciências Biológicas, pela Universidade Federal de Alfenas.

Aprovado em: 11 de dezembro de 2025

Prof.^a Dr.^a Rosymar Coutinho de Lucas
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Me. Hillary Ananda Gonçalves Aniceto
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof. Dr. Masaharu Ikegaki
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo identificar os fungos responsáveis pela contaminação de animais taxidermizados do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG. Para isso, foram analisadas as condições ambientais do diorama, o potencial de risco da contaminação fúngica, suas características micro e macroscópicas, além de métodos de conservação e registros de casos semelhantes de biodeterioração. A metodologia, de caráter quantitativo-qualitativo, utilizou materiais e procedimentos clássicos da microbiologia. As técnicas empregadas incluíram microcultivo dos fungos em temperatura ambiente por cinco dias, observação das microestruturas em microscópio óptico comum e análise de macrocolônias crescidas em ágar Sabouraud dextrose, também incubadas por cinco dias à temperatura ambiente. As condições ambientais registradas foram — umidade relativa média de 54% e temperatura de 23 °C, estas — revelaram um microclima desfavorável à preservação dos acervos orgânicos. O acompanhamento dos exemplares mostrou rápida deterioração, levando ao descarte dos materiais contaminados como medida de biossegurança. A identificação preliminar apontou dois grupos fúngicos: um com características próximas ao gênero *Curvularia* e outro pertencente ao gênero *Aspergillus*. Como se trata de uma identificação baseada apenas em características morfológicas, análises moleculares ainda são necessárias para confirmação. Conclui-se que o descontrole ambiental favoreceu a deterioração de peças taxidermizadas preenchidas com palha, material altamente suscetível à colonização microbiana. Além do prejuízo ao patrimônio, os fungos identificados podem oferecer riscos à saúde de usuários do espaço, reforçando a importância científica e sanitária desta investigação.

Palavras-chave: Fungo; Museus; Taxidermia; Animais taxidermizados, Biodeterioração.

ABSTRACTS

This study aimed to identify the fungi responsible for contaminating taxidermied animals at the Museum of Memory and Heritage of Unifal-MG. To this end, the environmental conditions of the diorama, the potential risk of fungal contamination, its micro and macroscopic characteristics, as well as conservation methods and records of similar cases of biodeterioration were analyzed. The quantitative-qualitative methodology used classic microbiology materials and procedures. The techniques employed included microcultivation of fungi at room temperature for five days, observation of microstructures under a standard optical microscope, and analysis of macrocolonies grown on Sabouraud dextrose agar, also incubated for five days at room temperature. The environmental conditions recorded — average relative humidity of 54% and temperature of 23 °C — revealed a microclimate unfavorable to the preservation of organic collections. Monitoring of the specimens showed rapid deterioration, leading to the disposal of contaminated materials as a biosafety measure. Preliminary identification pointed to two fungal groups: one with characteristics similar to the genus *Curvularia* and another belonging to the genus *Aspergillus*. As this identification is based solely on morphological characteristics, molecular analyses are still needed for confirmation. It was concluded that environmental uncontrolled conditions favored the deterioration of taxidermied specimens filled with straw, a material highly susceptible to microbial colonization. In addition to the damage to heritage, the identified fungi may pose health risks to users of the space, reinforcing the scientific and sanitary importance of this investigation.

Keywords: Fungus; Museums; Taxidermy; Taxidermied animals; Biodeterioration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diorama do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG	13
Figura 2 - <i>Cerdocyon thous</i> , “Cachorro-do-mato”	22
Figura 3 - Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG.....	25
Figura 4 - Animais identificados com deterioração (Ainda em exposição)	26
Figura 5 - Animais contaminados no dia do descarte – Fase Final	27
Figura 6 - Lobo-guará “ <i>Chrysocyon brachyurus</i> ”	28
Figura 7 - Sinais “Visíveis” (<i>Cerdocyon thous</i>) como base na observação	28
Figura 8 - Descarte dos Exemplares e Coleta de Amostras	31
Figura 9 - Análise Acervo, Macro e Microscópica (Cachorro-do-Mato, Amostra 1)	33
Figura 10 - Análise Acervo, Macro e Microscópica (Cachorro-do-Mato, Amostra 2)	34
Figura 11 - Amostras da pelagem e “pó” derivado das contaminações do Gambá e Cachorro-do-mato.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação de Umidade no Diorama do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG.....	30
Gráfico 2 - Variação de Temperatura no Diorama do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG	30

LISTA DE ABREVIATURAS

UNIFAL-MG	Universidade Federal de Alfenas
CCI	Canadian Conservation Institute
EFOA	Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas
ICOM	International Council of Museums
ICCROM	Centro Internacional para o Estudo, Conservação e Restauro de Bens Materiais
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
ITS	Internal Transcribed Spacer

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 MUSEUS	15
2.2 MUSEU DA MEMÓRIA E PATRIMÔNIO DA UNIFAL-MG	16
2.3 ANIMAIS TAXIDERMIZADOS	16
2.3.1 Vulnerabilidades dos espécimes.....	17
2.4 TÉCNICAS DE TAXIDERMIA.....	18
2.4.1 Técnicas e riscos de fungos.....	18
2.5 FUNGOS	19
2.6 MÉTODOS DE ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS EM ACERVOS MUSEOLÓGICOS	20
2.7 MEDIDAS DE CONTROLE E PREVENÇÃO DE FUNGOS EM ACERVOS MUSEOLÓGICOS	21
3 JUSTIFICATIVA.....	22
4 OBJETIVOS GERAIS	24
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
5 METODOLOGIA.....	25
5.1 LOCAIS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	25
5.2 COLETA DAS AMOSTRAS.....	25
5.3 ANÁLISE MICROCLIMÁTICA	26
5.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO	26
5.5 TÉCNICAS LABORATORIAIS	29
6 RESULTADOS.....	30
7 DISCUSSÃO	35

8 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE A	44
APÊNDICE B	45

1. INTRODUÇÃO

O estudo de fungos que afetam a preservação de animais taxidermizados é um campo ainda pouco explorado, mas de extrema importância para a preservação de acervos museológicos e conservação do patrimônio cultural. Apesar de ser uma área pouco estudada, nas últimas décadas, nota-se um aumento no interesse pela sua pesquisa, acompanhado por uma transformação de mentalidade, práticas e inovações no setor. A conservação tem se voltado para a prevenção, em conjunto com um entendimento mais profundo dos mecanismos de deterioração das coleções, visando minimizar as causas de danos. Em diversos países, esse movimento tem sido apoiado por grandes investimentos em recursos humanos e financeiros, com o objetivo de encontrar soluções mais eficientes para os desafios enfrentados pelas instituições responsáveis pela preservação do patrimônio histórico (CALLOL, 2002).

Nesse contexto, os fungos se destacam como um dos principais agentes na deterioração, devido a sua habilidade de penetração em tecidos vivos, que resulta na perda de material em consequência da corrosão provocada por suas enzimas de degradação, como celulasas e hidrolases, entre outras, além do ataque mecânico que exercem. A sobrevivência e desenvolvimento desses organismos dependem do ambiente em que vivem, os fungos selecionam os locais com base nas condições nutricionais e microclimáticas disponíveis, que favorecem sua estrutura, crescimento e reprodução. São organismos capazes de modificar, habitar e destruir todos os tipos de materiais orgânicos e inorgânicos, desde livros, obras de arte, esculturas e, no caso do presente trabalho, animais taxidermizados. Sendo assim, são organismos que exercem uma alteração considerável no patrimônio cultural, especialmente, por possuírem capacidade de crescer em ambientes considerados desprovidos de água. Ademais, sua principal característica é a contaminação por vias aéreas, se espalhando por todo o ambiente que estejam localizados. Assim, torna-se crucial o monitoramento destes locais, já que cada espécie fúngica apresenta características alternadas de contaminação, especialmente em locais sem o monitoramento e controle adequado (CARDOSO, 2022).

A taxidermia, técnica utilizada há séculos para a conservação de espécimes animais, possui valor científico e educativo inestimável, permitindo que os exemplares taxidermizados sejam utilizados em pesquisas, ensino e divulgação cultural. Essa arte desempenha um papel fundamental nos museus de História Natural, pois fornece não

apenas espécimes preservados para estudo científico, mas também materiais que permitem a comunicação da biodiversidade para o público em geral. Essas exposições atuam como ferramentas educativas, possibilitando que visitantes tenham contato direto com a fauna, mesmo quando se trata de espécies raras, distantes ou extintas, garantindo a preservação material e simbólica de parte significativa da diversidade biológica (CALLOL, 2002).

Os espécimes taxidermizados não devem ser entendidos somente como representações mortas de animais, mas como trabalhos muito complexos, que dependem de múltiplos materiais, desde pele, ossos, palha, fibras vegetais, vidro, e outros artificiais. Essa natureza, embora essencial para recriar a aparência do animal, também os torna frágeis, pois cada material responde de forma distinta às condições do meio, o que pode favorecer processos de deterioração física, química e biológica. Alguns destes materiais biológicos oferecem substratos ricos para a colonização de microrganismos, especialmente fungos, que podem degradar os exemplares e comprometer a integridade das coleções (Poliquin, 2008).

No caso apresentado no Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG, a problemática se torna mais evidente. O diorama (Figura 1) apresentado para exposição é parcialmente aberto, sem controle climático, criando condições ideais para a proliferação fúngica. Esses fatores estão diretamente relacionados com as relações de potencialização metabólica do organismo, que se aproveita das características microclimáticas do local. Esse cenário contribui para a deterioração gradual dos exemplares, exigindo do museu maior demanda de trabalho em higienização, reposição ou descarte de peças, gerando custos adicionais de manutenção. Além disso, diversas recorrências de contaminação sem tratamento das condições ambientais podem favorecer a recontaminação, repetindo o ciclo de degradação (CARDOSO, 2022).

A relevância deste estudo não se limita ao acervo material. O Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG (Figura 3) desempenha papel fundamental como um espaço educativo, recebendo visitantes de diferentes idades e níveis de escolaridade, sendo, portanto, um ponto crucial na cidade para o compartilhamento de conhecimento científico e cultural. O museu, desta forma, funciona como agente educativo essencial no Brasil, desempenhando funções que vão além da exposição e conservação de acervos, para incluir ações pedagógicas transformadoras (MACHADO, 2009).

