

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Belas Artes

Programa de Pós-Graduação em Artes

Glenda Máira Silva Melo

**A EFICÁCIA ANTIFÚNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *MELALEUCA*
ALTERNIFOLIA NA MITIGAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA
MICROBIODETERIORAÇÃO DO ACERVO DE INDUMENTÁRIAS E TELAS DE
PINTURA DO MUSEU HISTÓRICO ABÍLIO BARRETO**

Belo Horizonte

2024

Glenda Máira Silva Melo

**A EFICÁCIA ANTIFÚNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *MELALEUCA*
ALTERNIFOLIA NA MITIGAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA
MICROBIODETERIORAÇÃO DO ACERVO DE INDUMENTÁRIAS E TELAS DE
PINTURA DO MUSEU HISTÓRICO ABÍLIO BARRETO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor (a) em Artes.
Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Cruz Souza.
Coorientadora: Prof^ª Dr^ª Susana Johann.

Belo Horizonte

2024

Ficha catalográfica
(Biblioteca da Escola de Belas Artes da UFMG)

702.88
M528e
2024

Melo, G. M. S., 1981-

A eficácia antifúngica do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na mitigação dos danos causados pela biodeterioração do acervo de indumentárias e telas de pintura do Museu Histórico Abílio Barreto [recurso eletrônico] / Glenda Maíra Silva Melo. – 2024.

1 recurso online.

Orientador: Luiz Antônio Cruz Souza.

Coorientadora: Susana Johann.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes.

Inclui bibliografia.

1. Museu Histórico Abílio Barreto – Teses. 2. Fibras têxteis – Conservação e restauração – Teses. 3. Tecidos – Conservação e restauração – Teses. 4. Pintura – Conservação e restauração – Teses. 5. Patrimônio cultural – Proteção – Teses. I. Souza, Luiz Antônio Cruz, 1962- II. Johann, Susana. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Belas Artes. IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

Assinatura da Banca Examinadora na Defesa de Tese da aluna **GLENDIA MAÍRA SILVA MELO** - Número de Registro **2020680852**.

Título: **"A eficácia antifúngica do óleo essencial de Melaleuca alternifolia na mitigação dos danos causados pela microbiodeterioração do acervo de indumentárias e telas de pintura do Museu Histórico Abílio Barreto."**

Prof. Dr. Luiz Antônio Cruz Souza – Orientador – EBA/UFMG

Profa. Dra. Susana Johann – Coorientadora – ICB/UFMG

Profa. Dra. Soraya Aparecida Álvares Coppola – Titular – EBA/UFMG

Profa. Dra. Danielle Letícia da Silva – Titular – UFMG

Profa. Dra. Vivian Nicolau Gonçalves – Titular – UFMG

Prof. Dr. João Máximo de Siqueira - Titular - UFSJ

Prof. Dr. Thomaz Pinoti Barbosa - Titular - University of Copenhagen

Belo Horizonte, 27 de maio de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Antonio Cruz Souza, Professor do Magistério Superior**, em 07/06/2024, às 14:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Máximo de Siqueira, Usuário Externo**, em 07/06/2024, às 15:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Danielle Letícia da Silva, Usuário Externo**, em 07/06/2024, às 15:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Soraya Aparecida Alvares Coppola, Professora do Magistério Superior**, em 07/06/2024, às 15:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Susana Johann, Membro de comissão**, em 07/06/2024, às 16:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thomaz Pinoti Barbosa, Usuário Externo**, em 10/06/2024, às 06:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vivian Nicolau Gonçalves, Usuário Externo**, em 10/06/2024, às 09:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rita Lages Rodrigues, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 10/06/2024, às 10:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3269677** e o código CRC **F0B7C94C**.

Em memória de meu pai, Juvenal Luís de
Melo Sobrinho.

AGRADECIMENTOS

A família Ishirara (Akemi, Ana e Shin), que me recebeu de braços abertos.

À Maria Vitória Martins Vieira Ribeiro, aluna do curso de Bacharelado em Conservação e Restauração de Bens.

À Natália, secretária do Programa de Pós-Graduação em Artes.

Ana Paula Portugal, museólogo do Museu Histórico Abílio Barreto.

Ao meu tio Ademir de Oliveira Medeiros, que sempre me apoiou.

Ao Museu Histórico Abílio Barreto da cidade de Belo Horizonte (MG).

Ao Programa de Pós-Graduação em Artes da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais.

Aos alunos, técnicos e docentes do Laboratório de Taxonomia, Biodiversidade e Biotecnologia dos Fungos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Em especial a Láuren, Gisele, Thais, Ana Raquel, Flávia, Júlia, Débora, Luíz Felipe, Anna Paula, Thainá, João e Vivian.

Aos meus amigos Greicy Mônica Correia Medina Bucker, Henry Paul Granger Neto, Jeferson Silva, Maryelle Joelma Cordeiro e Mayanne Karla da Silva por todo apoio que recebi nos momentos difíceis.

Aos meus orientadores, professor Luiz Antônio Cruz Souza e professora Susana Johann.

Aos meus padrinhos Leda e Cláudio Zama, que sempre estiveram ao meu lado.

Aos professores Carlos Augusto Rosa, João Máximo de Siqueira, Luiz Henrique Rosa e Willi de Barros Gonçalves por todo o apoio recebido.

Aos técnicos José e a Selma do Laboratório de Ciências da Conservação do Centro de Conservação e Restauo da Universidade Federal de Minas Gerais.

RESUMO

Os fungos estão entre os agentes biológicos que oferecem maiores riscos à salvaguarda do patrimônio têxtil. O objetivo geral desta pesquisa é testar a eficácia antifúngica do óleo essencial (OE) de *M. alternifolia* contra um fungo do acervo de indumentárias e pinturas do Museu Histórico Abílio Barreto (MHAB) da cidade de Belo Horizonte (MG). Para o alcance de tal objetivo, no entanto, foi necessário eleger um representante de cada tipo de acervo para a coleta de amostras têxteis e o isolamento dos fungos filamentosos. Os exames de microscopia realizados permitiram caracterizar os tipos de biodanos causados às fibras e aos tecidos pela colonização de microrganismos. Plaqueamento das amostras têxteis em meio BDA (Ágar Batata Dextrose) permitiu isolar 30 fungos filamentosos e agrupá-los em 13 morfotipos. Os morfotipos foram submetidos à identificação molecular por sequenciamento da região espaçadora transcrita interna (ITS) do gene do RNA ribossomal e, posteriormente, à identificação das estruturas micromorfológicas. Os táxons identificados corresponderam aos gêneros *Penicillium*, *Aspergillus* e *Paecilomyces*. Um isolado da espécie *Aspergillus* foi selecionado para a realização dos ensaios de determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM), de germinação de conídios em tecidos e telas de pinturas prototipados e de vaporização do OE em micro atmosfera. Os resultados obtidos demonstraram que OE de *M. alternifolia* possui atividade fungistática capaz de inibir o crescimento do isolado de *Aspergillus sp.* em tecidos de algodão, lã, linho e poliéster e em telas de pintura de algodão industrializadas na CIM de 8 mg/mL. Os testes também indicaram que a diluição do OE em álcool etílico hidratado 70% (v/v) na concentração de 8% (v/v) para aumentar a capacidade de dispersão do óleo no ambiente não compromete a integridade da superfície têxtil e da camada pictórica dos materiais prototipados. Mais estudos são, no entanto, necessários para avaliar a eficácia do OE contra os demais fungos isolados. É importante, também, avaliar os possíveis efeitos adversos da aplicação do óleo a longo prazo nos materiais têxteis e demais componentes do vestuário, tais como couro, gelatina, ossos e metais.

Palavras-chave: Antifúngico; *Melaleuca alternifolia*; Microbiodeterioração; Patrimônio Têxtil.

ABSTRACT

Fungi are among the biological agents that pose the greatest risks to the safeguarding of textile heritage. The general objective of this research is to test the antifungal efficacy of the essential oil (EO) of *M. alternifolia* against a fungus from the clothing and painting collection of the Abílio Barreto Historical Museum (MHAB) in the city of Belo Horizonte (MG). To achieve this objective, however, it was necessary to elect a representative from each type of collection to collect textile samples and isolate filamentous fungi. The microscopy examinations carried out allowed us to characterize the types of biodamage caused to fibers and fabrics by the colonization of microorganisms. Plating the textile samples on PDA medium (Potato Dextrose Agar) allowed the isolation of 30 filamentous fungi and grouping them into 13 morphotypes. The morphotypes were subjected to molecular identification by sequencing the internal transcribed spacer region (ITS) of the ribosomal RNA gene and, subsequently, to the identification of micromorphological structures. The taxa identified corresponded to the genera *Penicillium*, *Aspergillus* and *Paecilomyces*. An isolate of the *Aspergillus* species was selected to carry out tests to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC), conidial germination in prototyped fabrics and painting canvases and EO vaporization in a micro atmosphere. The results obtained demonstrated that EO from *M. alternifolia* has fungistatic activity capable of inhibiting the growth of the *Aspergillus* sp isolate. in cotton, wool, linen and polyester fabrics and in industrialized cotton canvases at a MIC of 8 mg/mL. The tests also indicated that diluting the EO in hydrated ethyl alcohol 70% (v/v) at a concentration of 8% (v/v) to increase the oil's dispersion capacity in the environment does not compromise the integrity of the textile surface and the pictorial layer of the prototyped materials. More studies are, however, necessary to evaluate the effectiveness of EO against other isolated fungi. It is also important to evaluate the possible adverse effects of long-term application of the oil on textile materials and other clothing components, such as leather, gelatin, bones and metals.

Keywords: Antifungal; *Melaleuca alternifolia*; Microbiodeterioration; Textile Heritage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Par de sapatos produzido a partir do entrelaçamento de fibras, 1550 – 1070 a.C., Egito	22
Figura 02 - <i>Butler-Bowdon Cope</i> produzida entre 1335 d.C. e 1345 d.C.....	23
Figura 03 - Silhueta explicativa do traje de vista de <i>La Alberca</i>	25
Figura 04 - Da esquerda para a direita: a) RT de complementos (acessórios); b) RT de tecidos; c) Reserva de mostruários têxteis; d) RT de Indumentárias.....	27
Figura 05 - Da direita para a esquerda: a) “ <i>La Visión de Ezequiel</i> ” de Raphael de Sanzio exposta na Galeria Palatina do Palácio Pitti em Florença; b) Tapeçaria “ <i>La Visión de Ezequiel</i> ” pertencente ao acervo do Museu Nacional de Artes Decorativas da Espanha.....	28
Figura 06 - Múmia de barro remanesce dos povos pré-colombianos que constituíram a cultura Chinchorro (7.400 a.C. e 2.840 a.C.). Peça integrante do acervo do <i>Museo Arqueológico San Miguel de Azapa</i> no Chile.....	29
Figura 07 - Vestido de cambraia branca com bordado florais que pertenceu a Marquesa de Santos.....	31
Figura 08 - Trono de D. Pedro II.....	31
Figura 09 - Da direita para a esquerda: a) “Traje Majestático” de D. Pedro II; b) Camisa e faixa majestáticos; c) Sapatos majestáticos; d) Coroa Imperial; e) Luvas cândidas majestáticas.....	32
Figura 10 - Da esquerda para direita: a) Visão lateral da berlinda de aparato de D. Pedro II; b) Boleia; c) Visão do interior da berlinda; d) Bordados reproduzindo o brasão da família real.....	33
Figura 11 - Estrutura morfológica da fibra de lã.....	37
Figura 12 - Fluxograma das etapas de processamento das fibras para ser transformadas em fios.....	39
Figura 13 - Estrutura morfológica da fibra vegetal de algodão maduro.....	40
Figura 14 - Esquema do movimento do vapor na fibra de lã.....	43
Figura 15 - Da esquerda para direita: a) Fibras de lã sob microscopia de luz transmitida; b) Fibras de algodão sob microscopia de luz polarizada mostrando inversões marcadas com setas; c) Fibras sintéticas sob microscopia de luz transmitida com ampliação.....	44
Figura 16 - Vista plana e seção transversal de tecido produzido por tecelagem.....	49

Figura 17 - Da esquerda para a direita: a) Estrutura de ligamento em tafetá; b) Estrutura de ligamento em sarja; c) Estrutura de ligamento em cetim.....	50
Figura 18 - Quadro de classificação dos fatores de degradação de uma obra têxtil	52
Figura 19 - Degradação de tecido de seda carregada de sais metálicos.....	53
Figura 20 - Quadro de classificação do ataque biológico segundo a presença ou ausência de sinais de infestação.....	56
Figura 21 - Esquema das relações ecológicas que se estabelecem em uma obra de arte.....	59
Figura 22 - Da direita para a esquerda: a) Hifa septada com um núcleo por célula; b) Hifa cenocíticas.....	62
Figura 23 - Esquema de ciclo de vida geral dos fungos.....	63
Figura 24 - Quadro de classificação dos pesticidas em relação a toxicidade aguda para o homem e animais domésticos de acordo com a escala de Hodge e Sterner.....	65
Figura 25 - Da esquerda para direita: a) <i>M. alternifolia</i> em idade adulta em seu habitat natural; b) Flores de <i>M. alternifolia</i>	73
Figura 26 - Álcoois, óxidos e monoterpenos presentes no óleo essencial de <i>M. alternifolia</i>	74
Figura 27 - Da esquerda para direita: a) Antiga Sede da Fazenda do Leitão (1935/1939). Coleção Belo Horizonte. Acervo MHAB; b) MHAB em 1985	76
Figura 28 - Da esquerda para direita: a) Fachada do Anexo do MHAB; b) Locomotiva; c) Carro de boi; d) Bonde elétrico; e) Coche; f) Praça de eventos.....	78
Figura 29 - Quadro de sistematização das Coleções do MHAB.....	79
Figura 30 - Quadro de sistematização das Coleções do MHAB.....	80
Figura 31 - Objetos não inventariados armazenados na RT de Acervo Têxtil.....	80
Figura 32 - Da esquerda para direita: a) ROUÈDE, Émile - Largo da Matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem, 1894. Óleo sobre tela, 80 x 146 cm. b) STECKEL, Frederico — Vista da avenida João Pinheiro, 1908. Óleo sobre tela, 35x 45 cm.....	81
Figura 33 - Planta baixa do segundo pavimento do Anexo MHAB com indicações dos principais pontos de acesso.....	82
Figura 34 - Pontos de infiltração no teto da RT de Acervo Pictórico. A seta “a” indica a localização de um ponto de infiltração já reparado. A seta “b” indica a localização da infiltração mais recente 2022.....	83