Figura 1 – Diorama do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG



Fonte: Autoria própria (2025)

Certamente, compreender os fatores ambientais e biológicos que favorecem o crescimento fúngico em animais taxidermizados é indispensável para propor estratégias de prevenção e conservação em museus. A investigação realizada nesta pesquisa se concentra em exemplares confeccionados com palha, que, nesse cenário, demonstraram maior suscetibilidade à colonização fúngica no Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG.

Além da importância prática, o presente estudo contribui para preencher uma “lacuna científica”, já que trabalhos sobre biodeterioração em animais taxidermizados nos museus ainda são escassos. Portanto, sua relevância também está no caráter interdisciplinar, misturando as áreas de micologia, museologia, conservação do patrimônio cultural e saúde pública. Assim, ao investigar as condições que favorecem o crescimento fúngico e seus impactos, este trabalho busca encontrar medidas eficazes de monitoramento e conservação, contribuindo, ao mesmo tempo, para a

saúde pública e preservação de um patrimônio cultural de valor científico e histórico inestimável.

Nessas circunstâncias, é crucial o estudo da conservação preventiva, definida como um conjunto de ações voltadas a evitar ou minimizar processos de deterioração, por meio de medidas essencialmente indiretas, que não alteram a estrutura ou o material dos objetos. Esse método traz consigo práticas de pesquisa, documentação, inspeção, monitoramento ambiental e conservação programada, uma estratégia fundamental para garantir a integridade dos bens culturais (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2013).

2.REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 MUSEUS

A definição de museu passou por diferentes reformulações nas últimas décadas. Em 1951, o termo passou a designar qualquer instituição permanente voltada ao interesse público e dedicada à preservação, estudo, valorização e exposição de acervos artísticos, históricos, científicos e técnicos, incluindo também jardins zoológicos, botânicos, aquários, bibliotecas e arquivos com salas expositivas. Em 1974, reforçou-se seu caráter educativo e social, ao defini-lo como instituição sem fins lucrativos, dedicada à sociedade e ao seu desenvolvimento, voltada à pesquisa, conservação e comunicação. Já em 1989, ampliou-se ainda mais o conceito, estendendo-o a qualquer instituição, independentemente da natureza ou tipo de coleção. Já em 2007, consolidou-se a definição atual: museus são instituições permanentes, sem fins lucrativos, a serviço da sociedade ao preservar e divulgar o patrimônio material e imaterial, com objetivos educativos, científicos e culturais (MARZIALE, 2021).

Além de espaços de história, os museus atuam como espaços de educação informal, são ambientes que conectam a sociedade com a ciência, favorecendo experiências que complementam o ensino formal. A observação de animais taxidermizados, objetos, obras de arte e diferentes recursos expositivos cria oportunidades de aprendizagem disponíveis para todas as faixas etárias, auxiliando professores, alunos e visitantes, gerando experiências além das tradicionais (VIANNA, PREZOTO. 2023).

O museu também é entendido como patrimônio vivo, ainda que frequentemente foque em um tempo ancestral, seu valor é sempre presente, pois envolve não só objetos materiais, mas também memórias, narrativas e recordações atribuídas pelos grupos sociais. Por isso é um espaço de construção, preservação e transmissão de saberes e técnicas, de maneira a proteger e preservar a memória, funcionando com ponte entre o passado, presente e o futuro (PISTORELLO, 2018).

Nesse contexto, a conservação do acervo é parte essencial da dinâmica museológica, especialmente diante dos desafios contemporâneos: controle ambiental, prevenção de pragas, limitações estruturais e necessidade de métodos preventivos contínuos. Agentes físicos, químicos e biológicos — incluindo fungos — estão entre

os principais responsáveis pela deterioração de materiais sensíveis, o que torna o monitoramento regular uma ação indispensável.

2.2 MUSEU DA MEMÓRIA E PATRIMÔNIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

A origem da Universidade Federal de Alfenas remonta a 1914, com a fundação da Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas (EFOA) por João Leão de Faria. Ao longo das décadas, a instituição consolidou-se como referência regional, e em 1960, foi incorporada ao Sistema Federal de Ensino, consolidando-se como patrimônio público e fortalecendo sua importância na formação científica e cultural do país. Nesse cenário, a criação do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG surgiu como forma de preservar a memória institucional e trajetória da EFOA, valorizando sua importância histórica (CARVALHO, 2017).

Com o tempo, o Museu expandiu suas funções. Hoje, abriga salas de exposição de geologia, zoologia, com grande diversidade de animais taxidermizados, além de materiais voltados para o ensino de biologia celular e histologia e anatomia. Esse conjunto funciona não apenas como guardião da memória institucional, mas também a de espaço educativo e científico, pesquisa e extensão, sendo utilizada por docentes, alunos e visitantes externos.

A concepção adotada pelo museu assume a concepção contemporânea de musealização. Entendida como processo de transformar um objeto em patrimônio. Não se trata apenas de deslocá-lo fisicamente para o museu, mas de atribuir-lhe valor simbólico, cultural e científico, como destacam Araújo e Granato (2017). Nesse sentido, cada peça torna-se, portanto, documento histórico e fonte de conhecimento. Essa abordagem reforça a importância da preservação dos acervos, especialmente aqueles com materiais biológicos sensíveis, como os espécimes taxidermizados.

2.3 ANIMAIS TAXIDERMIZADOS

Os animais taxidermizados podem ser considerados testemunhos de uma época revelando modos de ver e interpretar a vida animal em contextos históricos educativos e simbólicos. Essa mistura de sentidos faz com que, em diferentes contextos, o mesmo exemplar possa ser visto como recurso didático, curiosidade ou

até relíquia do passado, funcionando como documentos materiais e objetos de memória (MADDEN, 2011).

Contudo, na sociedade contemporânea, ocupa um lugar ambíguo: muitas peças são vistas como relíquias ultrapassadas ou objetos desconfortáveis, associados a práticas antigas e coloniais que buscavam capturar, classificar e controlar a vida animal. Essa percepção levou muitos exemplares ao esquecimento, apesar de seu valor pedagógico e científico. Patchett (2010) destaca que é justamente essa ambiguidade dos animais taxidermizados que inspiram reflexões mais recentes sobre essa prática. O uso da pele animal verdadeira (e, muitas vezes, de outros materiais provenientes do próprio animal), aliado às técnicas de reprodução confere aos exemplares uma aparência híbrida: Ao mesmo tempo realista e artificial, aproximando-os e afastando-os do animal vivo.

2.3.1 Vulnerabilidades dos espécimes

Por serem compostos principalmente por materiais orgânicos — como queratina, colágeno, fibras vegetais, algodão, serragem ou enchimentos sintéticos — esses exemplares são altamente suscetíveis a deterioração. Flutuações de temperatura e umidade favorecem a hidrólise e a perda de integridade das fibras, enquanto a presença de poeira, insetos e iluminação inadequada intensificam os processos de degradação e envelhecimento dos materiais. Estudos sobre acervos compostos por materiais proteicos demonstram que alterações ambientais mínimas podem desencadear processos acelerados de biodeterioração, especialmente quando o material contém resíduos orgânicos que permanecem após a preparação ou manipulação (ZHANG et al., 2022).

Entre esses agentes, os fungos representam perigo significativo, pois conseguem degradar queratina, colágeno e resíduos orgânicos deixados durante o processo de preparação, tornando peças taxidermizadas particularmente vulneráveis quando o controle ambiental é deficiente. Como demonstrado em análises sobre a deterioração de patrimônios orgânicos, a colonização por fungos leva à fragilização progressiva das fibras, manchas, rupturas e perda de estabilidade estrutural das peças, tornando a preservação de exemplares taxidermizados especialmente desafiadora (WANG et al., 2025).

2.4 TÉCNICAS DE TAXIDERMIA

A prática da taxidermia passou por diferentes fases ao longo da história. Os primeiros métodos eram mais rudimentares, resumindo-se no simples esvaziamento do corpo e no preenchimento com materiais como palha ou algodão, resultando em peças frágeis e com pouca fidelidade anatômica. No século XIX, surgiram novas formas, marcadas pela utilização de substâncias químicas conservantes - alguns tóxicos, como arsênio - que buscavam retardar a deterioração. Posteriormente, estruturas sustentação mais elaboradas, como arames, madeiras e moldes de gessos foram implementados (PATCHETT, 2010).

Com os avanços da museologia, a atenção deixou de se limitar à montagem e passou a incluir a manutenção preventiva, com foco em conservação ambiental. A correta terminologia "taxidermia" substituiu o termo considerado antiquado atualmente, "empalhar", refletindo a modernização das técnicas. Rocha (2010) descreve que, os materiais atuais – como plástico triturado reciclado – apresentam vantagens antifúngicas e antibacterianas, garantindo maior durabilidade e sustentabilidade, com produção de réplicas mais fiéis.

As técnicas variam conforme a espécie e o objetivo da peça. No método de via seca com pele aberta, realiza-se um corte amplo, abrangendo a região ventral e torácica do animal, de modo que a pele seja removida em formato plano, semelhante a um tapete, prática mais comum em grandes répteis e mamíferos. Já na via seca com pele fechada, o corte é mais restrito e localizado no abdômen, permitindo a retirada da pele como se fosse uma "roupa" do animal. Após essa etapa, o interior é preenchido com materiais como algodão, serragem ou moldes específicos, de forma a reproduzir a anatomia original. Essa técnica é amplamente aplicada em aves, répteis e mamíferos de pequeno e médio porte (SILVA et al, 2018). Protocolos mais recentes como o descrito por Himpel et al. (2023) detalha um protocolo robusto de taxidermia aplicado à fauna vitimada por atropelamentos, incluindo etapas rigorosas de documentação. O preenchimento do animal é realizado com materiais como isopor industrial e algodão, combinando o uso de agentes conservantes, como bórax no interior da pele e formol nas partes moles, aliado a um tratamento antipragas, garantindo a durabilidade e preservação a longo prazo.

2.4.1 Técnicas e risco de fungos

A forma como o exemplar é preparado influencia sua durabilidade. Métodos históricos de taxidermização frequentemente deixavam quantidades substanciais de tecido residual, gordura, sangue seco ou substâncias orgânicas aderidas à pele, que constituem substratos ideais para o crescimento de fungos e bactérias. Além disso, enchimentos naturais — como fibras vegetais, palha, algodão ou serragem — possuem alta capacidade de retenção de umidade, o que cria condições internas propícias para a colonização microbiana. Conservantes tradicionais, como o bórax, possuem eficácia limitada, especialmente diante de umidade elevada e presença de nutrientes. Em contraste, a adoção de enchimentos sintéticos e técnicas modernas de limpeza e desengorduramento reduzem substancialmente a disponibilidade de substratos biológicos, diminuindo o potencial de colonização microbiana. Ainda assim, mesmo peças bem-preparadas deterioram-se quando expostas a umidade elevada, ventilação insuficiente ou acúmulo de poeira (Kwaśna et al., 2019).

2.5 FUNGOS

O Reino Fungi representa um dos grupos mais diversos de organismos vivos, presentes em praticamente todos os ecossistemas da Terra. Formados por organismos heterotróficos, que podem ser unicelulares ou multicelulares, os fungos exercem funções vitais no equilíbrio ecológico. Estima-se que existam aproximadamente 160 mil espécies descritas, mas as estimativas apontam para uma diversidade real que pode variar entre dois e três milhões, revelando a dimensão ainda pouco explorada desse reino. (TERÇARIOLI, 2010). Ainda assim, grande parte dessa diversidade permanece desconhecida, avanços em sequenciamento e bioinformática vêm revelando novos grupos, incluindo os chamados “dark taxa”, difíceis de identificar por métodos convencionais (WIJAYAWARDENE, et al. 2024).

Os fungos são organismos heterotróficos, obtendo nutrientes por absorção e apresentam uma ampla diversidade morfológica, podendo existir na forma unicelular, como as leveduras, ou pluricelular, como os fungos filamentosos, formados por hifas, cujo conjunto denomina-se micélio. Apresentam grande versatilidade reprodutiva e ciclos de vida complexos, o que explica sua capacidade de adaptação. (ANDRADE, 2022)

Embora essenciais ecologicamente e amplamente utilizados na biotecnologia – Na produção de alimentos, antibióticos, enzimas e processos industriais - os fungos

também se enquadram como um dos principais agentes patogênicos em múltiplos contextos, contaminando humanos, animais e plantas. (FISHER, 2020; MENDOZA, 2022)

Nos museus, observou-se um aumento significativo das colonizações fúngicas em repositórios, tornando-se uma preocupação crescente. Esse crescimento advém, geralmente de fatores como: o excesso de umidade, infiltrações e falhas no controle climático, mesmo em repositórios com monitoramento ambiental. Fungos possuem fortes propriedades de degradação capazes de comprometer acervos históricos, além de secretarem substâncias que podem ser nocivas à saúde humana. Devido a isso, estratégias de gestão preventiva devem estar sempre associadas ao manejo integrado de pragas e ao gerenciamento de contaminações, sendo uma forma fundamental de reduzir os impactos dos fungos e preservar a integridade do patrimônio cultural. (BASTHOLM, 2022)

O futuro da micologia aponta para uma nova era de descobertas mais abrangentes, impulsionadas pelo uso de tecnologias avançadas de sequenciamento e análise genômica, reforçando a relevância desses organismos para a ciência e para a conservação de acervos. (WIJAYAWARDENE, 2023).

2.6 MÉTODOS DE ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS EM ACERVOS MUSEOLÓGICOS

A investigação de fungos em acervos exige técnicas específicas para evitar danos às peças. A coleta pode ser feita com *swab* estéril, fita adesiva própria (tape-lift), raspagens superficiais ou amostragem do ar. Após a coleta, as amostras são cultivadas em meios como DAS (ágar Sabouraud Dextrose), BDA (ágar Batata Dextrose) ou MEA (ágar Extrato de Malte), incubadas a 25–28 °C. As colônias são avaliadas quanto a cor, textura e crescimento. A identificação envolve microscopia para observar estruturas reprodutivas e, quando necessário, são aplicadas análises moleculares como PCR e sequenciamento da região ITS.

Cuidados de biossegurança incluem uso de máscara PFF2, luvas e capelas de fluxo, devido à presença potencial de micotoxinas ou alérgenos. Entre as limitações, destacam-se: dificuldade em cultivar espécies mais exigentes, risco de contaminação cruzada e impossibilidade de detectar fungos mortos apenas com métodos morfológicos. (Miller et al. 2016)

2.7 MEDIDAS DE CONTROLE E PREVENÇÃO DE FUNGOS EM ACERVOS MUSEOLÓGICOS

A prevenção é a forma mais eficaz de proteger acervos biológicos. As recomendações internacionais (ICOM, ICCROM e ICC) incluem:

- manter umidade entre 45–55% e temperatura entre 18–22°C;
- garantir boa ventilação e monitoramento contínuo;
- higienizar regularmente os espaços e evitar acúmulo de poeira;
- utilizar métodos físicos como congelamento controlado para eliminação de insetos;
- aplicar fungicidas específicos quando necessário, sempre com avaliação técnica;
- adotar manejo integrado de pragas, com inspeções e armadilhas;
- isolar imediatamente peças contaminadas para evitar disseminação.

Essas medidas são fundamentais para espécimes taxidermizados, que são naturalmente mais suscetíveis à ação de fungos devido à sua composição orgânica e à presença de materiais que retêm umidade.

Os estudos apresentados ao longo deste referencial evidenciam que acervos biológicos, especialmente animais taxidermizados, são altamente suscetíveis à deterioração fúngica devido à sua composição orgânica, às técnicas históricas de preparação e às condições ambientais inadequadas. Esse cenário dialoga diretamente com os resultados da presente pesquisa, que buscou identificar os fungos contaminantes dos exemplares taxidermizados do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG. As análises microbiológicas, realizadas por meio de microcultivo, observação microscópica e cultivo em ágar Sabouraud, indicaram preliminarmente gêneros compatíveis com *Curvularia* e *Aspergillus*, associados a um ambiente com umidade média de 54% e temperatura de 23 °C — condições desfavoráveis à preservação de materiais orgânicos. A deterioração rápida dos espécimes, especialmente aqueles preenchidos com palha, ressaltou tanto o risco patrimonial quanto o potencial impacto à saúde dos usuários, reforçando a importância desta investigação.

3.JUSTIFICATIVA

A escolha deste tema surgiu, em primeiro lugar, da curiosidade científica despertada pelo avistamento de um exemplar taxidermizado (Figura 2) em estado de deterioração dentro do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG. Tratava-se de um animal taxidermizado exposto no diorama, que apresentava sinais claros de desgaste da pele e na pelagem, demonstrando uma decomposição gradual por algum agente biológico, sendo essa primeira observação crucial para o seguimento da pesquisa.

Figura 2 - *Cerdocyon thous*, “Cachorro-do-Mato”



Fonte: Autoria própria (2024)

Legenda: Primeiro “avistamento” de contaminação, pelagem em deterioração.

Tal situação levantou algumas questões: se aquele exemplar se encontrava naquele estado, quais as chances de outros espécimes também estarem comprometidos? O responsável seria, de fato, um fungo? Caso confirmado, poderia esse microrganismo contaminar todo o acervo ou, até mesmo, oferecer algum risco à saúde das pessoas que frequentam o espaço museológico? Quais as condições favoreceram a contaminação dos espécimes?

A partir destas perguntas iniciais, a justificativa se fortalece pelo valor cultural, educativo e científico do museu. O Museu da Memória e Patrimônio constitui um espaço fundamental para a cidade e para a região, abrigando uma diversidade de coleções e proporcionando experiências de cunho científico e histórico.

A relevância científica dessa pesquisa se destaca justamente pela sua originalidade. Embora existam estudos voltados à conservação preventiva em museus e à biodeterioração causada por microrganismos, são escassas as pesquisas que abordam especificamente a degradação de animais taxidermizados em função da ação fúngica. Dessa forma, identificar o gênero do fungo, e compreender as condições ideais de crescimento, descrevendo seus mecanismos de degradação, são estudos essenciais para a preservação de acervos museológicos, permitindo a implementação de estratégias de conservação mais eficazes.

Por fim, por se configurar como um estudo de caso, este trabalho abre caminho para futuras pesquisas na área de conservação museológica, sobretudo no que diz respeito à relação entre fungos e a degradação de materiais orgânicos em exposições museais. Ao analisar e documentar a ocorrência de fungos em animais taxidermizados, este Trabalho de Conclusão de Curso pode servir de base para estudos comparativos em outros acervos do país e do mundo, incentivando a criação e evolução de protocolos específicos de monitoramento ambiental e de controle microbiológico em museus. (SAPAAT, 2021).

4.OBJETIVOS GERAIS

Analisar a contaminação fúngica presente nos exemplares taxidermizados do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A) Identificar os fungos presentes mediante análises macro e micromorfológicas, com determinação restrita ao nível de gênero;
- B) Monitorar o processo de contaminação, caracterizando as etapas de desenvolvimento fúngico, seus efeitos degradativos e o tempo até a perda de viabilidade do exemplar;
- C) Avaliar as condições ambientais da área de guarda e exposição, considerando temperatura, umidade relativa, ventilação e incidência luminosa natural e artificial;
- D) Confrontar os fungos isolados com referências da literatura especializada, visando confirmar sua identificação taxonômica e estimar o potencial degradativo do gênero em materiais de taxidermia;
- E) Estabelecer parâmetros técnicos para conservação, higienização e manejo preventivo do acervo, em articulação com a equipe responsável pelo Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG;
- F) Executar o descarte controlado dos exemplares irrecuperáveis, prevenindo novos focos de contaminação e coletando amostras de pele, pelagem e material de enchimento para investigações subsequentes.

5.METODOLOGIA

5.1 LOCAIS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Os experimentos desta pesquisa foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Micologia e Enzimologia (LAPME), localizado no Instituto de Ciências Biomédicas, Departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Alfenas, em Alfenas, Minas Gerais, Brasil. As coletas de material dos animais contaminados, a análise do microclima do diorama onde estavam expostos e a busca por informações complementares foram conduzidas no Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG (Figura 3).