Figura 35 - Mobiliários e equipamentos disponíveis na RT de Acervo Pictórico....	83
Figura 36 - Mobiliários e equipamentos da RT de Acervo Têxtil.....	84
Figura 37 - Pinturas da RT de Acervo Pictórico após o aumento dos índices de umidade e temperatura.....	85
Figura 38 - Peças do acervo não inventariado após transferência para a RT de Acervo Pictórico.....	85
Figura 39 - Imagens áreas do complexo cultural do MHAB. Da esquerda para direita: a) Perímetro do complexo; b) Imagem aérea da sede administrativa.....	87
Figura 40 - Locais de extração dos fios da tela <i>Ouro Preto</i>	89
Figura 41 - Locais de coleta de amostras do verso do Fraque LAL 161.....	90
Figura 42 - Quadro de chaves de identificação utilizadas na microscopia de fibras..	91
Figura 43 - Quadro de chaves de identificação utilizadas na microscopia de fibras..	92
Figura 44 - Quadro de chaves de identificação utilizadas na microscopia de fibras..	93
Figura 45 - Quadro de comportamento ao calor e à chama e características dos odores e das cinzas.....	94
Figura 46 - Quadro de comportamento ao calor e à chama e características dos odores e das cinzas.....	95
Figura 46 - Teste de vaporização em micro atmosfera.....	104
Figura 47 - Da esquerda para direita: a) Frente do Fraque LAL 161; b) Costas do Fraque LAL 161.....	105
Figura 48 - Da esquerda para direita: a) Contagem do número de fios do tecido forro da manga com lupa conta-fios com ampliação de 10X; b) Estereomicroscopia de fio extraído forro da manga sob aumento de 110X.....	106
Figura 49 - Patologias identificadas no Fraque LAL 161. Da direita para a esquerda: a) Ausência de um dos botões da frente direita do casaco; b) Rasgo no tecido de forro; c) Índícios de colonização biológica nas regiões dos ombros; d) Índícios de colonização biológica na região da calda; e) perda de costura; f) rupturas nos ligamentos da trama do tecido de forro.....	107
Figura 50 - Microscopia digital dos pontos brancos localizados no tecido externo do Fraque LAL 161. Resolução de 1600X.....	108
Figura 51 - Da esquerda pra direita: a) Contagem do número de fios do tecido forro com lupa conta-fios com ampliação de 10X; b) Microscopia digital do forro da cauda visualizada com resolução de 1600X; c) Microscopia	

	digital do forro das costas visualizada com resolução de 1600X.....	109
Figura 52 -	Da direita para esquerda: a) Dissociação de parte da superfície da fibra observada através de microscopia de luz polarizada sob aumento de 33X; b) Estruturas com formato semelhantes a esporos fúngicos sobre as fibras observadas através de microscopia de luz polarizada sob aumento de 33X; c) Fibra com acúmulo de estruturas de formato semelhantes a esporos [1] e micélio [2] visualizada através de microscopia de luz polarizada com aumento de 66X.....	110
Figura 53 -	Da direita para esquerda: a) Ponta quebrada com formato “brush-end”. Imagem visualizada com aumento de 33X.....	111
Figura 54 -	Cavidades na superfície da fibra de lã. Imagens visualizadas com aumento de 33X.....	111
Figura 55 -	Anverso da Pintura <i>Ouro Preto</i>	112
Figura 56 -	Da esquerda para a direita: a) Estereomicroscopia de fio extraído da superfície têxtil sob aumento de 18X; b) Leitura do tipo de ligamentos e número de fios da superfície têxtil com lupa conta-fios com ampliação de 10X.....	113
Figura 57	Da direita para a esquerda: a) Bastidor da Pintura <i>Ouro Preto</i> ; b) Moldura e friso que integram o verso da Pintura <i>Ouro Preto</i>	113
Figura 58	Patologias identificadas na Pintura <i>Ouro Preto</i> . Da direita para a esquerda: a) Mancha de tinta e perdas de parte da moldura; b) Acúmulo de poeira; c) Furos; d) Manchas enegrecidas e marcas de contato com substâncias líquidas; e) Excrementos de insetos; f) Cavidades no verso da moldura; g) Estufamento do friso; h) Rachaduras no friso; i) Formação de colônias de fungos sobre a moldura.....	114
Figura 59 -	Imagens obtidas através de exame de luz rasante: a) Colônias formadas sobre o anverso da moldura; b) Colônias formadas sobre o verso da tela	114
Figura 60 -	Da direita para a esquerda: a) Estereomicroscopia da amostra 3632 sob aumento de 18 X; b) Estereomicroscopia da amostra 3634 sob aumento de 18X.....	115
Figura 61 -	Acúmulo de estruturas com formato semelhantes a esporos fúngicos e micélio sobre feixes de fibras da amostra 3635. Imagens obtidas através da microscopia de luz polarizada visualizada com ampliação de 33X.....	115
Figura 62 -	Cavidades com rachaduras formadas na superfície de uma fibra de linho da amostra 3634. Imagem obtida através da microscopia de luz polarizada visualizada com ampliação de 33X.....	116
Figura 63 -	Fotomicroscopia de luz polarizada de fibras de algodão. Da direita para a esquerda: a) Fotomicroscopia utiliza por Houck (2009) para mostrar os pontos de reversão característicos das fibras de algodão; b) Pontos	

	de reversão observados na amostra 3645a com aumento de 33X; c) Pontos de reversão identificados na amostra 3638 com aumento de 33X	118
Figura 64 -	Microscopia de luz polarizada da amostra 3643: a) Alterações no formato do lúmen observadas com aumento de 66X; b) Perda de convoluções observadas com aumento de 20X.....	118
Figura 65 -	Da direita para a esquerda: a) Amostra 3646; b) Amostra 3647; c) Amostra 3647. Imagens observadas através de microscopia de campo claro com aumento de 33X.....	119
Figura 66 -	Da direita para a esquerda: a) Amostra 3636; b) Amostra 3637; c) Amostra 3639. Imagens observadas através de microscopia de campo claro com aumento de 66X.....	120
Figura 67 -	Microscopia de luz polarizada do corte transversal das fibras das amostras 3636 (a), 3637 (b) e 3639(c) visualizadas sob aumento de 66X, 20X e 18X. As setas indicam a localização de fibras com formato poligonal e lúmen estreito.....	120
Figura 68 -	Microscopia de luz polarizada do corte transversal das fibras 3642c visualizada sob o aumento de 33X. A seta indica o formato circular da fibra.....	121
Figura 69 -	Quadro de comportamento das fibras 3642C perante a chama de uma vela.....	121
Figura 70 -	Superfícies têxteis utilizadas como protótipos durante os testes de resistência de materiais.....	122
Figura 71 -	Protótipo de tela de pintura preparada com tinta de óleo de linhaça.....	123
Figura 72 -	Gráfico de número de isolados identificados por táxon.....	124
Figura 73 -	Aspectos macromorfológicos das colônias dos isolados identificados como pertencentes ao táxon <i>Aspergillus</i>	125
Figura 74 -	Aspectos micromorfológicos dos fungos TEX 01, TEX 03, TEX 04, TEX 05, TEX 08, TEX 09, TEX 11, TEX 12 e TEX13 observados através de microscopia de campo claro sob aumento de 100X. Estruturas coloridas com azul de lactofenol.....	126
Figura 75 -	Características macromorfológicas apresentadas pelo fungo TEX 06...	127
Figura 76 -	Características micromorfológicas das estruturas do fungo TEX 06. Da esquerda pra a direita: a) Cabeça; b) Conídios. A seta e o número um indicam a localização de clamidósporos hialinos. Características observadas através de microscopia de campo claro sob aumento de 100X. Lâminas coloridas com azul de lactofenol.....	128
Figura 77 -	Aspectos macromorfológicos das colônias dos isolados identificados como pertencentes ao táxon <i>Aspergillus</i>	129

Figura 78 - Aspectos micromorfológicos dos fungos TEX 01, TEX 03, TEX 04, TEX 08, TEX 09, TEX 11, TEX 12 e TEX13 observados através de microscopia de campo claro sob aumento de 100X. Estruturas coloridas com azul de lactofenol.....	130
Figura 79 - Protótipos de tela após o teste de vaporização e corte com tesoura. O número 1 indica o acúmulo de micélio sobre a superfície e o número 2 indica a rachadura formada durante o corte.....	137
Figura 80 - Da esquerda para direita: a) Protótipo de tela fumigado com solução de OE <i>M. alternifolia</i> e álcool etílico hidratado; b) Protótipo de tela fumigado apenas com álcool etílico hidratado. O número 1 indica a lateral do tecido em que foi realizado o teste de corte com a tesoura. Os pontos engrossados na imagem correspondem aos locais em que ocorrem a impregnação de esporos durante o corte com a tesoura.....	138
Figura 81 - Resultados obtidos nos testes de germinação de conídios extraídos dos protótipos de tecidos do Fraque LAL 161 após 3 dias de inoculação. As placas que apresentam coloração branca correspondem as que possuem esporos de protótipos têxteis que não passaram por fumigação.....	139
Figura 82 - Resultados obtidos nos testes de germinação de conídios extraídos dos protótipos de tecidos do Fraque LAL 161 após 3 dias de inoculação. As placas que apresentam coloração branca correspondem as que possuem esporos de protótipos têxteis que não passaram por fumigação.....	139
Figura 83 - Resultados obtidos nos testes de germinação de conídios extraídos dos protótipos da tela da Pintura Ouro Preto. As placas que apresentam coloração branca correspondem as que receberam os esporos dos protótipos têxteis que não passaram por fumigação.....	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Perfil cromatográfico do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i> aprovado pela Organização Internacional para Padronização através da ISO 4730: 2017.....	75
Tabela 02 - Comportamento da fibra durante imersão em ácido H ₂ SO ₄ a 98% a frio.....	122
Tabela 03 - Táxon dos fungos isolados das amostras têxteis extraídas da Pintura <i>Ouro Preto</i> e do Fraque LAL 161.....	131
Tabela 04 - Fungos isolados das amostras têxteis extraídas do Fraque LAL 161.	132
Tabela 05 - Fungos isolados das fibras têxteis extraídas da Pintura <i>Ouro Preto</i> ...	132
Tabela 06 - Tabela comparativa entre o perfil cromatográfico estabelecido para o OE de <i>M. alternifolia</i> pela ISO 4730: 2017 e o perfil do óleo utilizado nos experimentos desta pesquisa.....	133
Tabela 07 - Resultados do teste de atividade antifúngica do OE de <i>M. alternifolia</i>	135
Tabela 08 - Tipo de atividade antimicrobiana do OE de <i>M. Alternifolia</i>	136

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AATCC - Associação Americana de Químicos e Coloristas Têxteis.
- ARA - Associação de Profissionais de Conservadores e Restauradores do Principado de Astúrias.
- ASTM - Sociedade Americana de Testes e Materiais.
- BDA - Ágar Dextrose – Batata.
- BLAST - *Basic Local Alignment Search Tool*.
- CDMT - *Centro de Documentación y Museo Textil*.
- CEA - Comissão de Energia Atômica.
- CECOR - Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais (CECOR).
- CO₂ - Dióxido de carbônico.
- CTAB - Brometo de cetil trimetilamonio.
- DMSO – Dimetilsulfóxido.
- DNA - Ácido desoxirribonucléico.
- dNTP - Desoxirribonucleotídeos fosfatados.
- EBA - Escola de Belas Artes.
- EDTA - Ácido etilenodiamino tetra-acético.
- H₂SO₄ - Ácido sulfúrico.
- IAEA – *Internacional Atomic Energy Agency*.
- IAPH - *Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*.
- ICB - Instituto de Ciências Biológicas.
- ICOM – CC - *International Council of museums – Committee for Conservation*.
- ICOM – Costume – *International Committee for Museums and Collection of Costume*.
- IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.
- IRR/FIOCRUZ - Instituto René Rachou/Fundação Oswaldo Cruz.
- ITS - Região transcrita interna.
- LACICOR - Laboratório da Ciência de Conservação.
- M. alternifolia* - *Melaleuca alternifolia*.
- mg/mL - Miligrama/mililitro.
- MHAB - Museu Histórico Abílio Barreto.
- mL – Mililitro.
- mm – Milímetro.
- mM – Milimolar.

mol/L - Mol por litro.

MS – Modelo simulados.

°C - Graus Celsius.

OE - Óleo essencial.

PCR - Reação em cadeia da polimerase.

pH - Potencial hidrogeniônico.

ppm – Partes por milhão.

q.s.p. - Quantidade suficiente para.

r.p.m. - Rotações por minuto.

rRNA - RNA ribossomal.

RT – Reserva técnica.

S - Segundo.

SEEC – Secretaria de Educação do Estado do Ceará.

TBE - Tris borato.

UFC - Unidade formadora de colônia.

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais.

UR – Umidade relativa.

UV – Ultravioleta.

V&M - *Victoria & Albert Museum*.

V – Volts.

µg/mL - Micrograma/mililitro.

µl - Microlitro.