Figura 3 – Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG



Fonte: Jornal UNIFAL-MG (2024)

5.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Foram coletadas amostras dos exemplares taxidermizados contaminados, como fragmentos de pelagem, palha utilizada no preenchimento interno e o “pó” produzido após a degradação da pele. As coletas foram realizadas com o auxílio de instrumentos básicos de laboratório preliminarmente esterelizados, como pinças, placas de Petri, tesouras e bisturi, sempre com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), garantindo a segurança biológica da pesquisa e a higienização dos materiais.

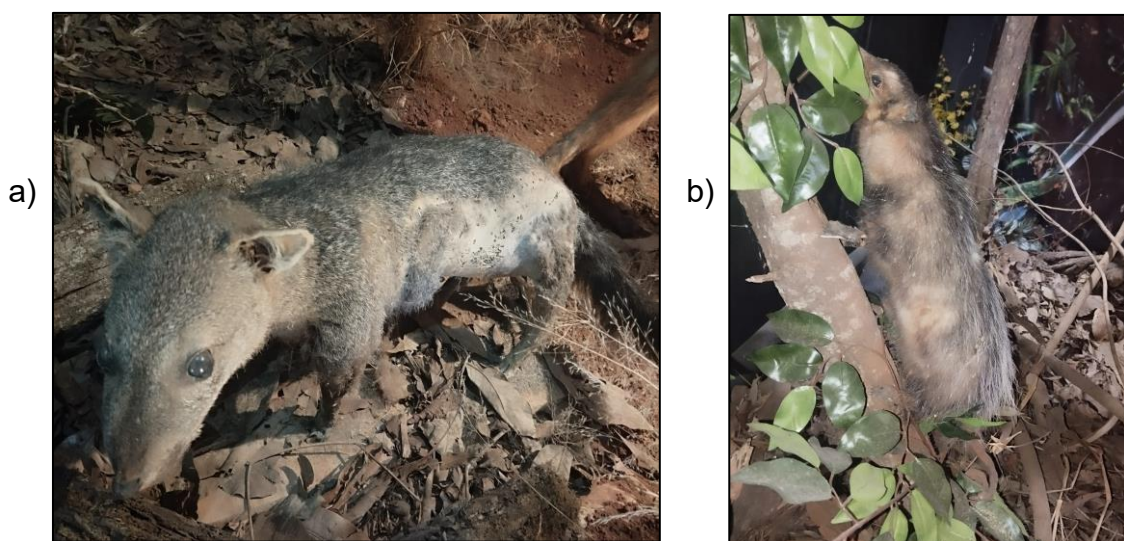
5.3 ANÁLISE MICROCLIMÁTICA

Para a análise das condições microclimáticas do diorama, em maio de 2025, um termo-higrômetro HTC-2 foi posicionado dentro da área, com coletas realizadas semanalmente até novembro de 2025. Esses registros possibilitaram a média e a construção de um gráfico de variação de temperatura e umidade no interior do diorama, evidenciando a ausência de controle ambiental e os riscos resultantes para a conservação da coleção.

5.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

O registro dos dados foi feito principalmente por meio de documentação fotográfica. As primeiras imagens (Figura 4) foram obtidas em julho de 2024, quando se observou a contaminação, mesmo período das primeiras amostras, cujo resultado positivo direcionou o início formal da pesquisa. A partir de março de 2025, com a reabertura do Museu no semestre letivo, retomaram-se os registros fotográficos. Esse acompanhamento se estendeu até junho de 2025, quando a deterioração avançada tornou inviável a permanência dos animais contaminados em exposição, levando à sua retirada e descarte como material de risco biológico. Nesse momento, novas amostras foram coletadas, inclusive de espécimes não previamente identificados como contaminados (Figura 5).

Figura 4 – Animais identificados com deterioração (Ainda em exposição)

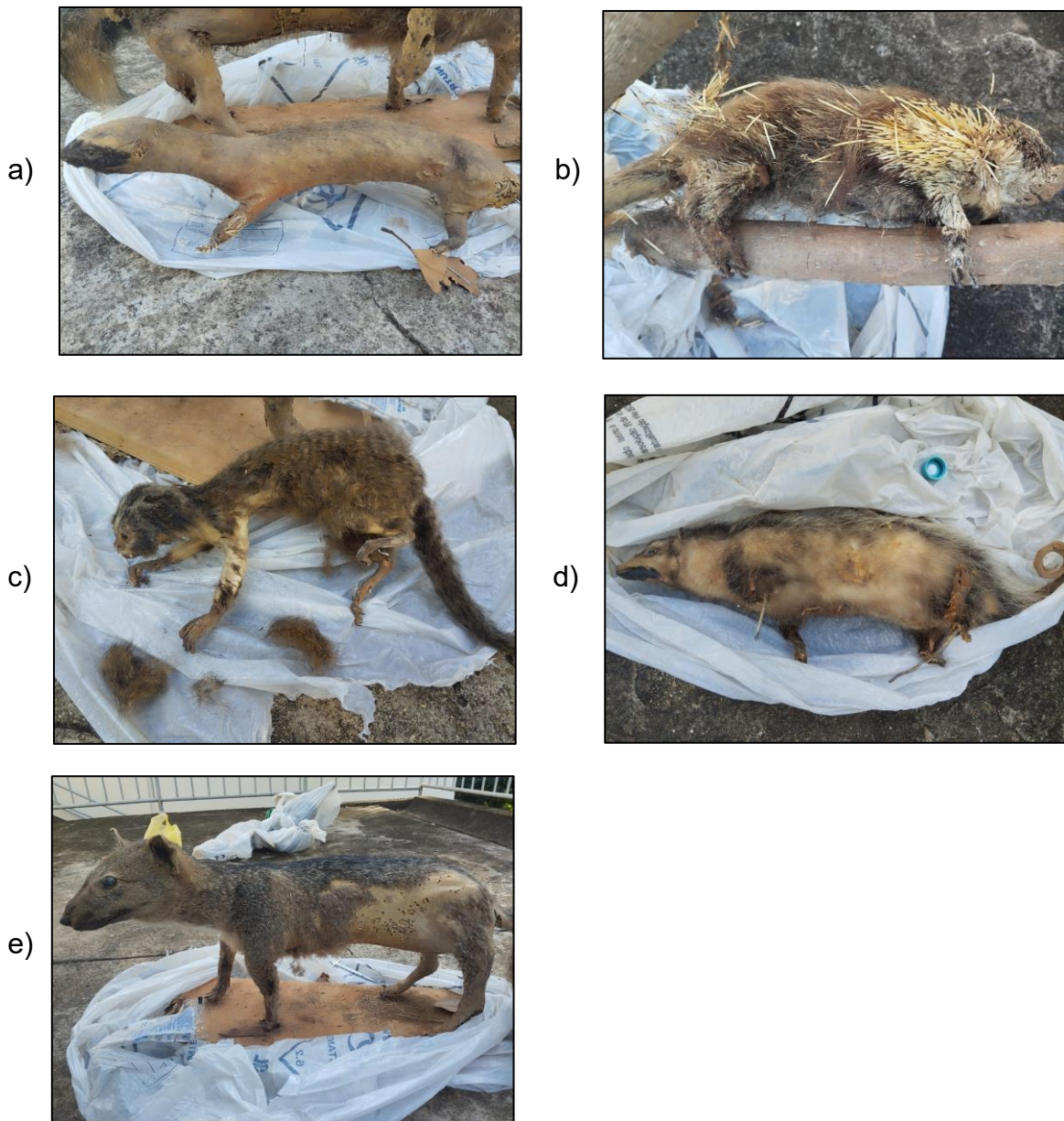


Fonte: Autoria própria (2025)

Legenda:

- a) Imagem do Cachorro-do-mato "*Cerdocyon thous*". Exemplar chave para a pesquisa, apresentando deterioração da pelagem, fissuras na pele, exposição da palha de preenchimento e manchas irregulares na pele.
- b) Imagem do Gambá "*Didelphis marsupialis*". Apresentando pouca deterioração da pelagem e fissura em um ponto da pele.

Figura 5 – Animais contaminados no dia do descarte – Fase Final



Fonte: Autoria própria (2025)

Legenda:

- a) Imagem do Furão "*Mustela putorius furo*", apresentando deterioração da pelagem, fissuras na pele, exposição da palha de preenchimento e manchas irregulares na pele.
- b) Imagem do Ouriço-Cacheiro "*Erinaceus europaeus*", apresentando deterioração da pelagem e, principalmente, a perda de seus espinhos característicos.
- c) Imagem do Sagui de Tufo Branco "*Callithrix jacchus*", apresentando deterioração da pelagem e manchas irregulares na pele.

- d) Imagem do Gambá Comum "*Didelphis marsupialis*", exemplar menos afetado, mas com contaminação na pequena região amarelada no centro da barriga do animal, onde foram recolhidas amostras para cultivo em laboratório.
- e) Imagem do Cachorro-do-Mato "*Cerdocyon thous*", exibindo todas as características bases.

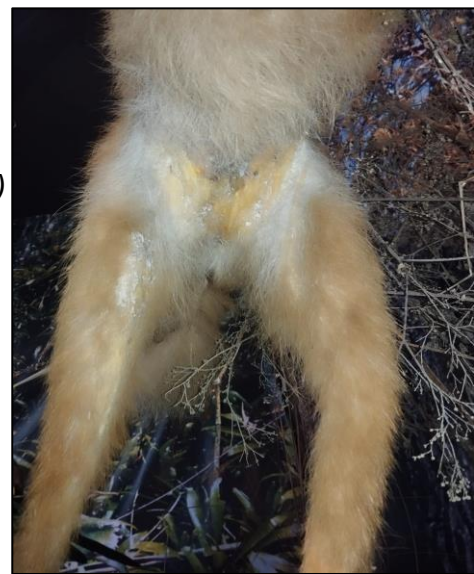
Os registros fotográficos complementaram as análises, incluindo exemplares removidos, novos animais alocados em substituição e o monitoramento contínuo de um Lobo-guará (Figura 6) que permaneceu no diorama apesar dos sinais de deterioração, devido ao risco de disseminação fúngica para os demais espécimes.

Figura 6 – Lobo-guará "*Chrysocyon brachyurus*"



Fonte: Autoria própria (2025)

Legenda: Fotografia *Chrysocyon brachyurus*



Fonte: Autoria própria (2025)

Legenda: Fotografia da região pélvica e abdominal do Lobo-Guará, evidenciando as características da contaminação no exemplar.

Por fim, deve-se saber que as amostras foram coletadas apenas de animais que apresentavam sinais de contaminação (Figura 7).

Figura 7 – Sinais "Visíveis" (*Cerdocyon thous*) como base na observação.



Fonte: A autoria própria (2025)

Legenda: Sinais de deterioração da pelagem, fissuras na pele, exposição da palha de preenchimento e manchas irregulares na pele.

5.5 TÉCNICAS LABORATORIAIS

As análises laboratoriais foram realizadas com o objetivo de avaliar o crescimento e a identificação de fungos a partir das amostras coletadas. Inicialmente, as amostras foram inoculadas em placas de Petri contendo meio ágar Sabouraud dextrose, apropriado para o crescimento e isolamento de fungos. As placas foram incubadas em temperatura ambiente por um período de cinco dias, permitindo o desenvolvimento fúngico para posterior avaliação macromorfológica, considerando aspectos como coloração, textura, relevo e bordas das colônias.

Após o período de incubação, observou-se crescimento fúngico em duas placas contendo amostras provenientes do Cachorro-do-mato, enquanto uma placa contendo amostras do material descrito como “pó”, derivado da corrosão da pele do Gambá, não apresentou crescimento fúngico visível durante o período analisado.

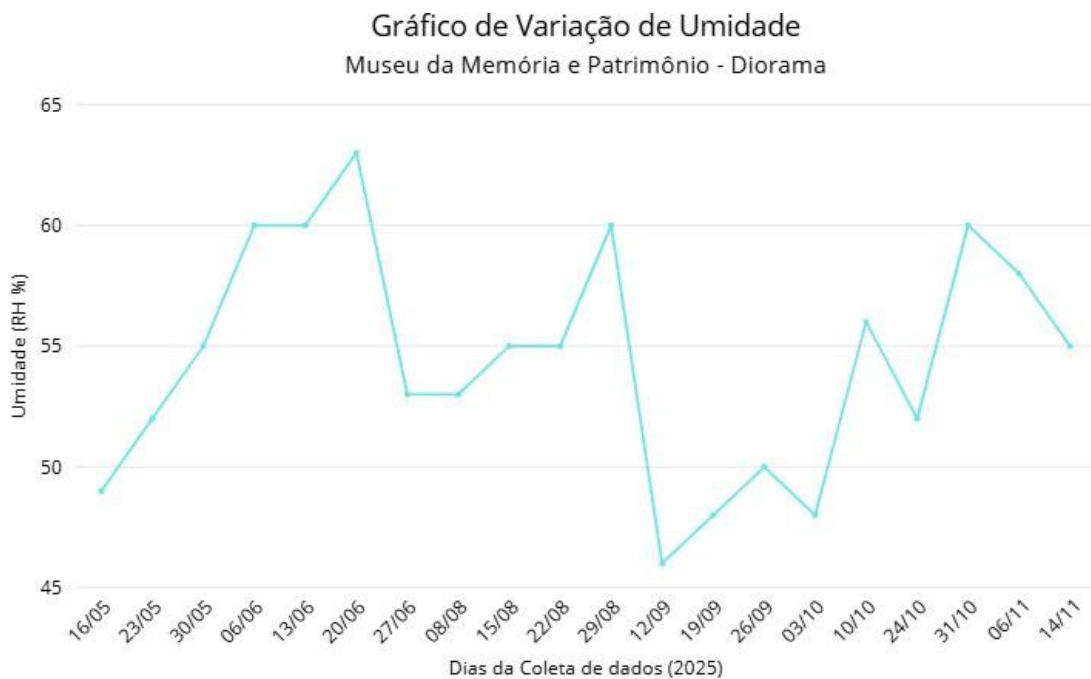
Com a confirmação do crescimento fúngico, procedeu-se à realização da técnica de microcultivo, fundamental para a análise micromorfológica dos fungos. Essa técnica consistiu no cultivo do fungo diretamente sobre uma lamínula, utilizando meio ágar Sabouraud dextrose, o que possibilitou a preservação da disposição natural das estruturas fúngicas. O microcultivo foi mantido em temperatura ambiente por cinco dias, permitindo o adequado desenvolvimento das estruturas reprodutivas.

Após o período de incubação, as lâminas foram montadas em lactofenol azul- algodão e analisadas em microscópio óptico para a observação das características micromorfológicas, tais como hifas, conídios e estruturas de reprodução, possibilitando a identificação dos fungos em nível de gênero. Por fim, os resultados obtidos foram registrados e comparados com dados disponíveis na literatura científica, buscando correlação com relatos prévios de contaminação fúngica que envolvessem os gêneros identificados, garantindo maior confiabilidade ao processo de identificação.

6 RESULTADOS

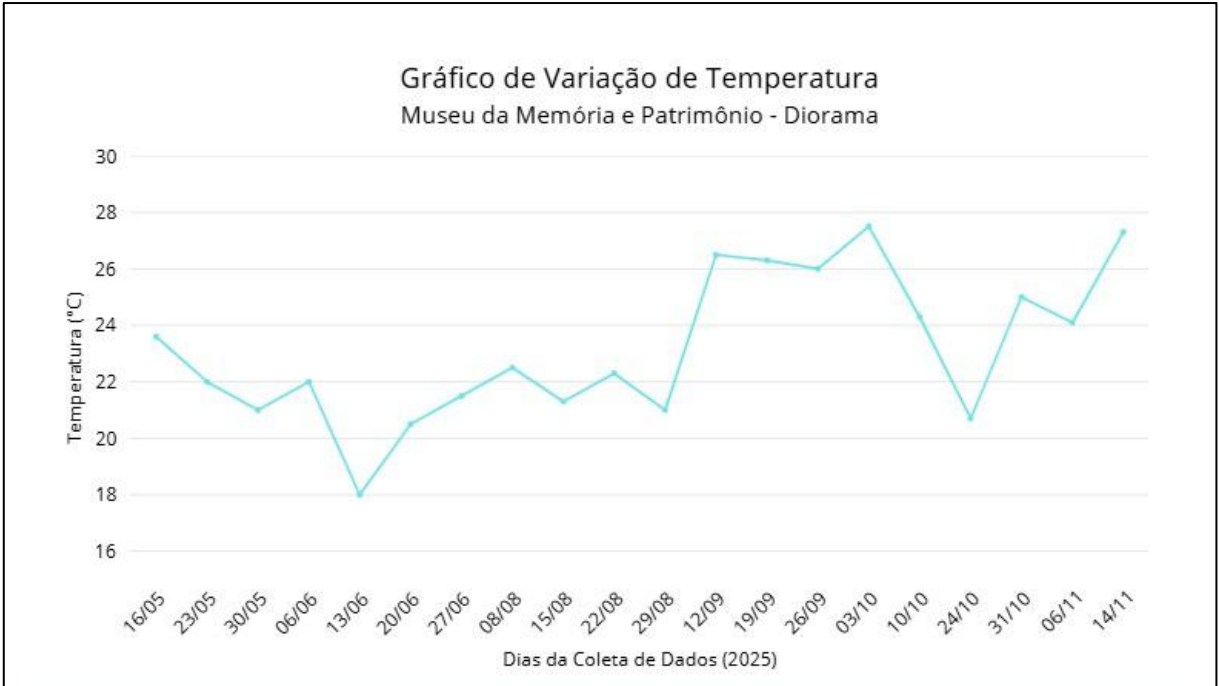
As medições ambientais realizadas com o termo-higrômetro HTC-2 registraram temperatura média de 23 °C e umidade relativa média de 54% ao longo das semanas de monitoramento. Observou-se variação contínua dos valores de temperatura e umidade, com registros de máximas e mínimas distantes entre si, conforme apresentado no Apêndice A e nos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 - Variação de Umidade no Diorama do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG



Fonte: Autoria Própria (2025)

Gráfico 2 - Variação de Temperatura no Diorama do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG.



Fonte: Autoria própria (2025)

A análise dos exemplares taxidermizados permitiu documentar, por meio dos registros fotográficos sequenciais, a progressão da biodeterioração ao longo do período de acompanhamento. Durante o monitoramento, foi registrado o descarte dos animais (Figura 8), procedimento devidamente documentado que buscou impedir a contaminação de outros materiais do acervo e garantir condições adequadas de segurança para visitantes, estudantes e servidores.

Figura 8 – Descarte dos Exemplares e Coleta de Amostras





Fonte: Autoria própria (2025)