µmol - micromol.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo geral	21
2.2	Objetivos específicos	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	A constituição dos acervos têxteis	22
3.2	A conservação têxtil	34
3.2.1	Fibras e filamentos	36
3.2.1.1	Fibras naturais de origem animal	37
3.2.1.2	Fibras naturais de origem mineral	38
3.2.1.3	Fibras naturais de origem vegetal	38
3.2.1.4	Fibras artificiais	40
3.2.1.5	Fibras sintéticas	41
3.2.2	Propriedade das fibras e filamentos	41
3.2.2.1	Propriedades biológicas	42
3.2.2.2	Propriedade de absorção e adsorção	42
3.2.2.3	Propriedades dimensionais	43
3.2.2.4	Propriedades elétricas	45
3.2.2.5	Propriedades mecânicas	45
3.2.2.6	Propriedades químicas	46
3.2.2.7	Propriedades térmicas	47
3.2.3	Fios	47
3.2.4	Estrutura têxtil	48
3.2.4.1	Tecelagem	49
3.2.4.2	Malharia	50
3.2.5	Tingimento, corantes e pigmentos têxteis	50
3.2.6	Fatores de deterioração têxtil	51
3.2.6.1	Fatores intrínsecos	52
3.2.6.2	Fatores extrínsecos	53
3.3	A fenomenologia da biodeterioração dos bens culturais	57

3.3.1	Fungos filamentosos	61
3.4	O controle da biodeterioração.....	64
3.4.1	Métodos biológicos	65
3.4.2	Métodos bioquímicos	66
3.4.3	Métodos físicos.....	67
3.4.4	Métodos mecânicos	67
3.4.5	Métodos químicos	67
3.4.6	Métodos sustentáveis.....	69
3.4.6.1	O óleo essencial de <i>M. alternifolia</i>	72
3.4.6.1.1	Aspectos botânicos.....	73
3.4.6.1.2	Aspectos fitoquímicos.....	74
3.4.6.1.3	Atividade antimicrobiana.....	75
3.5	Biodeterioração do acervo têxtil do MHAB.....	76
3.5.1	Breve histórico do museu	76
3.5.2	A reestruturação institucional.....	78
3.5.3	Condições de armazenamento do Acervo Têxtil.....	81
3.5.4	A biodeterioração do acervo	84
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	87
4.1	Metodologia.....	87
4.2	Determinação do local de estudo.....	87
4.3	Determinação dos sujeitos da pesquisa	87
4.4	Identificação das fibras têxteis envolvidas no processo de biodeterioração do acervo.....	88
4.4.1	Inspeção visual com lupa conta-fios.....	88
4.4.2	Exames de escaneamento digital <i>in situ</i>	88
4.4.3	Exames com luz rasante	88
4.5	Identificação das fibras têxteis envolvidas no processo de biodeterioração do acervo.....	89
4.5.1	Coleta de amostras têxteis	89
4.5.2	Exames de microscopia óptica	91
4.5.3	Testes de determinação de composição de fibras.....	94
4.5.3.1	Ensaio de combustão.....	94
4.5.3.2	Teste de solubilidade.....	95

4.6	Isolamento e identificação dos fungos filamentosos envolvidos no processo de microbiodeterioração do acervo.....	96
4.6.1	Cultivo microbiológico das amostras têxteis em cultura pura.....	96
4.6.2	Leitura da cultura.....	96
4.6.3	Purificação.....	96
4.6.4	Nomeação.....	96
4.6.5	Preservação dos isolados.....	97
4.6.6	Identificação das espécies biodeteriogênicas.....	97
4.6.6.1	Técnica de cultura em lâmina.....	97
4.6.6.1.2	Análise de perfil molecular.....	97
4.6.6.3	Cultivo líquido.....	98
4.6.6.3.1	Extração do DNA total.....	98
4.6.6.3.2	Amplificação da região ITS.....	99
4.6.6.3.3	Sequenciamento dos fungos.....	99
4.7	Caracterização do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i>	99
4.8	Teste para determinação da sensibilidade à terapia antifúngica <i>in vitro</i>	100
4.8.1	Microrganismos.....	100
4.8.2	Preparo do inóculo.....	100
4.8.3	Preparo da solução estoque.....	100
4.8.4	Determinação da concentração inibitória mínima (CIM).....	101
4.8.5	Determinação da concentração fungistática e fungicida mínima.....	101
4.9	Prototipagem de superfícies têxteis biologicamente envelhecidas.....	102
4.9.1	Simulação dos artefatos têxteis.....	102
4.9.2	Esterilização dos modelos simulados.....	102
4.9.3	Teste de germinação de conídios.....	103
4.9.3.1	Microrganismos.....	103
4.9.3.2	Inoculação dos modelos simulados.....	103
4.10	Teste de evaporação em micro atmosfera.....	103
4.10.1	Leitura.....	104
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	105
5.1	Caracterização do Fraque LAL 161.....	105
5.1.1	Diagnóstico do estado de conservação.....	106
5.1.1.1	Caracterização de biodanos nos tecidos.....	108

5.1.1.2	Caracterização de biodanos nas fibras têxteis.....	110
5.2	Caracterização da Pintura <i>Ouro Preto</i>	112
5.2.1	Diagnóstico do estado de conservação da Pintura <i>Ouro Preto</i>	113
5.2.1.1	Caracterização de biodanos na moldura, bastidos e superfície têxtil....	114
5.2.1.2	Caracterização de biodanos nas fibras têxteis.....	115
5.3	Identificação das fibras envolvidas no processo de microbiodeterioração dos acervos	117
5.3.1	Algodão	117
5.3.2	Lã.....	118
5.3.3	Linho.....	119
5.3.4	Poliéster	121
5.4	Prototipagem das superfícies têxteis e material pictórico	122
5.5	Caracterização dos fungos filamentosos envolvidos na microbiodeterioração dos acervos	123
5.5.1	Táxon <i>Aspergillus</i>	124
5.5.1.1	Identificação das características macroscópicas.....	124
5.5.1.2	Identificação das características microscópicas.....	125
5.5.1.3	Identificação do perfil molecular.....	126
5.5.2	Táxon <i>Paecilomyces</i>	126
5.5.2.1	Identificação das características macroscópicas.....	127
5.5.2.2	Identificação das características microscópicas.....	127
5.5.2.3	Identificação do perfil molecular.....	128
5.5.3	Táxon <i>Penicillium</i>	128
5.5.3.1	Identificação das características macroscópicas.....	128
5.5.3.2	Identificação das características microscópicas.....	129
5.5.3.3	Identificação do perfil molecular.....	130
5.6	Diversidade dos fungos	130
5.7	Caracterização do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i>	132
5.8	Avaliação da concentração inibitória mínima (CIM) e fungistática do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i>	135
5.9	Testes de vaporização do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i> em micro atmosfera ..	137
5.10	Germinação de conídios	139
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	142

REFERÊNCIAS	145
APÊNDICES	161
ANEXOS	203

1 INTRODUÇÃO

Segundo o artigo 216 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), o patrimônio cultural é formado por bens que simbolizam a identidade, o modo de agir e a memória dos diferentes grupos que compõem a nação brasileira. O patrimônio têxtil, uma categoria específica de bens materiais que nos acompanham desde os primórdios da civilização, constitui importante setor na composição dos bens culturais brasileiros.

Dos tempos mais remotos aos dias atuais, os seres humanos constroem objetos têxteis para protegerem-se contra intempéries climáticas, realçar os atrativos sexuais, ocultar características físicas, diferenciar-se socialmente, exercer alguma forma de coerção social, armazenar alimentos, etc. (FINCH; PUTNAM, 1991; FLÜGEL, 1966; FLÜGEL, 2008; LIPOVETSKY, 2009).

Acredita-se que tais práticas tenham sido originadas quando a raça humana se viu compelida a buscar, na natureza, material mais maleável e confortável que as peles de animais, inicialmente utilizadas para manter o corpo aquecido do frio. Evidências materiais encontradas na Península Ibérica nos levam a crer que a forma básica de elaboração de um tecido tenha se originado em algum momento entre o Mesolítico e o início do Neolítico¹ - fase em que o homem dá início a um estilo de vida sedentário. Esse período é o das primeiras populações e com elas tem início o cultivo de plantações e a pecuária. Tais atividades, posteriormente, fornecerão fibras vegetais e fibras animais para a confecção de fios (VICIOSA, 2018).

A invenção do trançado e da tecelagem, por sua vez, propiciou a confecção de cestos e esteiras e também constituiu a base da tecelagem utilizada em diversas sociedades na produção de tecidos (NATIONAL PARK SERVICE, 2002). Uma das formas de garantir que futuras gerações possam vir a ter acesso a esse extenso legado material cultural está no empenho de serem utilizados todos os esforços possíveis com o intuito de prolongar a vida útil dos objetos têxteis.

Os índios *Arapahoe* das planícies dos Estados Unidos, por exemplo, acreditavam que a camisa tradicionalmente utilizada no ritual da "dança dos espíritos" possuía poderes mágicos capazes de protegê-los das armas dos homens brancos². Uma vez, extintos tais artefatos e a cultura na qual foram concebidos, pouco se saberia sobre os motivos que levaram os integrantes da cultura *Arapahoe* a criar esses objetos e conferir-lhes tal função (KEESSING, 1972). A

¹ De acordo com Karen e Putnam (1991), não se sabe exatamente quando o homem começou a tecer, mas é possível encontrar imagens de teares primitivos retratadas em cavernas de cerca de 500 a.C.

² A dança começou a ser praticada como uma cerimônia para a regeneração da terra, mas os líderes de várias tribos, tais como *Lakota*, *Cheyenne* e *Arapaho*, expandiram o significado da cerimônia por acreditar que o uso de determinadas roupas durante a dança protegeria as pessoas durante as batalhas (CONCEIÇÃO, 2013)

preservação dos artefatos têxteis, como os produzidos pela cultura *Arapahoe*, permite-nos conferir valor artístico à técnica com a qual o objeto foi produzido e atribuir-lhe valor etnográfico ao relacionar sua existência à produção simbólica de um determinado grupo social (NEIRA, 2017).

No entanto, poucas referências físicas dos artefatos têxteis antigos sobreviveram à ação do tempo devido à fragilidade das fibras de origem orgânica usadas em sua composição, elas se decompõem naturalmente sob a influência do meio ambiente, das formas de circulação social (modo como são utilizados, transmitidos de geração para geração ou reaproveitados em trabalhos de reparo), ao envelhecimento natural e à ação de biodeteriôgenos (FRENCH; HEIBERGER; BALL, 2005; NATIONAL PARK SERVICE, 2002; TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

Os fungos filamentosos estão entre os agentes biológicos que oferecem maiores riscos a preservação do patrimônio têxtil. Eles colonizam as superfícies têxteis para decompor a matéria orgânica presente nas fibras e delas retirar os nutrientes essenciais à sua sobrevivência. Durante o processo de metabolização das fibras, os fungos liberam ácidos orgânicos que, geralmente, provocam alterações estéticas e estruturais (ruptura das costuras, rasgos nos tecidos, desprendimento da camada pictórica, estalos e perda do formato original) responsáveis por acelerar o processo de deterioração dos bens (TIANO, 2016). Obras de arte, roupas pré-colombianas e indígenas, mortalhas, tapeçarias, tapetes, uniformes de soldados e vestimentas eclesiásticas são exemplos de artefatos têxteis que podem sofrer danos irreparáveis quando colonizados por microrganismos (MAZZOLI; PESSIONE, 2021).

O controle e a erradicação da contaminação fúngica é comumente realizado através da aplicação de fungicidas comerciais compostos por cloreto de benzalcônio, fluoreto de sódio e/ou permetrina. A eficácia de tal tratamento, porém, vem sendo questionada devido ao aumento da resistência dos microrganismos, à alta toxicidade e à persistência dos compostos no meio ambiente – o que acarreta sérios prejuízos para os ecossistemas e a saúde dos profissionais envolvidos na preservação dos bens culturais (PALLA *et al.*, 2020).

A proliferação excessiva de fungos filamentosos no interior das reservas técnicas (RTs) do Museu Histórico Abílio Barreto (MHAB) tem acelerado o processo de deterioração das indumentárias e telas de pintura que integram o acervo do museu. O mau cheiro no interior das reservas, a ocorrência de alterações cromáticas e o surgimento de rasgos em diversos itens têxteis da Coleção de Pinturas e Acervo Pessoal levaram a seguinte indagação: Como mitigar os danos causados pela contaminação fúngica nas indumentárias e telas de pintura sem

comprometer a qualidade dos componentes materiais dos artefatos e a saúde dos profissionais envolvidos na descontaminação do acervo?

A baixa toxicidade e a ação antimicrobiana apresentadas pelo óleo essencial (OE) de *M. alternifolia* e de seus componentes na inibição de atividades metabólicas microbianas (ANDRADE *et al.*, 2018; AN *et al.*, 2019; VIEIRA *et al.*, 2004; SAILER *et al.*, 1998; SILVA, 2001) fomentaram o interesse científico em testar a eficácia antifúngica do óleo na mitigação dos danos causados nas indumentárias e telas de pintura do MHAB.

Nas últimas décadas, países como Argentina, Cuba, França, Itália, Lituânia e Sérvia têm desenvolvido pesquisas para testar a eficácia de OEs como biocidas naturais capazes de dificultar e/ou retardar o processo de biodeterioração de bens culturais causados por microrganismos (TIANO, 2016). OEs de diferentes matrizes vegetais contêm um grande número de compostos metabólitos secundários capazes de inibir o crescimento de bactérias, fungos filamentosos e leveduras. Esses compostos agem diretamente na célula microbiana afetando a realização de reações enzimáticas e provocando a deterioração da membrana citoplasmática (PALLA *et al.*, 2020).

Com menor impacto ambiental como também mais seguros para a saúde humana e igualmente eficazes, os OEs tornaram-se objeto de interesse crescente no campo da restauração-conservação para o controle de microrganismos nocivos ao patrimônio cultural material (VITO *et al.*, 2022), porém são importantes e necessários a realização de mais estudos na investigação dos mecanismos de ação dos óleos. Devem ser elaboradas novas formas de aplicação e avaliados possíveis efeitos adversos de tais óleos sobre os mais diversos tipos de materiais.

Nesse sentido, o presente estudo pretende contribuir para uma maior compreensão dos mecanismos que levam à colonização dos artefatos têxteis, da extensão dos biodanos causados pela colonização fúngica em fibras têxteis de algodão, lã, linho e poliéster e dos efeitos da vaporização do OE de *M. alternifolia* sobre as estruturas reprodutivas e vegetativas dos fungos filamentosos em telas de pintura e nos tecidos microbiodeteriorados.

2 OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Testar a eficácia *in vitro* e *in situ* do OE de *M. alternifolia* contra os fungos filamentosos envolvidos no processo de microbiodeterioração do acervo têxtil do MHAB.

1.2 Objetivos específicos

Para o alcance do objetivo geral, foram estipulados os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar o tipo e o estado inicial dos materiais têxteis microbiodeteriorados;
- Testar a eficácia do *in vitro* do OE de *M. alternifolia* contra os fungos filamentosos isolados dos materiais têxteis microbiodeteriorados;
- Testar a eficácia do OE de *M. alternifolia* em materiais têxteis prototipados e bioenvelhecidos através da inoculação de esporos dos espécimes isolados;
- Avaliar os possíveis efeitos do OE de *M. alternifolia* sobre os materiais têxteis após a realização dos testes *in situ*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

1.3 A constituição dos acervos têxteis

Na Inglaterra, museus (nacionais, regionais e locais), casas de campo e arquivos regionais tornaram-se os principais repositórios de bens patrimoniais têxteis desde a fundação do *Victoria and Albert Museum* (V&A) em 1852. Os parâmetros adotados inicialmente pelo V&A para a constituição dos acervos privilegiaram a coleta de tecidos planos em detrimento aos trajes de moda até a década de 1960 e, só depois desse período, a coleta de artigos de vestuário foi ampliada (MILLER, 2006).

Hoje, o museu possui as maiores e mais abrangentes coleções de têxteis e moda do mundo, com 75.000 itens que vão do Egito pré-dinástico até os dias atuais. Entre os itens das coleções estão acessórios de vestuário, sapatos (fig. 01), tapeçarias (europeias e chinesas), tecidos indianos, tecidos artesanais, bordados medievais ingleses, estofados, vestidos raros do século XVII, trajes de gala dos anos 1930, trajes de alta costura do Pós-Guerra, vestimentas diurnas da década de 1960 e as primeiras sedas tecidas do Oriente Próximo (VICTORIA AND ALBERT MUSEUM, *on line*, s.d. b).