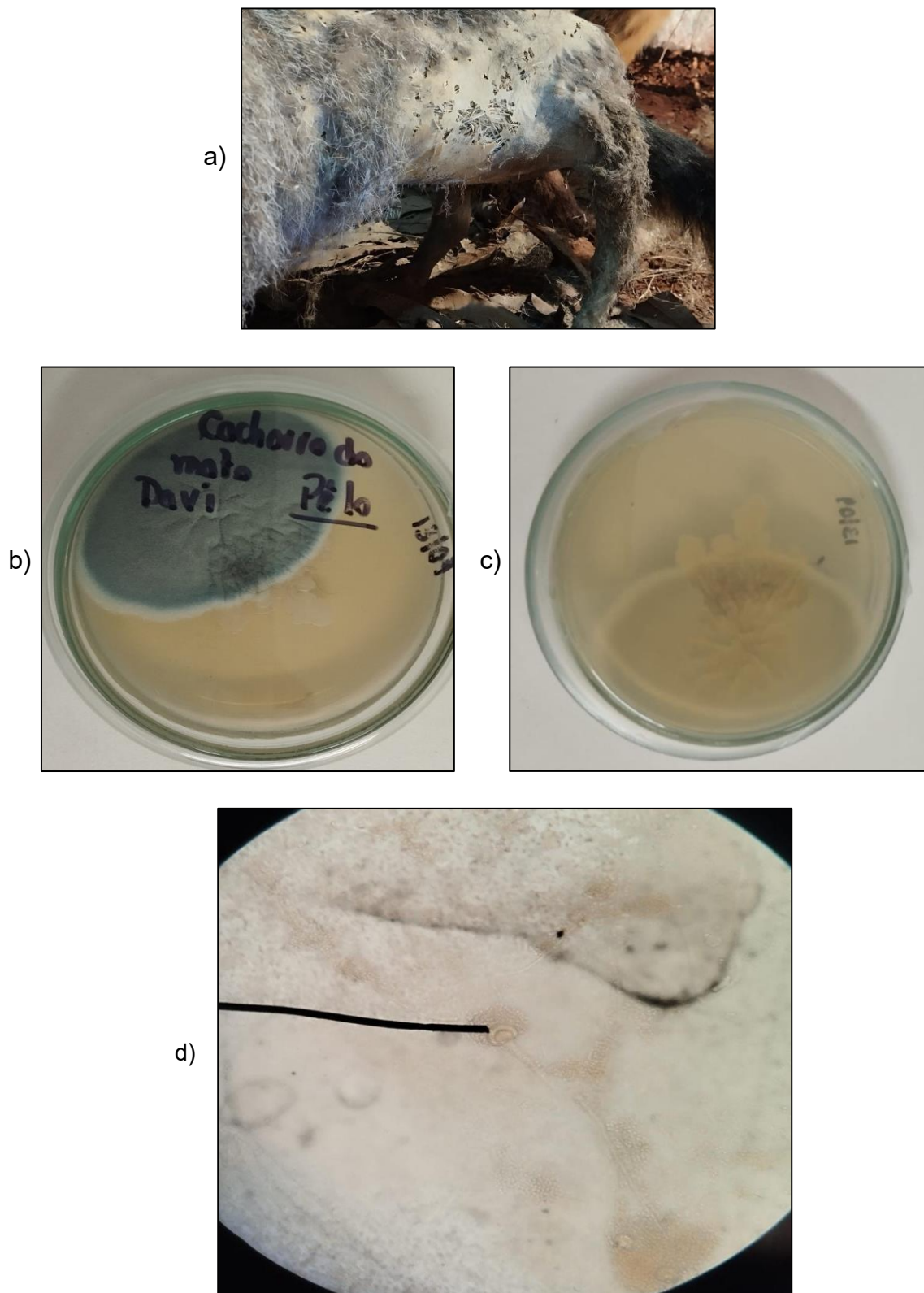
Legenda: a) Exemplos contaminados removidos do Diorama

b) Exemplos prontos para o descarte

c) Última amostras coletadas para análises futuras

As análises microscópicas das amostras coletadas nas áreas mais contaminadas identificaram dois gêneros fúngicos predominantes. A amostra 1, referente ao Cachorro-do-Mato (Apêndice B), apresentou colônias inicialmente brancas, tornando-se verde-azuladas com o aumento da produção de conídios, superfície de textura aveludada e reverso incolor. A microscopia revelou hifas septadas, conidióforos curtos com extremidades dilatadas formando vesículas e fialídes inseridas nessas vesículas, características compatíveis com o gênero *Aspergillus* (Figura 9). A amostra 2, também proveniente do Cachorro-do-Mato (Apêndice B), apresentou colônias de coloração escura, superfície de aspecto lanoso e reverso igualmente escurecido. A análise microscópica evidenciou hifas septadas pigmentadas e conídios geniculados com células centrais mais escuras, compatíveis com o gênero *Curvularia* (Figura 10). Ambos os gêneros já foram relatados em processos de biodeterioração em acervos museológicos, reforçando a relevância dos achados.

Figura 9 - Análise Acervo, Macro e Microscopia (Cachorro-do-Mato, Amostra 1)



Fonte: Autoria própria (2025)

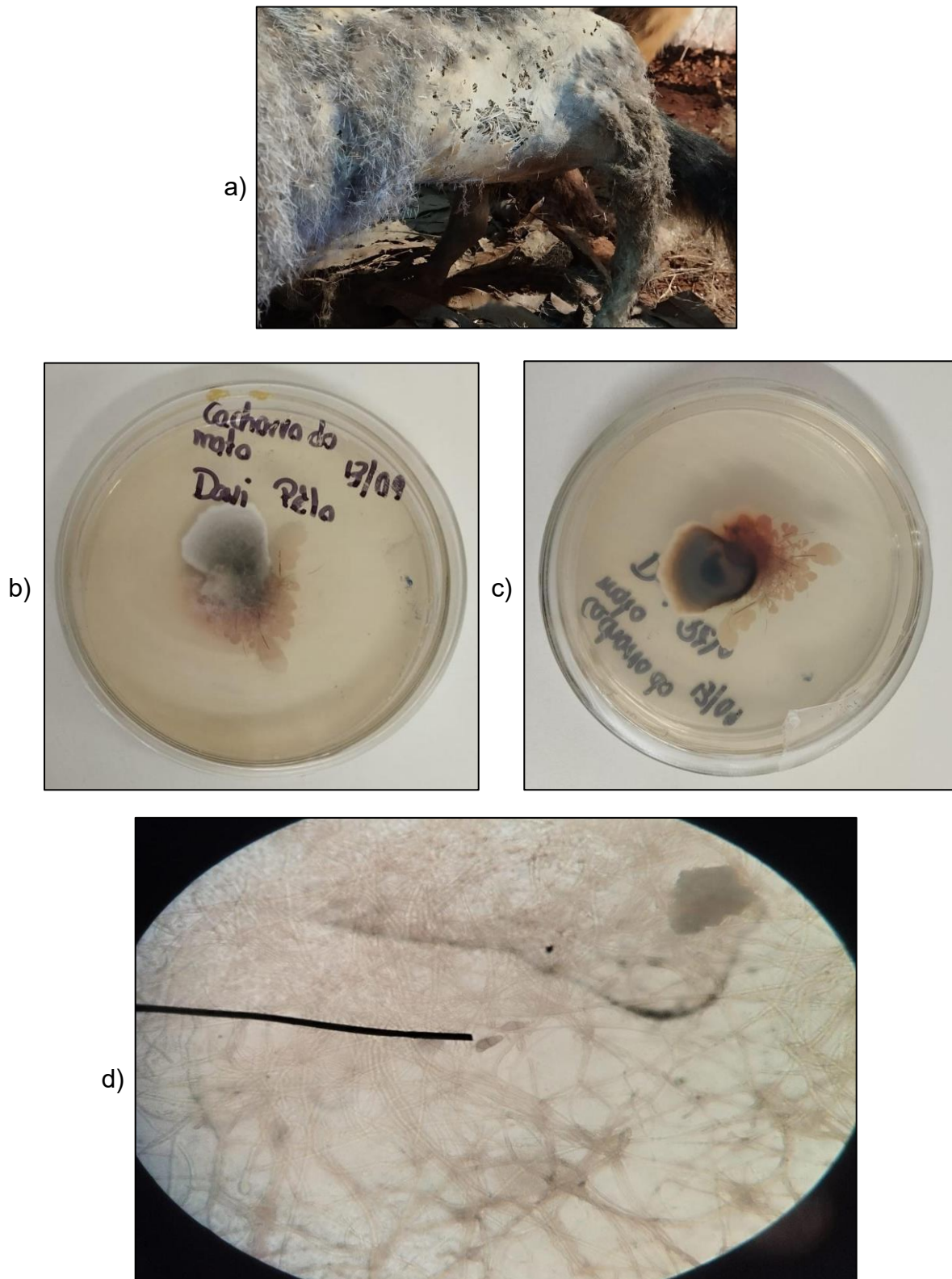
Legenda: a) Região principal da contaminação e da coleta (Cachorro-do-mato).

b) Crescimento macro morfológico "Tampa" Placa- *Aspergillus*.

c) Crescimento macro morfológico "Reverso" Placa – *Aspergillus*.

d) Fungo gênero *Aspergillus* e suas estruturas em microscópio.

Figura 10 - Análise Acervo, Macro e Microscopia (Cachorro-do-Mato, Amostra 2)



Fonte: Autoria própria (2025)

Legenda: a) Região principal da contaminação e da coleta (Cachorro-do-mato).

b) Crescimento macro morfológico "Tampa" Placa- *Curvularia*.

c) Crescimento macro morfológico "Reverso" Placa – *Curvularia*.

d) Fungo gênero *Curvularia* e suas estruturas em microscópio.

7 DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos revelou um quadro preocupante das condições ambientais e de conservação dos exemplares taxidermizados presentes no Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG. As medições realizadas com o termo-higrômetro demonstraram significativa instabilidade nos parâmetros de temperatura e umidade dentro do diorama, evidenciando a ausência de um controle climático eficiente. Essa variação é influenciada pelas condições meteorológicas externas, já que o espaço não é totalmente isolado, especialmente em dias chuvosos ou de temperaturas elevadas. Além disso, o uso intermitente do ar-condicionado, restrito a momentos de visitação, contribuiu para oscilações abruptas de umidade e temperatura, criando um ambiente propício à proliferação fúngica. Situações semelhantes já foram documentadas em instituições como a Universidade Nacional de Seul, onde uma única semana de descontrole ambiental foi suficiente para ocasionar a destruição de mais de 36 mil espécimes taxidermizados (Kim et al., 2017).

Todos os espécimes apresentavam padrões característicos: perda parcial ou total da pelagem na área atingida, aparecimento de manchas amareladas ou arroxeadas, degradação da epiderme e, em estágio avançado, exposição e liberação da palha interna, resultando em deformações estruturais significativas. Além disso, o diorama possui iluminação predominantemente artificial e de uso intermitente, permanecendo longos períodos em penumbra, o que potencializa a colonização fúngica. Fuller (2015) descreve que a maioria das espécies de fungos apresenta crescimento vegetativo mais eficiente em ambientes escuros. Dessa forma, a combinação de umidade e temperatura instável e pouca ou nula incidência luminosa formou um cenário propício à degradação observada.