Figura 01 – Par de sapatos produzido a partir do entrelaçamento de fibras, 1550 – 1070 a.C., Egito.



Fonte: *Victoria and Albert Museum*© (*on line*, s.d. a).

O *Butler-Bowdon Cope*, a título de exemplo, é um dos poucos itens da coleção que ainda restam no mundo de vestimentas cerimoniais feitas com o bordado *opus anglicanum* produzido na Inglaterra do século XII ao XV. A peça foi produzida utilizando-se a técnica *underside couching*, que consistia em enrolar tiras finas de folhas de prata ao redor de um núcleo de seda para conferir brilho aos fios a cada movimento. Essas tiras eram muitas vezes douradas para dar à aparência de ouro. Na imagem a seguir (fig. 02), é possível visualizar o fundo de veludo

vermelho italiano adornado com o bordado inglês que retrata cenas da vida da Virgem Maria, dos apóstolos e dos santos entre anjos, leões e pássaros (VICTORIA AND ALBERT MUSEUM, *on line*, s.d. c).

Figura 02 – *Butler-Bowdon Cope* produzida entre 1335 d.C e 1345 d.C.



Fonte: *Victoria and Albert Museum*© (*on line*, s.d. c).

Na Espanha, a preservação do patrimônio têxtil ganhou destaque com a Exposição de Trajes Históricos e Regionais, realizada no Palácio das Bibliotecas e Museus em 1925. A exposição contou com um grupo número de curadores composto por intelectuais espanhóis, nobres e representantes de forças ativas da época que, por meio de inúmeras aquisições de peças de vestuário, diversas doações e empréstimos temporários de particulares procuraram:

[...] sintetizar a grande diversidade de manifestações do vestuário espanhol, e para isso reconstruiu ambientes populares, por zonas provinciais, sobre cenários criados por artistas como Álvarez Sotomayor (Coruña), Vázquez Díaz (Huelva), Benedito (Valência), Planes (Murcia), juntamente com um Traje Regional para as regiões menos representadas pelo seu número de conjuntos, bem como vários trajes de época com coleções como as de Rocamora, Guiu ou a do Visconde de Güell, que fechou o show. [...] O sucesso de público foi tamanho que se tornou necessária a reedição do guia do visitante (PEREZ, 2007, p. 14, tradução nossa).

Durante à inauguração do evento, o Conde de Romanones - um dos membros do grupo curador e presidente da *Real Academia de Bellas Artes de San Fernando* - propôs que a exposição fosse transformada em um museu permanente do traje. A proposta foi levada adiante com a criação de um Conselho de Curador, responsável por encarregar-se dos fundos da exposição e criar o *Museo del Traje Histórico y Regional* (MUSEO DEL TRAJE, *on line*, s.d. b).

A empreitada passou por diversas atribuições e em 1928, o museu foi transferido para o antigo *Real Hospicio de San Fernando* quando começa a dividir espaço com o *Museo Municipal*. Dois anos depois, foi instalado no *Palacio de Francisco de Godoy*, situado na *Plaza de la Marina Española*. No ano de 1934, suas coleções foram incorporadas ao *Museo del Pueblo Español*. A incorporação levou à expansão do acervo com a coleta de objetos constituintes da vida e cultura tradicional espanhola em processo de extinção (objetos associados ao trabalho, quanto ao mundo religioso ou lúdico). Em 1993, as coleções passaram a integrar o *Museo Nacional de Antropología* - originado a partir da fusão entre o *Museo del Pueblo Español* e o *Museo Nacional de Etnología*. A fusão deu início a uma política de recuperação de peças que marcaram mudanças sofridas na Espanha na segunda metade do século XX (a transformação de uma sociedade eminentemente rural em uma sociedade urbana) (MUSEO DEL TRAJE, *on line*, *s.d.* b). Em 2002, após uma reflexão sobre o futuro do Museu, decidiu-se promover a exposição pública das coleções de trajes mais antigas da instituição segundo uma perspectiva contemporânea e, finalmente, em 2004, foi oficialmente criado o *Museo del Traje - Centro de Estudios del Patrimonio Etnológico* (PEREZ, 2007).

Os percalços não impediram que o Museu multiplicasse o seu acervo inicial de três mil peças, composto principalmente por trajes populares, bijuterias e demais acessórios. Desde de 1934, o museu passou a reunir, por meio de compras e doações específicas, peças de grande interesse como os trajes populares da província de Zamora da Coleção Alfredo Cueto, às roupas da província de León da Coleção Javier Emperador, a coleção de trajes e tecidos pertencentes a Liselotte Höhs³ doados pela Inditex S.A. e um *Traje de Vistas La Alberca (Salamanca)* com sua joalheria completa, que pertenceu a bailarina Elvira Lucena e foi editada pela Sociedade Hispânica (MUSEO DEL TRAJE, *on line*, *s.d.* a).

O *traje de vistas* corresponde a um traje festivo carregado de elementos simbólicos e protetores contra o mal, o infortúnio e a doença, utilizado originalmente como vestido de noiva. Com o passar do tempo a vestimenta perdeu seu caráter nupcial para se tornar uma roupa festiva utilizada nas procissões de *Corpus Christi* e na festa de Nossa Senhora da Assunção celebrados nos dias 15 e 16 de agosto (MUSEO DEL TRAJE, *on line*, *s. d.* a). O modelo festivo utilizado hoje corresponde ao vestuário que a noiva utilizava ao sair da igreja e caracterizava-se pela ausência do manto com que se cobria a cabeça da noiva no interior da igreja. O conjunto (fig. 03) é composto principalmente por relicários, patenas, medalhas, crucifixos, rosários, anéis, fivelas, broches, colares e brincos. Destacam-se, na joalheria, as correntes de prata que

³ Artista austríaca nascida em 1939.

se prendem a botoeiras presas nas axilas do gibão, de onde pendem medalhas, cruzes e amuletos, e o chamado coração da noiva - peça de prata vazada com as imagens de Jesus Cristo e de Nossa Senhora, das quais pendem cinco pequenas imagens em forma de meia-lua, cabeça de anjo ou figo, colocadas sobre o coração (MENÉNDEZ, 2004).

Figura 03 – Silhueta explicativa do traje de vista de *La Alberca*.



Fonte: Menéndez (2004, n. p.).

O museu possui, atualmente, cerca de 160.000 itens museográficos e documentais inventariados, dos quais, aproximadamente, 25.000 itens correspondem a têxteis e itens de vestuário - entre eles a série de trajes folclóricos, joias e enfeites do *Museo Sorolla*, utilizadas pelo pintor Joaquín Sorolla y Bastida (1863 - 1923) em suas pinturas de tipos populares espanhóis, encomendadas pela *Hispanic Society*; os trajes de época preservados no *Museo Nacional del Romanticismo* e no *Museo Cerralbo*; as indumentárias de origem americana e, em geral de caráter popular, guardados pelo *Museo de América*; as séries, predominantemente, do século XX do *Museo Nacional de Artes Decorativas*; os itens de vestuário e acessórios dos séculos XVIII e XIX pertencentes à coleção do *Museo Nacional de Cerámica y de les Arts Sumptuàries González Martí*; figurinos teatrais dos séculos XIX e XX do *Museo del Teatro* (PEREZ, 2007).

A Espanha também conta com um centro especializado em produtos têxteis históricos e contemporâneos: o *Centro de Documentación y Museo Textil (CDMT)* de Terrassa, criado

em 21 de fevereiro de 1946 pelo empresário industrial Josep Biosca Torres⁴ para preservar a história têxtil da cidade e se tornar um centro de pesquisa e estudos históricos para estudantes, empresários e artesões locais (PEREZ, 2007). O Centro teve como embrião 680 cortes de tecidos e mais de 1.860 tecidos emoldurados, de vários países e cronologias, da coleção Ignasi Abadal Soldevila adquirida por Torres com o apoio do empresário Josep Badrinas Sala. Em 1947, o CDMT ampliou seu acervo com a aquisição da segunda parte da coleção de Soldevila:

Com esta segunda aquisição (de 1.429 tecidos), a coleção passou a incluir quase quatro mil tecidos cronologicamente situados entre os séculos IV e XIX: copta, andaluza, bizantina, persa, chinesa, japonesa, turca, pré-colombiana, europeia, estampada, ornamentos litúrgicos, enfeites, etc. E foi, de longe, o maior do país (CENTRO DE DOCUMENTACIÓN Y MUSEO TEXTIL, *on line*, s.d., tradução nossa).

Em janeiro de 1964, a instituição adquiriu a coleção de Josep Moragas Pomar constituída de 78 peças itens de vestuário (vestidos, bodies, saias, anáguas, capas, casacos, saias, coldres e cartucheiras). No mesmo ano, Luís Garcia Capafons doou sua coleção de antigas guarnições espanholas, que incluía 860 peças dos séculos XVI ao XIX. Em 1966, Capafons doou quatro corpetes do século XVIII e dois coletes da antiga coleção Moragas. Anos depois, a instituição recebeu do Conselho Provincial de Barcelona a coleção de tecidos do empresário industrial barcelonês Ricard Viñas composta de 2.700 peças e as coleções da Prefeitura de Terrassa. Todas essas coleções fizeram com que o Centro se tornasse um dos museus têxteis mais importantes da Europa (CENTRO DE DOCUMENTACIÓN Y MUSEO TEXTIL, *on line*, s.d.).

Ao longo das décadas de 1970 e 1980, o CDMT atuou como centro de efervescência cultural da cidade com a promoção da revolução técnica e artística da tapeçaria através da *Escuela Catalana del Tapiz* (Escola Catalã de Tapeçaria) e a realização de exposições de escultura, fotografia, pintura e outros temas relacionados à arte têxtil. No ano de 1989, a instituição adotou uma nova abordagem museológica e museográfica, passando a atuar como centro de documentação e serviços (em especial, para a indústria têxtil e de moda) sem abdicar da aquisição, documentação, conservação, divulgação do patrimônio têxtil. Em 2002, o CDMT passou por uma remodelação predial que culminou na eliminação das exposições permanentes, na elaboração de um programa de exposições temporárias, na construção de uma biblioteca, na criação de um ateliê didático de restauração para formação de profissionais especializados e na adequação das salas expositivas e das RTs às dimensões das coleções (fig. 04) (CENTRO DE DOCUMENTACIÓN Y MUSEO TEXTIL, *on line*, s.d.).

⁴ Empresário natural de Terrassa e amante de antiguidades. Investiu parte da sua fortuna na recolha destes objetos (CDMT, *on-line*, s.d.).

Figura 04 – Da esquerda para a direita: a) RT de complementos (acessórios); b) RT de mostruários têxteis; a) RT de tecidos; b) RT de Indumentárias.



Fonte: *Centro de Documentación y Museo Textil (on line, s.d.)*.

O quadro de funcionários foi expandido - o que permitiu ao Centro oferecer serviços de documentação, fotografia e restauro de exteriores e iniciar a Imatex - uma das primeiras bases de dados *on line* do país -, que conta hoje com mais de 31.000 documentos e 70.000 fotografias disponíveis (CENTRO DE DOCUMENTACIÓN Y MUSEO TEXTIL, *on line, s.d.*).

Também encontramos coleções têxteis em museus espanhóis com temáticas variadas. O *Museo Nacional de Artes Decorativas*, por exemplo, possui um repertório diversificado de artefatos têxteis em termos de tipologia, formatos, materiais constituintes, técnicas e proveniência histórica. Entre os objetos mais antigos do Museu está um conjunto de fragmentos de tecidos coptas do século II d.C. e um repertório diversificado de veludos, damascos, brocados, tecidos estampados (batik e ikats), rendas, bordados, antigos e contemporâneos que fazem do seu espólio algo único no país. Destacam-se, igualmente, os tapetes das cidades de Cuenca e Alcaraz confeccionadas entre os séculos XV e XVII com nó espanhol, as tapeçarias de bodas do século XV destinadas a cobrir o leito matrimonial, as tapeçarias com temas mitológicos produzidas no século XVII e “*La Visión de Ezequiel*” – tapeçaria inspirada na pintura a óleo de Raphael de Sanzio e produzida pela oficina de Pieter van Aeslt em Bruxelas. Confeccionada com fios policromados de lã e seda sobre fundo de fio metálico e enquadrada numa orla com motivos decorativos de tranças sobre fundo azul, a peça (fig. 05), de mais de quatro metros de altura, refere-se às profecias de Ezequiel descritas no Antigo Testamento (MUSEO NACIONAL DEL ARTES DECORATIVAS, *on line, s.d.*).

Figura 05 – Da direita para a esquerda: a) “*La Visión de Ezequiel*” de Raphael de Sanzio exposta na Galeria Palatina do Palácio Pitti em Florença; b) Tapeçaria “*La Visión de Ezequiel*” pertencente ao acervo do *Museo Nacional de Artes Decorativas* da Espanha.



Fonte: *Museo Nacional de Artes Decorativas* (on line, s.d.).

Na tapeçaria, é possível visualizar o profeta retratado em pequena escala, no canto inferior esquerdo da peça enquanto Deus aparece no centro ladeado por dois anjos e os símbolos dos quatro evangelistas - o anjo (Mateus), o leão (Marcus), o boi (Lucas) e a águia (João) (MUSEO NACIONAL DE ARTES DECORATIVAS, *on line*, 2013).

No Chile - região rica em têxteis arqueológicos, etnográficos e históricos - a preservação têxtil teve início com a contratação, em 1977, de um especialista em conservação têxtil pelo *Museo Arqueológico San Miguel de Azapa* do Departamento de Antropologia da Faculdade de Ciências Sociais e Jurídicas da Universidade de Tarapacá (PERALES, 2016). Os artefatos arqueológicos que compõem o acervo do museu apresentam os mais diversos materiais - cerâmica, madeira, lã, pedra, metal, osso, fibra vegetal, couro, pele, restos humanos mumificados natural e artificialmente, entre outros – que, em sua maioria, foram preservados em excelente estado graças às condições climáticas desérticas da região (solos salinos e total ausência de chuva). Entre as 8.500 peças do acervo estão artefatos têxteis que permitem conhecer o processo de mumificação aplicados aos corpos dos falecidos pelos grupos humanos que habitaram o extremo Norte do Chile há aproximadamente 7.000 anos (fig. 06) e a história da economia, da organização social e das festividades da região de Arica, que se desenvolveu

nas terras altas do norte do Chile durante o período Pré-hispânico (MUSEO ARQUEOLÓGICO SAN MIGUEL DE AZAPA, *on line*, s.d. a).

Figura 06 – Múmia de barro remanesce dos povos pré-colombianos que constituíram a cultura Chinchorro (7.400 a.C. e 2.840 a.C.). Peça integrante do acervo do *Museo Arqueológico San Miguel de Azapa* no Chile.