Do ponto de vista comparativo, os achados deste trabalho apresentam coerência com a literatura especializada. Pesquisas como a de Sapaat, Sabran e Mohamed (2021), ao analisarem coleções zoológicas na Malásia, identificaram a ocorrência de fungos do gênero *Aspergillus* em superfícies de outros espécimes preservados, correlacionando seu crescimento com seus altos índices de aparição em itens do patrimônio cultural. De forma semelhante, Kim et al. (2017) relataram a presença de múltiplas espécies de *Aspergillus* e que constituiu, junto com o gênero *Penicillium*, o maior número de espécies encontrados, além de também ter sido encontrado em espécies isoladas em animais taxidermizados, principalmente em

amostras de salas sem climatização. No Brasil, Medeiros (2013) identificou mais de dez espécies fúngicas em aves taxidermizadas da Coleção Carlos Ritter, em Pelotas (RS), incluindo *Aspergillus sp.* e *Curvularia sp.* Esses achados reforçam a relevância desses grupos como agentes recorrentes de biodeterioração em acervos orgânicos. Essa convergência sugere que esses morfotipos podem representar um padrão de contaminação comum em ambientes museológicos brasileiros, especialmente naqueles que abrigam exemplares taxidermizados com preenchimento orgânico.

Entretanto, a principal diferença entre os casos descritos na literatura e o observado no Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG reside na extensão da contaminação. Enquanto muitos estudos relatam infestações que atingem tanto os exemplares quanto outras estruturas (paredes, vitrines, mobiliário), no Museu da Unifal-MG a contaminação parece restringir-se exclusivamente aos animais taxidermizados, sem indícios visuais de crescimento fúngico nas superfícies do ambiente. Entretanto, essa ausência não exclui a possibilidade de contaminação ambiental não detectável sem análises específicas.

Em relação à conservação preventiva, diversas medidas poderiam ser aplicadas para mitigar novos episódios de contaminação. O controle rigoroso da umidade relativa e da temperatura é essencial, conforme recomendações de órgãos como CCI, ICOM E ICCROM, que apontam a faixa de 45–55% de umidade relativa e 18–22 °C como ideais para acervos orgânicos. Outras estratégias incluem a higienização periódica das peças com pincéis macios e aspiradores de baixa sucção, o uso de sabão neutro diluído em solução aquosa para limpeza de superfícies resistentes e a aplicação de substâncias fungicidas de baixa toxicidade, como terebintina e álcool isopropílico, em áreas pontuais sob orientação técnica (Medeiros, 2013).

A ausência de monitoramento sistemático constitui um dos fatores mais críticos para a aceleração da degradação em acervos museológicos. Em um estudo conduzido pelo *Smithsonian Museum Conservation Institute* (Florian, 2002), demonstrou-se que variações não controladas de umidade e temperatura podem aumentar em até 60% a taxa de crescimento fúngico sobre materiais orgânicos, incluindo peles e tecidos animais. Esses achados reforçam a necessidade de estabelecer protocolos permanentes de vigilância ambiental, sobretudo em instituições com coleções zoológicas.

Em casos mais intensos de contaminação e biodeterioração do patrimônio, a fumigação se torna um meio mais eficaz para tratamento e contenção. O controle

consiste em uma mistura de permanganato de potássio e uma solução excessiva de formalina (formaldeído), o calor gerado pela mistura desses reagentes cria um vapor tóxico para qualquer ser vivo. Esse método, porém, além de extremamente violento, é sujo e com grande potencial explosivo, sendo necessário também considerar a persistência do HCHO após sua conclusão (ACKLAND, 1980)

Como alternativa menos tóxica à fumigação, um estudo conduzido por Sapkota et al. (2019), avaliou a ação do óleo essencial de pinheiro associado ao fungicida comercial deltametrina dentro de câmaras seladas com apenas 0,1% de oxigênio. A redução drástica no teor de oxigênio comprometeu o metabolismo dos fungos, enquanto a combinação dos agentes biocidas potencializou a atividade fungistática, resultando em forte inibição do crescimento de *Alternaria alternata*. Esse método, além de ter menor toxicidade residual e representar risco reduzido aos conservadores, causa menos danos aos materiais orgânicos quando comparado à fumigação com formaldeído.

Uma alternativa moderna empregada em ambientes museológicos é a aplicação de etanol a 90% em forma de névoa fina. Em um estudo realizado no Museu Estatal de Auschwitz-Birkenau, Szczepaniak et al. (2025) aplicaram etanol nebulizado com aerógrafo sobre artefatos de couro histórico e observaram uma redução microbiana entre 99,51% e 99,99%, sem alterações morfológicas visíveis na superfície tratada. A aplicação breve, seguida do isolamento temporário do objeto em ambiente fechado, garantiu a eficiência biocida e rápida evaporação do etanol, reduzindo riscos de danos químicos. Ao contrário dos processos que empregam formaldeído, substância altamente tóxica, persistente e perigosa para a saúde humana, a nebulização de etanol apresenta menor agressividade e maior segurança operacional. No entanto, Szczepaniak et al. (2025) alertam para a necessidade de controle rigoroso do processo, especialmente devido à inflamabilidade do etanol e ao risco temporário de aumento de umidade superficial.

Um método emergente no campo da conservação preventiva combina a limpeza sistemática da poeira depositada nos objetos com a aplicação de biocidas compatíveis e monitoramento microbiológico contínuo. Maurya, Garg e Sharma (2024) demonstraram que a poeira acumulada em vitrines, superfícies e objetos atua como reservatório ativo de fungos e bactérias, funcionando como uma das principais vias de recontaminação em museus. Segundo os autores, essa abordagem integrada, apesar de menos imediata do que métodos químicos agressivos, apresenta vantagens

importantes: menor toxicidade, maior segurança para objetos sensíveis e alinhamento com as práticas contemporâneas de conservação sustentável.

Do ponto de vista da saúde pública, a presença de fungos em ambientes museais pode representar risco potencial a visitantes e trabalhadores, especialmente aqueles imunossuprimidos ou com histórico de alergias respiratórias. Espécies dos gêneros *Aspergillus*, frequentemente isoladas de acervos museológicos, são conhecidas por produzir esporos alergênicos e micotoxinas (Samson et al., 2014).

Os resultados deste trabalho também contribuem para a formulação de políticas de conservação preventiva aplicáveis a museus brasileiros, reforçando a importância da manutenção de parâmetros ambientais adequados, da capacitação técnica das equipes e da integração entre áreas como microbiologia, museologia e conservação.

Durante a execução desta pesquisa, algumas limitações se mostraram significativas. O fechamento temporário do museu em fins de semana, feriados e períodos letivos reduziu a frequência das medições ambientais, impossibilitando a coleta contínua de dados. A escassez de estudos específicos sobre o tema limitou as comparações diretas com a literatura. As restrições impostas à manipulação dos animais, ainda expostos ao público durante parte da pesquisa, dificultaram o registro fotográfico detalhado. Ademais, a ausência de informações documentais sobre a origem e o processo de confecção das peças taxidermizadas impôs obstáculos à interpretação dos resultados.

Este estudo evidencia como a ausência de um manejo ambiental e microbiológico sistemático expõe a vulnerabilidade dos acervos taxidermizados e ressalta a urgência de implantar protocolos permanentes de monitoramento. Como perspectiva futura, destaca-se a necessidade de realizar análises moleculares de DNA fúngico, especialmente sequenciamento genético, a fim de identificar de forma precisa as espécies responsáveis pela degradação, permitindo correlações mais diretas com outras ocorrências documentadas e a definição de medidas específicas de controle.

8 CONCLUSÃO

A presente pesquisa identificou um cenário crítico de biodeterioração em exemplares taxidermizados do Museu da Memória e Patrimônio da Unifal-MG, demonstrando como a ausência de controle ambiental e o uso de materiais orgânicos de enchimento, especialmente a palha, favorecem o estabelecimento e a expansão de fungos deterioradores está fora do ideal para preservação de acervos orgânicos. As análises do clima no diorama revelaram um ambiente instável, com temperatura média de aproximadamente 23 °C e umidade relativa média de 54%, valores que, embora não extremos, situam-se dentro da faixa propícia ao desenvolvimento de fungos oportunistas descritos na literatura. O registro fotográfico contínuo dos exemplares contaminados demonstrou uma progressão rápida dos danos, que evoluíram desde alterações simples como manchas na pele, até a completa perda de pelagem, ruptura da pele e extravasamento do preenchimento interno, tornando indispensável o descarte dos espécimes como risco biológico.

A caracterização micro e macroscópica das colônias permitiu identificar dois gêneros fúngicos principais, compatíveis com os gêneros *Aspergillus* e *Curvularia*. Embora a identificação realizada nesta etapa seja parcial, os resultados reforçam a necessidade de análises moleculares posteriores, para confirmação destas análises. Além disso, os estudos nacionais e internacionais achados confirmam a vulnerabilidade de espécimes taxidermizados à ação de agentes biológicos quando alocados em ambientes sem climatização ou monitoramento sistemático.

Do ponto de vista museológico, os resultados destacam problemas significativos para a conservação de acervos biológicos. A deterioração observada não apenas comprometeu a integridade física e a função dos exemplares, mas também pode representar um risco potencial à saúde de todos que passam pelo local. Assim, este estudo evidencia a urgência de implementação de políticas de conservação preventiva, incluindo monitoramento ambiental contínuo, protocolos de higienização adequados, escolha criteriosa de materiais para taxidermia, revisão das condições estruturais do diorama e estabelecimento de rotinas de inspeção periódica.

Apesar de suas possíveis contribuições, a pesquisa apresentou limitações ao contexto em que foi realizada, tais como restrições de acesso ao acervo durante o período de funcionamento reduzido da universidade, impossibilidade de manuseio completo dos exemplares ainda em exibição e escassez de informações documentais

sobre a origem, datação e técnica utilizada na confecção dos animais. Além disso, a ausência de análises moleculares impediu a confirmação taxonômica dos isolados, constituindo um ponto essencial para investigações futuras.

Ainda assim, este estudo representa um passo importante para o entendimento da contaminação fúngica em acervos taxidermizados, área ainda pouco explorada. Os dados obtidos oferecem informações relevantes para o desenvolvimento de protocolos permanentes de monitoramento ambiental e microbiológico, podendo auxiliar outros museus na prevenção de processos de deterioração semelhantes. Por fim, esta pesquisa reforça o papel científico e educativo dos museus, ao mostrar que a preservação adequada de seus acervos é essencial não apenas para a memória do local e para a pesquisa acadêmica, mas também para cuidados com a saúde, segurança e sustentabilidade patrimonial.

REFERÊNCIAS

- ACKLAND, N. R.; HINTON, M. R.; DENMEADE, K. R.** Controlled formaldehyde fumigation system. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 39, n. 3, p. 480–487, 1980.
- ANDRADE, H. F. et al.** Potencial biotecnológico dos fungos. [S.l.]: Editora Científica Digital, 2022.
- ARAÚJO, B. M.; GRANATO, M.** Entre o esquecer e o preservar: a musealização do Patrimônio Cultural da Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2017.
- BASTHOLM, C. J. et al.** The mysterious mould outbreak – A comprehensive fungal colonisation in a climate-controlled museum repository challenges the environmental guidelines for heritage collections. *Journal of Cultural Heritage*, v. 55, p. 78–87, 2022.
- CALLOL, Milagros Vaillant.** Biodeterioração do patrimônio histórico documental: alternativas para eliminação e controle. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2002.
- CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE (CCI).** Agents of deterioration: incorrect relative humidity. Ottawa: Canadian Heritage, 2014.
- CARDOSO, Renata Nascimento.** Biodeterioração do patrimônio cultural e aplicação de técnicas não destrutivas de monitoramento e controle de populações microbianas. Rio de Janeiro: UERJ, 2022.
- CARVALHO, L.** Criando seu Museu da Memória e Patrimônio: ações para preservação do patrimônio da Universidade Federal de Alfenas. Alfenas: Universidade Federal de Alfenas, 2017.
- FISHER, M. C. et al.** Threats posed by the fungal kingdom to humans, wildlife, and agriculture. *mBio*, v. 11, n. 3, e00449-20, 2020.
- FLORIAN, Mary-Louise.** Fungal facts: solving fungal problems in heritage collections. Washington, D.C.: Smithsonian Museum Conservation Institute, 2002.
- FULLER, K. K.** Fungal photobiology: light sensing and metabolism in the kingdom Fungi. *PLoS Pathogens*, v. 11, n. 12, 2015.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ.** Manual de conservação preventiva em bibliotecas e arquivos. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2013.
- HIMPEL, A. T.** A taxidermia como ferramenta para conservação e estudo de animais silvestres atropelados em rodovias do Estado de São Paulo, no entorno da Fazenda Palmares 1875, Santa Cruz das Palmeiras, Brasil. Trabalho acadêmico — Instituto de Biologia Marinha e Meio Ambiente, 2023.
- KIM, J. S. et al.** Fungal catastrophe of a specimen room: Just one week is enough to eradicate traces of thousands of animals. *Mycobiology*, v. 45, n. 1, p. 1–8, 2017.

KWAŚNA, H. et al. Effect of Fungi on the Destruction of Historical Parchment. Polish Journal of Environmental Studies, 2019.

MACHADO, M. I. S. O papel do setor educativo nos museus: análise da literatura (1987 a 2006) e a experiência do Museu da Vida. 2009. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MADDEN, Dave. The authentic animal: inside the odd and obsessive world of taxidermy. New York: St. Martin's Press, 2011.

MARZIALE, Nicole Palucci. The importance of the reaffirmation of museums' social role: before, during and after the pandemic. Perspectives of change? O Público e o Privado, Fortaleza, n. 38, p. 23-49, jan./abr. 2021.

MAURYA, S.; GARG, N.; SHARMA, M. Characterization and decontamination of deposited dust: a management regime at a museum. Aerobiologia, v. 40, p. 1–17, 2024.

MEDEIROS, A. L. V. Parâmetros para conservação e higienização do acervo ornitológico taxidermizado: estudo de caso da coleção Carlos Ritter – Pelotas, RS. Dissertação — Universidade Federal de Pelotas, 2013.

MENDOZA, A. Y. G. et al. Potencialidades biotecnológicas dos fungos da Amazônia brasileira: uma revisão sistemática. Diversitas Journal, v. 7, p. 2535–2551, 2022.

MILLER, J. D.; KING, K.; MORRISON, E.; GRESHAM, T. *A Guide to Identification and Detection of Fungi in the Indoor Environment*. ACGIH Press, 2016.

OLIVEIRA, G. O museu como um instrumento de reflexão social. Museus e Estudos Interdisciplinares, 2013.

PATCHETT, Merle M. Putting animals on display: geographies of taxidermy practice. PhD thesis. University of Glasgow. 2010.

PISTORELLO, Daniela. Patrimônio, Museus e Arquivos. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

POLIQVIN, Rachel. The breathless zoo: taxidermy and the cultures of longing. University Park: Penn State University Press, 2012.

ROCHA, E. V. Taxidermia como ferramenta de educação ambiental. Minas Gerais: 9ª Companhia Independente da Polícia Militar de Meio Ambiente e Trânsito Rodoviário, 2010.

SAMAON, R. A. et al. Indoor fungi and health. Fungal Biology Reviews, v. 28, p. 1–9, 2014.

SAPAAT, A.; SABRAN, S. A.; MOHAMED, M. Occurrence of pest, the management of zoological museum specimens collection and climate change. Journal of Entomology and Zoology Studies, v. 9, n. 3, p. 1180–1184, 2021.

SAPKOTA, A. et al. New insight on fumigation action of essential oil, commercial fungicide and low oxygen microenvironment on museum mold. *Frontiers in Microbiology*, v. 10, p. 1–14, 2019.

SILVA, S. G. et al. A taxidermia como estratégia de motivação à prática educacional-científica de futuros professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11., 2017, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRAPEC, 2018.

SZCZEPANIAK, J. et al. Reducing microbial contamination on historical leather artifacts at the Auschwitz-Birkenau State Museum using ethanol in the form of mist. *Frontiers in Microbiology*, v. 12, p. 1–12, 2025.

TERÇARIOLI, G. R.; PALEARI, L. M.; BAGAGLI, E. O incrível mundo dos fungos. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

VIANNA, L. S.; PREZOTO, H. H. S. Os museus de história natural no Brasil e a importância como meio de divulgação científica. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Centro Universitário Academia (UniAcademia), Juiz de Fora, 2023.

WANG, Y. et al. Identification, deterioration, and protection of organic cultural heritages from a modern perspective. *npj Heritage Science*, 2025.

WIJAYAWARDENE, N. N. et al. Outline of fungi and fungus-like taxa — 2022. *Fungal Diversity*, v. 115, p. 219–521, 2023.

WIJAYAWARDENE, N. N. et al. Classes and phyla of the kingdom Fungi. *Fungal Diversity*, v. 128, p. 1–165, 2024.

ZHANG, M.; HU, Y.; LIU, J.; PEI, Y.; TANG, K.; LEI, Y. Biodeterioration of collagen-based cultural relics: A review. *Fungal Biology Reviews*, v. 39, n. 4, p. 46–59, 2022.

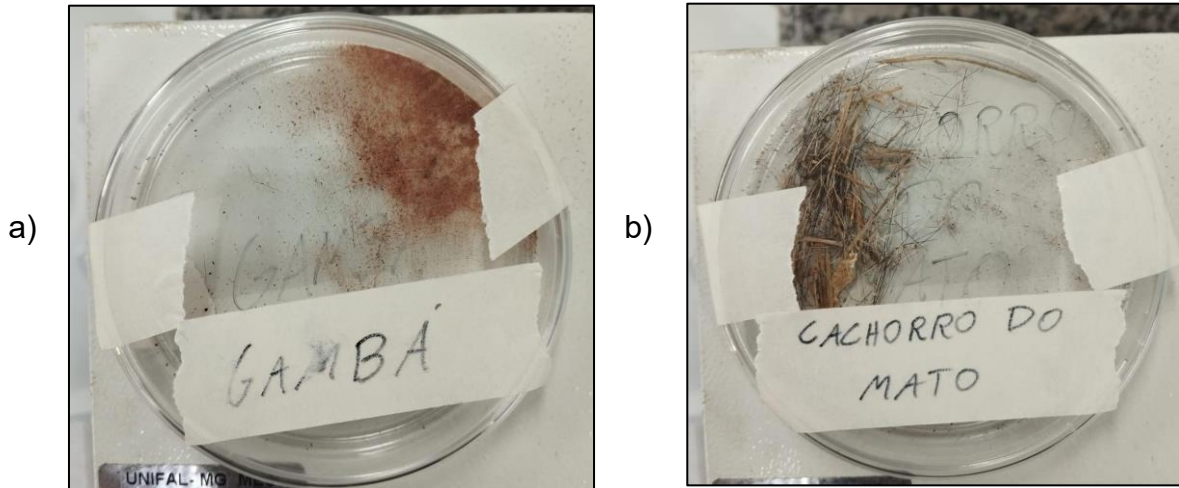
APÊNDICE A – Tabela da Coleta Semanal de Umidade e Temperatura

Data da Coleta	Temperatura	Umidade Relativa
16/05/2025	23.6 °C	49%
23/05/2025	22.0 °C	52%
30/05/2025	21.0 °C	55%
06/06/2025	22.0 °C	60%
13/06/2025	18.0 °C	60%
20/06/2025	21.0 °C	63%
27/06/2025	20.5 °C	63%
08/08/2025	21.5 °C	53%
15/08/2025	21.5 °C	53%
22/08/2025	22.3 °C	55%
29/08/2025	21.0 °C	60%
12/09/2025	26.5 °C	46%
19/09/2025	26.3 °C	48%
26/09/2025	26.0 °C	50%
03/10/2025	27.5 °C	48%
10/10/2025	24.6 °C	56%
24/10/2025	20.7 °C	52%
31/10/2025	25.0 °C	60%
06/11/2025	24.1 °C	58%
14/11/2025	27.3 °C	55%

Fonte: Autoria Própria (2025)

APÊNDICE B – Imagens das Amostras Coletadas

Figura 11 - Amostras da pelagem e “pó” derivado das contaminações do Gambá e Cachorro-do-mato.



Fonte: Autoria própria (2025)

Legenda: a) Amostra “Pó” derivado da deterioração do Gambá (*Didelphis marsupialis*).

b) Amostra Pelagem derivada da deterioração do Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*).