Fonte: Museo Arqueológico San Miguel de Azapa[©] (*on line*, s.d. b).

Em 1978, foi criado o Departamento Têxtil no *Museo Histórico Nacional*. A criação fez-se necessária após o recebimento de diversas vestimentas doadas por colecionadores particulares à instituição⁵. Os itens recebidos passaram a entregar a coleção de objetos têxteis do museu junto com três ou quatro trajes já existentes e coleção de uniformes. Nas décadas seguintes, foram criados, no país, o *Laboratório de Conservação no Museo Chileno de Arte Precolombino* (1981), o *Comité Nacional de Conservación Textil* (1987), o *Centro Patrimonial de Conservación Textil de Valparaíso* (1995) e o *Museo de la Moda* (1999). Destacam-se aqui as ações do *Comité Nacional de Conservación Textil* que realizou, entre os anos de 2000 e 2001, o registro completo das coleções têxteis chilenas – incluindo o estado de conservação e a documentação (PERALES, 2016).

No Brasil, diferente do que ocorrera no Chile, as características ambientais não ofereceram condições de preservação favoráveis à longevidade dos artefatos têxteis. Ataques de insetos e grande quantidade de chuvas são descritos na literatura como fatores que provocaram o comprometimento de tais objetos:

J. B. Debret mencionou em seus relatos a utilização de baús de zinco pelas famílias ricas do Rio de Janeiro, para proteger as roupas contra o ataque de insetos, e Alexandre R. Ferreira, no século XVIII, comentou o mau estado dos

⁵ Segundo a autora, os trajes recebidos haviam sido anteriormente emprestados para a realização de uma exposição de vestimentas no Museu Histórico Nacional.

tecidos encontrados no Rio Negro e Grão Pará que precisavam, segundo ele, “arejar longe das chuvas” (PAULA, 2006, p. 79-80).

A inexistência de políticas públicas que protegessem a produção nacional foi outro fator que historicamente prejudicou a constituição do nosso patrimônio: O Alvará de Proibição de Fábricas e Manufaturas no Brasil em 1º. de abril de 1785 pela rainha D. Maria I fez com que o acesso a tecidos e vestimentas só se tornasse possível por meio da importação. O alvará permitia apenas a produção de tecidos grosseiros que serviam para o empacotamento de produtos e para que a confecção de roupas para escravos fosse realizada em nosso país. Como resultado, muitos desses objetos nem sequer eram vistos como uma forma de patrimônio (PAULA, 2006). A subvalorização das coleções têxteis, aliada a falta de conhecimento sobre as características materiais desses artefatos, fez com que os trabalhos curatoriais desenvolvidos em nosso país fossem realizados sem o estabelecimento de parâmetros de coleta, documentação e pesquisa (PAULA, 1998).

O panorama da preservação têxtil em nosso país só apresentou mudanças significativas após o trabalho de divulgação e formação iniciado pelo Setor de Têxteis do Museu Paulista da Universidade de São Paulo no ano de 1994 (PAULA, 1998). “O surgimento de cursos introdutórios em conservação têxtil, a publicidade em torno de exposições e programas de estágio deram visibilidade aos tecidos, às roupas e a outros objetos têxteis dentro dos museus” (CORDEIRO, 2022, p. 06).

O trabalho desenvolvido pelo Setor foi de essencial importância para que os profissionais brasileiros pudessem conhecer aspectos essenciais da conservação têxteis. Com a mudança, artefatos de uso cotidiano como bolsas, chapéus, luvas e tecidos decorativos passaram a ganhar relevância cultural e a dividir espaço com coleções de bandeiras, fardamentos e trajes pertencentes a pessoas ilustres, que contribuíram direta ou indiretamente para a construção da história nacional (PAULA, 1998).

Atualmente, é grande o número de instituições que possuem em suas coleções artefatos têxteis (PAULA, 2006). A Casa da Marquesa de Santos - Museu da Moda Brasileira, por exemplo, abriga, hoje, uma enorme variedade de objetos que possuem em sua composição algum tipo de fibra, fio ou tecido. Destacam-se entre eles, indumentárias utilizadas por Domitila de Castro Canto e Melo (Marquesa de Santos) (fig. 07), figurinos teatrais do período imperial, o mobiliário pertencente ao Príncipe de Joinville Francisco de Orleães e Carlota Joaquina, cartões de baile, leques, peças do acervo institucional do Instituto Zuzu Angel e roupas criadas pelo artista plástico Aldo Bonadei.

Figura 07 - Vestido de cambraia branca com bordado florais que pertenceu a Marquesa de Santos.



Fonte: Museu da Moda Brasileira – Casa da Marquesa de Santos[®] (*on line*, s.d.).

O Museu Imperial - instituição especializada na preservação de objetos remanescente do Período Imperial Brasileiro (1822 a 1889) - é outro exemplo de instituição que realiza a preservação de um grande número de artefatos têxteis. Durante a constituição do acervo, Alcindo de Azevedo Sodré, seu primeiro diretor, intentou localizar peças que pertenceram à família imperial que retratassem o século XIX e o cotidiano dinastia dos Bragança. Entre os artefatos preservados, destaca-se na “Coleção Imperial”, o trono de D. Pedro II. A peça confeccionada em madeira, folheada a ouro possui estofamento revestido de veludo e bordados de fios de prata dourada na região do encosto, formando a sigla P.I.I., emoldurada com folhas de palma atadas por um laçarote (fig. 08) (SODRÉ, *on line*, 1950).

Figura 08 – Trono de D. Pedro II.



Fonte: Museu Imperial (*on line*, s.d., c).

Na categoria “Insígnias e Objetos Cerimoniais e/ou Comemorativos” - subcategoria “Acessório de Vestuário” destaca-se o “Traje majestático” utilizado por D. Pedro II durante sua Sagração e Coroação em 18 de julho de 1841 e nas solenidades de Abertura anual do Parlamento Brasileiro. A vestimenta, criada por João Carlos Palhares, foi idealizada segundo uma concepção romântica para simbolizar a vestimenta solene de um cavaleiro Renascentista (MUSEU IMPERIAL, *on line*, s.d. b):

Na verdade, a calça de meia, colante, é peça do último período da idade média e começos do século XVI; a véstia e o chapéu, porém, apresentam uma solução convencional, conforme certa tradição existente nas cortes européias [sic], acomodada às exigências do cerimonial e aos atributos e símbolos nacionais (RODRIGUES, 1959, p. 20).

A configuração completa do traje consistia em uma camisa longa de cetim branco com bordados a ouro, uma faixa de cetim com laço do mesmo material, uma gravata-laço de renda francesa presa com uma cruz de brilhantes, manípulos bordados a ouro, meia-calça inteiriça de seda branca, manto majestático em veludo, uma murça confeccionada de penas de papo-de-tucano, sapatos de cetim branco bordados a ouro decorados com um laço frontal bordado com brilhantes, espada do Cruzeiro, coroa imperial, insígnias de ordens honoríficas (placas de grã-cruz da Ordem da Rosa e Imperial Ordem do Cruzeiro), luvas, e chapéu de cavaleiro de veludo branco bordado a ouro adornando com laço esmaltado, três plumas brancas e uma presilha e brilhantes (fig. 09) (RODRIGUES, 1959).

Figura 09 - Da direita para a esquerda: a) “Traje Majestático” de D. Pedro II; b) Camisa e faixa majestáticos; c) Sapatos majestáticos; d) Coroa Imperial; e) Luvas cândidas majestáticas.



Fonte: *Google Arts & Culture* (*on line*, s.d.).

A qualidade dos tecidos, o custo das pedrarias e a perfeição dos adornos e bordados eram marco de elegância e distinção que causavam admiração. Em suma, o traje majestático de D. Pedro II não fugiu a nenhuma regra exigida pela nobreza ao utilizar tecidos e metais nobres nas roupas, nos complementos e nas insígnias para simbolizar o poder do imperador e a riqueza de suas terras (RODRIGUES, 1959).

Na coleção “Família Imperial” - categoria “Transporte”, destaca-se a Berlinda de Aparato do século XIX, produzida pelas empresas Samuel & Phillips e Pearce & Countz, a ser utilizada na sagração e coroação de D. Pedro II. Para tanto, a carruagem de 239 cm de altura, 192,5 cm de largura e 520 cm de profundidade foi confeccionada em estrutura metálica (aço e ferro) com madeiramento de pinho-de-riça, janelas de cristal, couro tratado, madeira entalhada folheada a ouro, elementos decorativos em prata, veludo de algodão, crina de cavalo, bordados e galões dourados (fig. 10) (MUSEU IMPERIAL, *on line*, s.d. a).

Figura 10 – Da esquerda para direita: a) Visão lateral da berlinda de aparato de D. Pedro II; b) Boleia; c) Visão do interior da berlinda; d) Bordados reproduzindo o brasão da família real.



Fonte: Museu Imperial (*on line*, s.d., a).

A associação com simbologia heráldica da família real foi estabelecida através do uso de materiais nobres como ouro e prata e da predominância das cores verde (pertencente a heráldica da casa real portuguesa de Bragança) e amarelo (pertencente a heráldica da casa imperial austríaca de Habsburgo) na pintura externa, nos tecidos, nos bordados e nos aviamentos - fato que também rendeu ao artefato o apelido de “Carro de cor de cana” e, posteriormente, de “Monte de prata”. A referida simbologia fez com que a berlinda se transformasse em uma insígnia no regime imperial - em especial do Segundo Reinado - e do próprio D. Pedro II:

A berlinda de aparato de D. Pedro II é um objeto museológico com implicações históricas de grande relevância por ser representativa do Segundo

Reinado e de um sistema de governo monárquico, além de uma importante personalidade histórica como D. Pedro II. Sua representatividade e potencializada pelo fato de ser revestida de uma carga simbólica muito marcante – verdadeira “insígnia” nacional e imperial – tendo servido ao longo de todo o governo desse imperador e estando presente nas ocasiões mais solenes da história brasileira. Dessa forma, acaba por associar-se emblematicamente ao próprio Estado Monárquico brasileiro (LUTTERBACH *et al.*, 2013).

O legado de D. Pedro II, assim como os demais exemplos citados, retrata apenas uma pequena parcela da grande riqueza do patrimônio têxtil brasileiro. A crescente conscientização sobre a importância cultural, econômica, histórica desse patrimônio contribuiu para que as instituições brasileiras ampliassem de forma significativa a quantidade de artefatos têxteis em suas coleções nas três últimas décadas e se tornassem conscientes de seu despreparo em relação ao mesmo (PAULA, 1998, p. 66).

Hoje, em todo o mundo, existe uma enorme variedade de têxteis nas coleções públicas e privados, que vão desde toalhas de mesa sem padrão a tapeçarias tridimensionais e luxuosas de complexa composição (GREEN, 1990). A grande maioria, no entanto, é composta por trajes especiais (vestidos de noite, trajes de casamento, roupas de batismo, uniformes, etc.), tapetes e amostras, “cujo valor comemorativo ou sentimental garantiu a sobrevivência em ambientes domésticos e pequenas coleções” (BALL; MANITTA, 2005, p. 123).

A existência de um patrimônio têxtil, no entanto, acarreta uma grande responsabilidade. Devemos preservá-lo nas melhores condições e, sempre que possível, contextualizar a função original de uso com a conservação e até mesmo com a exposição desses objetos como peça-chave do legado deixado por nossos antepassados (REY, 2013).

1.4 A conservação têxtil

A conservação têxtil estruturou-se como área de conhecimento durante a década de 1950, amparando-se em habilidades manuais, intimamente associadas às tradições femininas. Desde então, a formação dos conservadores evoluiu, passando de um simples domínio de competências manuais para uma prática alicerçada no conhecimento científico e histórico dos objetos (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

A primeira conferência sobre a conservação de têxteis realizada em 1964 na Holanda introduziu métodos de conservação desenvolvidos com base científica, dando início a investigação sobre as causas da degradação dos têxteis em condições museológicas e os princípios de higienização necessários. Embora muitos erros tenham sido cometidos - diversos trabalhos foram inicialmente realizados adotando-se técnicas que culminaram por destruir ou

diminuir o valor cultural dos objetos – o intuito dessas pesquisas era o de ampliar a compreensão sobre o comportamento e a deterioração dos têxteis antigos, a fim de preservá-los em boas condições (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

A mudança de paradigma foi essencial para que a conservação têxtil se subdividisse em duas abordagens:

- A metodologia de trabalho desenvolvida pela Fundação *Abegg* (Suíça) – que utiliza metodologias que visam restaurar o estado original do objeto por meio da recomposição e reconstrução ou até mesmo a substituição de elementos (CORAH, 1997);
- A conservação preventiva, adotada pelos principais instituições e centros de formação profissional internacionais - que defende o trabalho preventivo e a intervenção mínima, utilizando a restauração como último recurso (PAULA, 1998).

A escolha entre restauro e conservação depende de diversos fatores racionais, para além dos irracionais, como sentimentos estéticos e outros: O fato de têxtil possuir função representativa, torna-o mais apto ao tratamento restaurativo, enquanto itens sem tal função precisam de uma maior ponderação a respeito do melhor tratamento a ser aplicado (CORAH, 1997). Por exemplo: ações curativas, que incluem tratamento com fumegantes (formaldeído, etanol, etileno óxido, etc.) para eliminação de contaminação microbiológica, precisam ser bem avaliadas, pois resultam em um efeito negativo para a saúde humana; já as medidas preventivas, as quais incluem condições de armazenamento saudáveis e um ambiente limpo, requerem um trabalho contínuo, mas são mais seguras para a saúde dos profissionais que atuam diretamente com o artefato (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017).

A conservação a longo prazo também demanda a familiarização como os principais elementos constitutivos e/ou estruturais dos artefatos têxteis. São eles: Fibra, filamento, fio, estrutura têxtil ou tecido, tingimento, corante e pigmento (DOMINGUÉZ, 2015).

A *American Society for Testing and Materials* (ASTM) define como fibra qualquer um dos vários tipos de matéria cuja estrutura caracteriza-se por um comprimento equivalente a pelo menos 100 vezes seu diâmetro e que forma o elemento básico de um produto têxtil. A mesma instituição define como “fibras curtas” (ou “descontínuas”) as fibras que possuem comprimento que varia entre 1 e muitos centímetros e como “filamento” as fibras de comprimento indefinido ou muito longo (*apud* TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

A torção de uma ou mais fibras é que provocará o atrito necessário para que as fibras não deslizem umas sobre as outras. É também o que determinará a espessura de um fio. No caso

dos filamentos contínuos, que possuem grande resistência à tração, a torção é utilizada para evitar a desintegração dos filamentos por forças laterais. Já o cruzamento de diversos fios ou o entrelaçamento de um fio sobre si mesmo formará superfícies têxteis mais ou menos planas que podem ser manipuladas e transformadas em artefatos tridimensionais (roupas, mobiliários, etc.) (PEREIRA, 2010).

A aparência dessas superfícies, no entanto, depende muitas vezes das formas de tingimento e dos corantes e pigmentos aplicados. Essas substâncias químicas, utilizadas com a finalidade de colorir o substrato têxtil, alteram seletivamente a reflexão ou a transmissão da luz incidente sobre os fios (ZANONI; YAMANAKA, 2016).

As propriedades materiais desses elementos, assim como os processos físicos, químicos e mecânicos a que estão sujeitos os artefatos têxteis durante a sua fabricação e utilização determinam as propriedades de envelhecimento dos objetos têxteis (DOMINGUÉZ, 2015; TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011). Por esse motivo abordaremos com maiores detalhes cada um deles.

3.1.1 Fibras e filamentos

A longevidade dos artefatos têxteis está intrinsicamente relacionada com a natureza das fibras e dos filamentos: Fibras ou filamentos orgânicos, por exemplo, são mais propensos ao processo natural de envelhecimento, deterioração⁶ e degradação do que as fibras sintéticas (MAZZOLI; PESSIONE, 2021), graças à presença, nos materiais orgânicos, de moléculas de carbono em uma forma mais ou menos hidrogenada que provocam a vulnerabilidade dos monômeros presentes na celulose que compõe as fibras vegetais e das ligações peptídicas que dominam a estrutura molecular das fibras de origem animal (CAVENA; NUGARI; SALVADORI, 1994).

Os materiais orgânicos vêm ao mundo em um processo de transformação que se pode chamar de ‘ciclo biológico’, no qual os principais atores são plantas, animais e microrganismos. O ciclo biológico refere-se à produção de matéria orgânica durante a vida, seguida de sua desintegração como consequência da morte. Os restos desse processo servem como nutrientes para o recomeço do ciclo (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017, p. 11).

Obras de arte, roupas pré-colombianas e indígenas, mortalhas, tapeçarias, tapetes, uniformes de soldados, vestimentas eclesiásticas são exemplos de artefatos têxteis que podem

⁶ Aqui o termo deterioração é aplicado para nominar o processo de destruição inoportuna em ocorre a perda irreversível de valor e/ou de informação de um bem cultural, enquanto que o termo degradação é usado como referência ao processo à degradação biológica responsável por reduzir estruturas complexas em componentes simples e fundamentais à continuação do ciclo de vida na terra (GUILLITE, 1995).

sofrer danos irreparáveis graças a natureza orgânica de suas fibras que, em condições ambientais desfavoráveis, sofrem o aceleração do processo de degradação (MAZZOLI; PESSIONE, 2021).

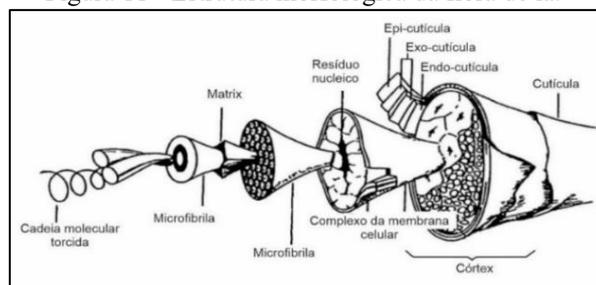
Dependendo de sua procedência tanto as fibras quanto os filamentos podem ser classificados como naturais (obtidas a partir de fontes animais, vegetais e minerais sem sofrer nenhum tipo de modificação em sua estrutura), artificiais (construídos a partir da dissolução, modificação e regeneração ou modificação de polímeros naturais) e sintéticos (produzidos a partir de produtos petroquímicos adequados para extrusão em fibras) (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

3.2.1.1 Fibras naturais de origem animal

As fibras de origem animal - também chamadas de fibras proteicas - constituem o segundo grupo de fibras naturais produzidas pelo homem (LANDI, 1992) e subdividem-se em fibras capilares (extraídas da pelagem de caprinos e ovinos) e secretadas (produzidas pelas glândulas sericígenas de insetos) (COOK, 2006).

As fibras capilares são extremamente complexas em estrutura (fig. 11), pois são compostas por um córtex de células fusiformes circundadas por uma cutícula de escamas de difícil observação através da microscopia óptica. A margem inferior das escamas é fechada e fixa ao cerne da fibra, enquanto a borda superior projeta-se para fora em uma angulação que varia conforme o tipo de fibra (NEEDLE, 1986).

Figura 11 - Estrutura morfológica da fibra de lã.



Fonte: Adaptado de Houck (2009).

Algumas fibras capilares mais grossas podem ter matrizes celulares com cavidade central ou medula, mas, em geral, elas possuem secção transversal redonda com uma ondulação irregular ao longo do eixo longitudinal - o que resulta em uma fibra texturizada e volumosa, uma estrutura molecular altamente reticulada por ligações dissulfeto de resíduos de cistina na cadeia proteica que tendem a ter porções helicoidais periodicamente dentro da sequência

proteica que são responsáveis por formar os pelos e cabelos das espécies mamíferas. Já as fibras secretadas apresentam aspecto fibroso e filamentosos com secções transversais irregulares constituído a base de duas proteínas: fibroína e sericina. Sua estrutura molecular é composta por um conjunto limitado e pouco complexo de aminoácidos: as cadeias proteicas são dispostas em uma estrutura de folha pregueada em forma de “I” com ligações de hidrogênio entre grupos amida em cadeias de proteínas adjacentes (NEEDLE, 1986).

O casulo secretado pela espécie *Bombyx mori* (popularmente conhecida como bicho-da-seda) em estado larvário é composto por 90% de aminoácidos reticulados, geralmente, orientados paralelamente ao eixo da fibra - o que lhe confere alta cristalinidade e resistência (LANDI, 1992) e pode chegar a ter cerca de 360 –1200m de filamentos contínuos (TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

3.2.1.2 Fibras naturais de origem mineral

As fibras minerais são derivadas de fontes minerais naturais ou fabricadas a partir de sais inorgânicos e minerais. O principal exemplo citado na literatura é a fibra de asbesco ou amianto - nome dado a vários minerais naturais como antofilita, anfibólio, serpentina – que é constituída de forma cristalina fibrosa que pode ser tritura, cardada e fiada. Devido à composição inorgânica, à resistência ao ataque de insetos, à resistência ao calor e não inflamabilidade, as fibras de amianto são usadas em roupas à prova de fogo, correias transportadoras, telhas de vinil, folhas e adesivos, painéis, lonas de freio, juntas, embalagens industriais, fibras à prova de som, enrolamentos elétricos, isolamentos e materiais à prova de som (CODY, 2012; NEEDLE, 1986).

3.2.1.3 Fibras naturais de origem vegetal

As fibras vegetais correspondem às primeiras fibras empregadas pelo homem na confecção de fios e tecidos (LANDI, 1992) e são muito utilizadas em tecidos até hoje devido às propriedades higiênicas que possuem (SZOSTAK-KOTOWA, 2004). Esse grupo de fibras apresenta em sua composição longas cadeias lineares de celulose - um açúcar polimérico (polissacarídeo) formado de unidades repetidas de 1,4-8-anidroglicose, conectadas entre si por ligações 8-éter, cujo número repetições pode variar entre menos de 1.000 e mais de 18.000 unidades, dependendo da fonte de fibra (NEEDLE, 1986).

O arranjo linear das cadeias permite que a função dos grupos hidroxila em cada unidade de glicose anidra (dextrose) interajam com os grupos hidroxila em cadeias adjacentes através

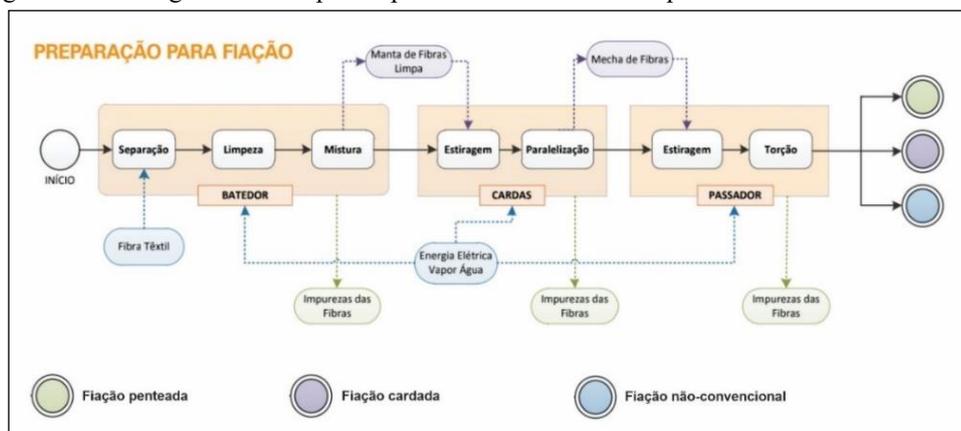
de ligações de hidrogênio e forças de van der Waal, formando fortes ligações intermoleculares entre as cadeias. Tais ligações, juntamente com a extensa linearidade da molécula de celulose, conferem natureza cristalina às fibras celulósicas, assim como o número, o tamanho e a disposição das regiões cristalinas dentro da celulose, determinam as propriedades finais de cada fibra específica (NEEDLE, 1986).

As fibras vegetais, no entanto, apresentam características distintas, conforme o local do qual são extraídos na planta (KUASNE, 2008):

- Fibras extraídas das células epidérmicas da semente apresentam estrutura unicelular composta quase unicamente por celulose. Como exemplo, temos as fibras do akund, algodão e capoc;
- As fibras extraídas de folhas são constituídas essencialmente por celulose, hemiceluloses, lignina, e substâncias incrustantes. Exemplo: Abacá, alcoe, alfa, fique, henequém, maguei, phormium, sisal e tampico;
- Fibras extraídas de frutos também apresentam celulose, hemiceluloses, lignina, e substâncias incrustantes. Temos como exemplo as fibras de Cairo;
- Fibras extraídas do caule são constituídas por celulose, substâncias pécticas, hemicelulose, lignina, e substâncias aderentes. Exemplo: Abutilon, bluish, cânhamo, dogbane, giesta, juta, kenaf, linho, punga, rami, sunn e urena.

As fibras de linho, que geralmente necessitam de tratamentos especiais para a remoção de sedimentos, amolecimento da fibra e separação do caule, por exemplo, são mais fortes, macias, brilhantes, flexíveis e menos flexíveis que as fibras de semente de algodão, que não requerem um longo processamento antes da fase de torção necessária para transformar as fibras naturais em fios (fig. 12) (KUASNE, 2008).

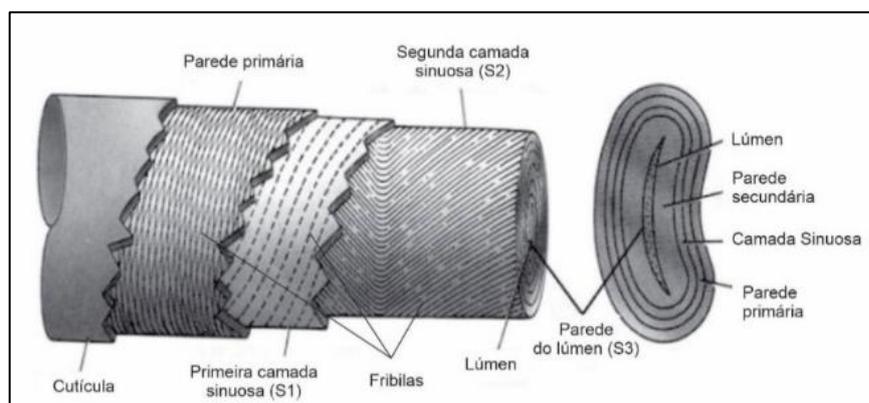
Figura 12 - Fluxograma das etapas de processamento das fibras para ser transformadas em fios.



Fonte: Adaptado de Chaim (2013, p. 17).

Em relação a estrutura, as fibras vegetais são constituídas de cutícula (camada externa da fibra, composta por ceras, óleos e pectina, que tem a função de proteção), parede primária (parede celular original da fibra constituída por fibrilas), primeira camada sinuosa (primeira camada de espessamento secundário), segunda camada sinuosa (camadas concêntricas de celulose), fibrilas de celulose (um sistema bem organizado de capilares contínuos e muito finos, uma rede) e lúmen (espaço poroso que forma um canal oco que percorre toda a extensão da fibra) (fig. 13) (HOUCK, 2009).

Figura 13 – Estrutura morfológica da fibra vegetal de algodão maduro.



Fonte: Adaptado de Houck (2009).

3.2.1.4 Fibras artificiais

Avanços na área de engenharia durante o século XIX⁷ possibilitaram o aparecimento das fibras artificiais (GREEN, 1990). Elas começaram a ser produzidas a partir de 1846, quando a nitrocelulose se mostrou adequada para a fabricação de fibras, mas altamente explosiva. A pesquisa por novos materiais deu origem a dois grupos distintos de fibras: Fibras semissintéticas (ou regeneradas), obtidas a partir de polímeros naturais celulósicos modificados estruturalmente e reestruturadas com o auxílio de produtos químicos: O fluido que contém o material formador de fibra é extrudado através dos pequenos orifícios de uma fieira e emerge como finos jatos líquidos que são endurecidos para formar fios filamentosos. A viscose de rayon foi a primeira fibra artificial produzida a partir de uma pasta de celulose (polpa de madeira, sobras de algodão, etc.), extrudada em fieira e regenerada para formar a fibra (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

⁷ De acordo com Green (1990), as fibras artificiais foram desenvolvidas no final do século XIX, mas a produção industrial iniciou-se somente no início do século XX.

Posteriormente, variações na técnica produtiva permitiram obter também o rayon cuprammônio e acetato de celulose saponificado. E embora contenham moléculas semelhantes às das fibras naturais, as fibras artificiais possuem propriedades que se diferem das propriedades das fibras naturais devido ao “grau de orientação” (relação cristalina/amorfa) das cadeias poliméricas: Na fabricação de fibras semissintéticas e sintéticas, o alinhamento das cadeias poliméricas na fibra extrudada pode ser controlado e ajustado por alongamento – o que confere maior resistência em relação à sua área de seção transversal às fibras artificiais e sintéticas (NEEDLE, 1986).

3.2.1.5 Fibras sintéticas

As fibras sintéticas⁸ corresponderam ao segundo grupo de fibras manufaturadas, fabricadas pelo homem. Essas fibras foram produzidas em laboratório a partir da polimerização, policondensação e/ou poli adição de monômeros extraídos do petróleo ou do carvão. Os polímeros sintéticos no estado sólido ganham forma fibrosa ao serem derretidos e depois extrudados em uma fieira. O estiramento das fibras é feito a frio até ficarem várias vezes seu comprimento original (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

Os filamentos de náilon, por exemplo, se estendem até atingir um ponto no qual há resistência à extensão adicional, e permanecem em seu novo comprimento. Isto se deve a uma reorganização das regiões cristalinas em um alinhamento no qual elas são orientadas paralelamente ao eixo do filamento. Ao mesmo tempo, o estiramento provoca um maior alinhamento das moléculas nas regiões amorfas dos filamentos. Como resultado, tem-se uma fibra altamente cristalina (com 65-85% das regiões cristalinas da fibra) (TÍMÁR-BALAZSY; EASTOP, 2011).

3.2.2 Propriedade das fibras e filamentos

Para que um material seja considerado como fibra têxtil, ele deve possuir uma série de propriedades que o tornem adequado para fabricação de fios e tecidos (DOMINGUÉZ, 2015). A radiação eletromagnética, o calor, os ácidos, os álcalis, os agentes oxidantes e os redutores, bem como por agentes biológicos e outros agentes especiais podem alterar tais propriedades causando a deterioração das fibras e, conseqüentemente, a perda de resistência à tração e ao

⁸ De acordo com Green (1990), a produção de fibras sintéticas forma desenvolvidas no final da década de 1930, mas sua comercialização ganhou força somente após a Segunda Guerra Mundial.

rasgo (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011). Esses processos e seus resultados serão discutidos a seguir.

3.2.2.1 Propriedades biológicas

De acordo com a Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEEC, 2012), as propriedades biológicas das fibras se resumem a:

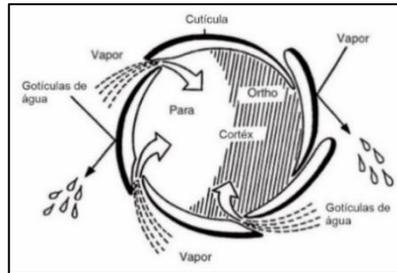
- Resistência contra insetos – Ocorre quando a fibra apresenta propriedades físicas e/ou químicas que previnem ou reduzem os danos causados por insetos. As fibras de celulose, as fibras de origem vegetal quimicamente modificadas (artificiais) e proteicas, por exemplo, possuem em sua composição substâncias que servem como nutrientes para diversas espécies de insetos (cupins, traças, etc.). Já nos tecidos sintéticos isso não ocorre devido a eles não serem biodegradáveis;
- Resistência contra microrganismos – evita a colonização e proliferação de fungos e bactérias que fazem uso dos componentes das fibras como alimentação.

3.2.2.2 Propriedades de absorção e adsorção

A maioria das fibras tende a absorver ou doar umidade quando em contato com a atmosfera. O vapor d'água se difunde do ar para o tecido em ocasiões em que o ambiente apresenta índices de umidade maiores do que os das fibras e realiza o trajeto contrário quando os índices de umidade são maiores nas fibras do que no ambiente. Esta mudança no teor de umidade ocorre na superfície e nas regiões amorfas da fibra, de modo que as quantidades relativas de material amorfo e cristalino determinarão o seu percentual de umidade (LANDI, 1992).

O movimento do vapor d'água dependerá das propriedades porosas do material têxtil (fig. 14) e dos vazios estruturais dentro do tecido, pois a porosidade e os vazios estão interligados em canais que podem transmitir o vapor d'água e permitir que ele escape da superfície do tecido. Já a quantidade de água absorvida estará sujeita às particularidades físico-químicas da fibra, à temperatura e à umidade do ambiente. (TESTEX INSTRUMENT, 2021a).

Figura 14 – Esquema do movimento do vapor na fibra de lã.



Fonte: Houck (2009).

As fibras, no entanto, variam muito em sua recuperação. As fibras hidrofóbicas (repelentes à água) por exemplo, têm *regain* (índice de recuperação) próximo de zero enquanto que as fibras hidrofílicas (que procuram água), como algodão, rayon e lã, possuem taxa de recuperação muito altas (chegam a 15% a 21°C e 65% de umidade relativa) (TESTEX INSTRUMENT LTD, *on line*, 2021a).

Conseqüentemente, as fibras com boa recuperação de umidade e teor de umidade aceitarão corantes e produtos químicos mais facilmente do que fibras com baixa recuperação. Do mesmo modo, fibras com recuperação muito baixa causarão problemas de eletricidade estática durante o processamento têxtil (TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

3.2.2.3 Propriedades dimensionais

As propriedades dimensionais das fibras resumem-se ao comprimento, à finura, à densidade e ao formato superficial e transversal (TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

O comprimento é o que define se a fibra deve ser desprezada⁹ ou convertida em fio por meio de processo único ou através de diversos processos combinados (entrelaçamento, fiação, tecelagem, tricô, trança, feltragem, perfuração de agulhas, etc.). As fibras de comprimento curto possuem comprimento variado (entre 1 cm e muitos centímetros de comprimento), por exemplo, são torcidas juntas para serem convertidas em fio durante o processo de fiação. As fibras mais longas, por outro lado, facilitam o processamento do fio. Elas geralmente são primeiro combinadas e depois torcidas para fazer fios mais finos e fortes. A disparidade de comprimento, no entanto, pode reduzir significativamente o rendimento da fiação, uma vez que as fibras são perdidas durante a fiação. As fibras contínuas, por outro lado, podem ser transformadas em fios com pouca ou nenhuma torção, facilitando o processamento do fio (TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

⁹ O comprimento mínimo não deve ser inferior a 5 mm (TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

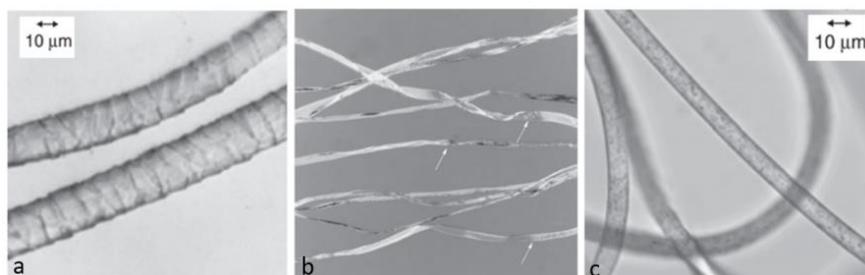
Quando um fio contínuo é produzido a partir de fibras individuais, ele deve estabelecer uma razão comprimento/diâmetro elevada. Por esse motivo, as fibras têxteis mais úteis possuem em geral relações comprimento/largura superiores a 100:1. Quase todas as fibras têxteis populares, no entanto, têm uma relação comprimento/largura superior a 1000:1 (TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

A densidade da fibra é outro fator que caracteriza as propriedades dimensionais das fibras. Ela confere gravidade específica ao tecido, afetando no modo como o tecido será drapeado. A densidade é medida através da razão entre massa e comprimento da fibra e expressa em *denier*¹⁰ considerado em peso igual a 1/24 onça (COOK, 2006).

A forma da seção transversal de uma fibra exerce influência no comportamento do tecido. Fibras de seção transversal circular ou quase circular - como a lã, por exemplo - geralmente produzem uma sensação de conforto muito maior do que fibras que possuem uma seção transversal semelhante a uma fita, como no caso do algodão. Por outro lado, as fibras circulares geralmente apresentam um poder de cobertura muito menor do que as fibras planas (TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS, 2019).

Já a estrutura da superfície é o que controla o comportamento da fibra no fio. No caso da lã é a superfície áspera e escamosa da lã (fig. 15a) que dá aderência as fibras individuais, permitindo que elas se agarrem umas às outras quando torcidas juntas para formar o fio. Do mesmo modo, as circunvoluções presentes nas fibras de algodão (fig. 15b) permitem que as fibras se agarrem umas às outras quando fiadas (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011). Já a superfície lisa e vítrea de uma fibra como o nylon (fig. 15c), por outro lado, afeta a aparência lustrosa do tecido. Superfícies lisas, no entanto, tem como vantagem o fato de não aderir à poeira e sujeira tão facilmente quanto as superfícies ásperas (COOK, 2006).

Figura 15 - Da esquerda para direita: a) Fibras de lã sob microscopia de luz transmitida; b) Fibras de algodão sob microscopia de luz polarizada mostrando inversões marcadas com setas; c) Fibras sintéticas sob microscopia de luz transmitida com ampliação.



Fonte: Adaptado de Houck (2009).

¹⁰ O termo denier vem de uma moeda francesa de pequeno valor.

A composição e o tipo de superfície também influenciam no estado de conservação das fibras. As escamas que constituem a camada superficial da lã, por exemplo, interferem nas propriedades de feltragem, no encolhimento dos tecidos e confere à lã seu toque característico. Já as ceras e matérias graxas presentes na camada externa (cutícula) das fibras proteicas e celulósicas repelem a água ao mesmo tempo que auxiliam na manutenção da umidade em seu interior (BACHELIER; GOURLOT, *on line*, sd.). A existência de ligações cruzadas altamente resistentes de dissulfeto na região da cutícula também permite que a fibra se mantenha protegida contra danos superficiais (escavação, descamação, etc.), estruturais graves (partes destacadas, fraturas ou quebras, estruturais menores - pequenos rasgos, buracos, vincos, dobras, peças soltas, etc.) e mecânicos (manuseio incorreto, suporte de armazenamento inadequado) (TÍMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

3.2.2.4 Propriedades elétricas

A rigidez dielétrica de um tecido influencia o grau em que a eletricidade estática se acumulará num fio ou tecido durante o processamento ou desgaste e é importante se o material for utilizado para fins de isolamento na indústria elétrica (COOK, 2006).

A eletricidade estática pode ser produzida pela fricção entre os fios ou tecidos e as superfícies que eles encontram nas máquinas de processamento e causa sérias dificuldades ao emaranhar ou desalinhar os fios nas máquinas, além de atrair poeira e penugem para os tecidos. Já a resistência elétrica de uma fibra - descrita em termos da resistência específica de massa, ou seja, a resistência de uma amostra de 1 grama de 1 cm – afeta as características de absorção de umidade da fibra: Uma fibra úmida conduzirá a eletricidade à medida que for formada, de modo que poças de estática não se acumulem na fibra (COOK, 2006).

3.2.2.5 Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas das fibras, segundo a *Texcoms Textile Solutions* (2019), resumem-se em elasticidade, flexibilidade, força e resistência.

O alongamento corresponde a extensão alcançada pela fibra quando ela é submetida a uma força. Pode ser medida como um alongamento sob uma determinada carga ou como o alongamento alcançado quando a fibra se rompe. Já a propriedade elástica é a capacidade da fibra de retornar ao seu comprimento original após o estiramento. Sua recuperação elástica será de 100% quando ela retornar ao seu comprimento original após o estiramento, mas caso ela seja

submetida a um alto grau de estiramento ela pode não irá retomar o seu tamanho normal e apresentará uma deformação permanente (COOK, 2006).

No caso de uma fibra que retorna completamente ao seu comprimento original após um alongamento de 2%, por exemplo, podemos dizer que a recuperação elástica é de 100% com um alongamento de 2%. No caso de uma fibra que retém metade do seu comprimento extra após ser libertada de um alongamento de 8%, dizemos que ela tem uma recuperação elástica de 50% a um alongamento de 8%. A capacidade de recuperação, no entanto, depende do tempo que ela é mantida na posição esticada e do tempo entre a liberação da tensão e a realização da medição. Se, entretanto, a fibra for submetida a um maior grau de estiramento, poderá reagir de uma forma muito mais complexa. Pode ocorrer alguma deformação permanente, de modo que, quando for liberada, a fibra retornará à forma alongada. Ela se recupera de parte do seu alongamento, mas não de todo (COOK, 2006).

A tenacidade corresponde a condição da fibra de resistir para não ser partida: A reação geral de uma fibra às tensões longitudinais e à flexão para frente e para trás tem uma influência imensa nas propriedades do tecido feito a partir dela. Tal capacidade é expressa em termos de gramas por decitex ou centinewtons pertex (cN/tex). A resistência ao vinco de um tecido, por exemplo, é consequência da tenacidade das fibras com as quais o tecido foi construído (COOK, 2006).

3.2.2.6 Propriedades químicas

As propriedades químicas das fibras referem-se ao comportamento das mesmas quando são submetidas aos efeitos de ácidos, álcalis, oxidantes, redutores solventes orgânicos e demais produtos químicos (SEEC, *on line*, s.d.). Elas podem sofrer alterações na estrutura, no volume e na forma; tornarem-se mecanicamente mais fracas devido à diminuição do grau de polimerização - resultando na perda de resistência à tração e ao rasgo; ou, ainda, sofrerem alterações nas propriedades ópticas (como brilho e cor), de alongamento, de elasticidade, de maciez e higroscopicidade (TIMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

As fibras de celulose, por exemplo, são resistentes aos álcalis utilizados na lavagem e branqueamento de produtos têxteis, mas geralmente deterioram-se quando entram em contato com ácidos de origem mineral (como o ácido sulfúrico) (SEEC, *on line*, s.d.). Sua deterioração química é uma reação altamente complexa que envolve celulose, hemiceluloses e lignina (caso esteja presente) e resulta na diminuição da resistência mecânica, rigidez, friabilidade e mudança de cor. As reações aos produtos celulósicos, podem ocorrer nas margens das regiões cristalinas,

nas regiões amorfas das agregações do polímero de celulose entre as micelas, entre as agregações do polímero de celulose nas microfibrilas e entre as fibrilas dentro da parede celular (TIMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

A proporção de regiões amorfas/cristalinas também é um fator determinante na acessibilidade das cadeias de celulose. As regiões cristalinas de uma fibra de algodão são menos numerosas que as de uma fibra de linho; portanto, fragmentos de tecido de linho podem sobreviver em um contexto arqueológico onde os algodões se deterioram completamente. A deterioração química de uma fibra celulósica é um processo complexo (envolvendo celulose, hemiceluloses e lignina, se presente) resultando na diminuição da resistência mecânica, rigidez, friabilidade e mudança de cor. E embora as fibras vegetais nativas possam resistir a ácidos frios e diluídos e possam apresentar alta resistência a álcalis, as fibras degradadas podem ser muito sensíveis até mesmo aos tratamentos ácidos ou alcalinos mais suaves, especialmente quando já sofreram deterioração fotoquímica (TIMÁR-BALÁZSY; EASTOP, 2011).

3.2.2.7 Propriedades térmicas

Todas as fibras são afetadas de uma forma ou de outra à medida que são aquecidas. Algumas, como a lã, começarão a se decompor sem derreter; outras, como o polietileno ou o acetato, amolecerão e derreterão antes do início da decomposição. O comportamento das fibras no aquecimento é de real importância, particularmente dentro da faixa de temperaturas que são atingidas no uso prático (COOK, 2006).

3.2.3 Fios

O estudo de características de um fio - tais como titulação, peso e torção - permite ao conservador conhecer o comportamento do tecido a ser preservado. O conhecimento sobre tais características também possibilita ao profissional selecionar adequadamente o tipo de suporte a ser usado na conservação curativa ou restauro de um bem (DOMINGUÉZ, 2015).

Os fios podem ser definidos como o arranjo linear de fibras ou filamentos produzidos durante o processo de fiação por meio da torção em alta velocidade de um feixe contínuo de fibras ou pela combinação e, posterior, torção de fibras contínuas. As fibras contínuas, por sua vez, podem ser apenas combinadas ou combinadas e torcidas para dar origem aos seguintes tipos de fios filamentos: Filamento simples, constituído por um único filamento; multifilamento, originado a partir da combinação de vários filamentos simples; multifilamento composto por torção e originado a partir da combinação e torção de vários multifilamentos

(FANNIN, 1979). Já as fibras curtas - que medem entre $\frac{1}{2}$ a 24 polegadas - precisam ser torcidas juntas para serem convertidas em fio (CODY, 2012) e dar origem aos seguintes tipos de fios: Fio simples (produzido a partir da torção direta das fibras); fio dobrado (confeccionado através da combinação e torção de dois ou mais fios simples); fio dobrado torcido (originado a partir da combinação e torção de dois ou mais fios torcidos (TESTEX INSTRUMENT, 2021b).

O tipo de torção por sua vez será caracterizado pela intensidade e direção: Uma torção inclinada para cima e para a esquerda caracteriza um fio como rotação em “S” enquanto que se o ângulo for para cima e para a direita, a rotação será em “Z” (FANNIN, 1979), assim como os níveis de torção caracterizam o tipo de aplicação do fio: Baixa torção (menos de 300 rpm) é indicada para lã, tecidos de malha, etc.; média torção entre (300 e 1000 rpm) é indicada para tecidos mais macios; forte torção (entre 1000 e 3000 rpm) indicado para tecidos mais lisos e tecidos dupla face; *super twist yarn* (acima de 3000 rpm) tecidos dupla face (TESTEX INSTRUMENT, *on line*, 2021b).

A titulação e o peso de um fio são igualmente importantes para determinar a aplicação: O fio grosso de algodão, produzido com titulação de 32 tex (ou mais), é utilizado para tecer tecidos muito espessos ou tecidos de algodão felpudo como flanela, tweed forte, etc. Já o fio de algodão médio (com titulação entre 33 a 22 tex) é indicado para o tecimento de tecidos de espessura mediana como sarja e cetim enquanto que o fio de algodão fino (com titulação de 21 tex) é indicado para a produção de tecidos leves como popeline (TESTEX INSTRUMENT, *on line*, 2021b).

O conhecimento acerca da titulação¹¹, do peso e torção é o que permitirá conhecer o nível de resistência, elasticidade e finura que um fio possui. Tais qualidades serão agregadas à estrutura têxtil após a combinação de vários fios (DOMINGUÉZ, 2015).

3.2.4 Estrutura têxtil

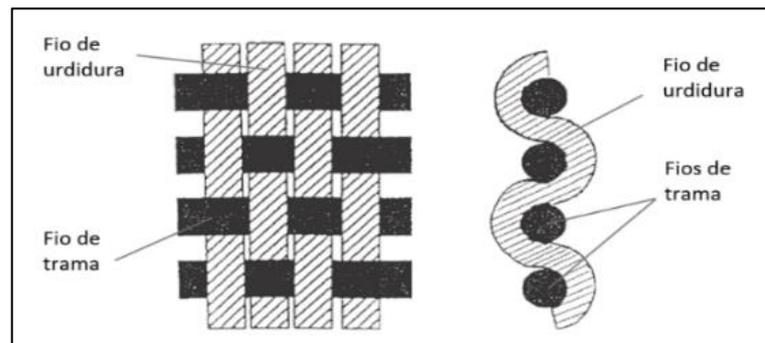
Denomina-se, genericamente, de “tecido” os processos de entrelaçamento de fios têxteis, assim como as superfícies resultantes desse processo (CODY, 2012) e embora existam diversas formas de construção, os principais métodos de construção são a tecelagem e malharia (SOUZA, 1997).

¹¹ Massa linear média específica que é representada o peso 10.000 metros de fio em gramas e é expressa em dtex (KUASNE, 2008).

3.2.4.1 Tecelagem

A tecelagem corresponde ao principal método de produção de tecidos utilizados pela Indústria Têxtil. Por meio dela fios são entrecruzados com o auxílio de um dispositivo (tear) que mantém um conjunto de fios do sentido vertical (urdidura) no lugar enquanto um conjunto de fios de sentido horizontal (trama) é passado através dele (fig. 16) (AMADEN-CRAWFORD, 2007).

Figura 16 – Vista plana e seção transversal de tecido produzido por tecelagem.



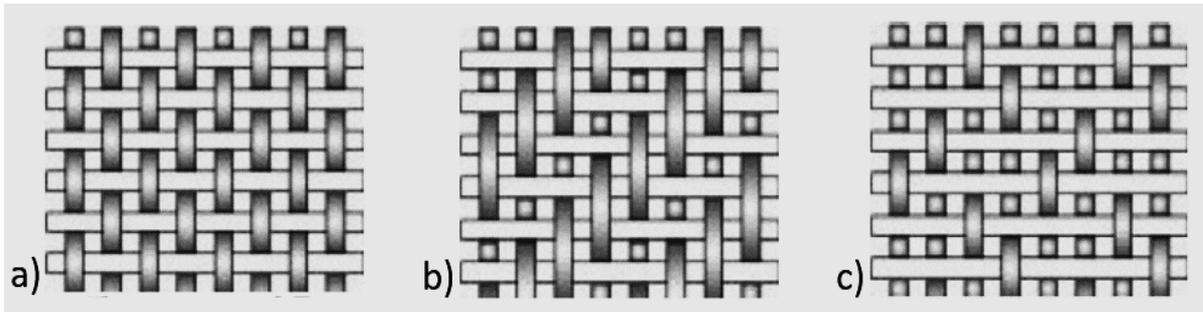
Fonte: Adaptado de Horrocks e Anand (2000, p. 63).

O comprimento dos fios de urdidura determina o comprimento de um tecido enquanto que os fios de trama definem a largura. O modo entrecruzamento, no entanto, pode ser alterado para conferir maior resistência, maleabilidade e brilho as superfícies têxteis (AMADEN-CRAWFORD, 2007).

Os tecidos produzidos em teares planos através do cruzamento de fios no sentido transversal e horizontal são classificados como tecido plano e subclassificados segundo o tipo de estrutura de ligamento estabelecida entre os fios: A estrutura em tela ou tafetá (fig. 17a) é originada através da passagem dos fios de trama por cima e depois por baixo dos fios da urdidura e corresponde a estrutura mais comum entre os artigos produzidos por meio de tecelagem. Esse tipo de entrecruzamento mantém os fios apertados e por esse motivo formam-se tecidos mais resistentes. Já a estrutura em sarja (fig. 17b) é constituída pela passagem do fio da trama por cima e por baixo de dois, três ou quatro fios de urdume. Nesse tipo de estrutura formam-se linhas diagonais devido ao avanço dos fios de trama sobre o urdume e a cada nova passagem do fio a trama avança para a esquerda, ou direita uma unidade. A estrutura em cetim (fig. 17c), por sua vez, é formada por “saltos mais longos”, ou seja, um fio da trama passa por cima de um determinado número de fios do urdume e depois por baixo de um único fio de urdume, aumentando assim os espaçamentos entre os fios e diminuindo a resistência do tecido.

O reflexo de luz que incide sobre os fios flutuantes que aparecem na direção dos fios de maior cobertura confere aspecto brilhante ao tecido (SOUZA, 1997).

Figura 17 – Da esquerda para a direita: a) Estrutura de ligamento em tafetá; b) Estrutura de ligamento em sarja; c) Estrutura de ligamento em cetim.



Fonte: Adaptado de Pereira (s.d., p. 36).

Cambráia, crepe, flanelas, musselinas (de algodão e de seda), morim, popelines, organdi, *shantung*, tafetá e *voile* são exemplos de tecidos planos confeccionados a partir dessas estruturas. No entanto, dentre os três tipos de ligamento, a armação em cetim é a que oferece melhor caimento, menor resistência, maior brilho e menos tendência a sujar (SOUZA, 1997).

3.2.4.2 Malharia

Malharia é o nome que se dá à produção de tecidos constituídos por carreiras sucessivas que formam alças que penetram umas sob as outras. Comparada a estrutura dos tecidos planos, as laçadas verticais das malhas formam colunas semelhantes à urdidura dos tecidos planos, enquanto que as laçadas que se formam no sentido horizontal (chamadas de fileiras) se assemelham à trama. Tal estrutura é o que confere flexibilidade e elasticidade às malhas (SOUZA, 1997).

Em relação à estrutura, as malhas podem ser classificadas como abertas e tubulares, segundo o tipo de máquina com que são construídas e formato que lhe é dado: As malhas abertas são fabricadas em máquinas retilíneas, que definem sua largura (em geral, entre 1,40m e 1,60m) e formato retangular. Já as malhas tubulares são produzidas em máquinas circulares que lhes confere formato cilíndrico (SOUZA, 1997).

3.2.5 Tingimento, corantes e pigmentos têxteis

O conhecimento acerca dos corantes e pigmentos utilizados, bem como das reações que ocorrem durante o processo de tingimento e/ou estamparia do tecido é o que permitirá ao

conservador especificar o estado de conservação das fibras têxteis, determinar as causas da alteração da cor do suporte têxtil e estabelecer condições mais adequadas durante a exposição e armazenamento (DOMINGUÉZ, 2015).

Desde os primórdios da civilização, processos e substâncias têm sido utilizadas na coloração de fibras têxteis:

Os registros históricos mencionam, por exemplo, o uso do índigo, obtido de uma planta nativa da Ásia (*Indigofera tinctoria*), a extração da alizarina a partir do extrato das raízes da garança, uma trepadeira da família das rubiáceas oriunda da África, e ainda do corante indigoide púrpura real, ou púrpura de Tiro, descoberto pelos fenícios a partir da secreção de uma glândula de um molusco de água salgada, o múrice ou murex, e cuja tonalidade era obtida após exposição à luz e ao ar (ZOLLINGER, 1991 *apud* ZANONI; YAMANAKA, 2016, p. 13).

À medida que a Indústria Têxtil se desenvolveu, novas técnicas e substâncias foram também desenvolvidas para que o processo de tingimento ganhasse maior eficiência, qualidade e velocidade. Hoje, corantes e pigmentos são as principais substâncias químicas na coloração de fibras e tecidos (LANDI, 1992). Ambos, no entanto, diferem quanto à natureza (orgânica ou inorgânica), a origem (natural ou sintética) e o modo de aplicação - a adequada fixação de um corante está relacionada com a intensidade de cor que produz, a reatividade e solubilidade que possui além da capacidade de ser absorvido fisicamente pelas fibras e de resistir aos tratamentos que a fibra sofre na fabricação e exposição à luz (LANDI, 1992) enquanto que o pigmento necessita de composto adicional para serem incorporados ao substrato (ZANONI; YAMANAKA, 2016).

3.2.6 Fatores de deterioração têxtil

A estagnação e/ou controle dos processos de deterioração dependerá de uma série de medidas capazes de minimizar a predisposição intrínseca de degradação da matéria e eliminar – ou estagnar – os fatores que levam a deterioração: Uma radiação em 475 nm ou comprimento de onda menor por mais de 12 h sobre a lã, por exemplo, é capaz de provocar mudanças de cor e diminuição de até 20% da resistência da fibra, principalmente na presença de umidade (TREIGIENÉ; MUSNICKAS, 2003); já o acúmulo de poeira nas fibras leva a perda de resistência e flexibilidade, além de favorecer o crescimento de insetos (ROJA; MORENO; GONZÁLEZ, 2017); enquanto que a umidade em presença de calor, falta de ventilação e o contato com material em decomposição oferece as condições ideais para a colonização e proliferação de microrganismo sobre as fibras têxteis (TIANO, 2016).

Do mesmo modo, os efeitos da ação humana não podem ser descartados: Tapetes de cobertura de piso foram muitos expostos a sujeira proveniente dos pés das pessoas, de mobiliário e do ambiente, e apresentam grande fragilidade antes mesmo de se tornarem peças museológicas (BALL; MANITTA, 2005); acabamentos aplicados aos tecidos – como tinturas, goma e soluções branqueadoras - podem provocar a migração de cor, descoloração ou oxidação das superfícies têxteis (FRENCH; HEIBERGER; BALL, 2005).

Esses fatores podem ser agrupados segundo a natureza e a origem da degradação conforme descrito no quadro (fig. 18) a seguir:

Figura 18 – Quadro de classificação dos fatores de degradação de uma obra têxtil.

Classificação	Tipologia	Fatores de degradação
Segundo a natureza e origem da degradação	Intrínseco	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais constituintes, procedimentos técnicos, confecção do conjunto e composição química.
	Extrínseco	<ul style="list-style-type: none"> • Fatores ambientais (umidade relativa, temperaturas incorretas, luz e contaminantes) • Fatores humanos (intervenções anteriores, robô, vandalismo, manipulação, armazenamento e exibição inadequada. • Desastres naturais (fogo, inundações, terremotos, etc.). • Agentes biológicos.

Fonte: Viciosa (2018, p. 78).

Analisaremos alguns dos efeitos mais relevantes desses fatores na conservação dos artefatos têxteis.

3.2.6.1 Fatores intrínsecos

Atribui-se aos fatores intrínsecos a degradação natural da fibra, causada pela sua constituição físico-química, pelo beneficiamento têxtil a que foi submetida (preparação, fabrico e acabamento) ou pela adição de materiais inadequados ou incompatíveis (VICIOSA, 2018).

O excesso de costura, a união ou sobreposição de tecidos (forros e entretelas), o uso de rendas, enfeites ou bordados, por exemplo, podem causar quebras e rasgos de magnitude variável devido à tensão exercida; os corantes usados nos procedimentos de tingimento podem apresentar grande instabilidade na presença de umidade e causar sangramento de cor e manchas em áreas adjacentes; a utilização de sais metálicos no processo de ataque químico pode levar a uma degradação química significativa nas fibras; a fixação ou sobreposição de bordados, rendas e enfeites sobre os tecidos geralmente levar a tensões, rugas, deformações e rupturas mecânicas de graus variados em áreas perimetrais; a presença de fios metálicos pode suscitar na degradação química em graus variados dependendo do metal ou ligas utilizados, na ruptura da

trama ou empenamento dos fios, ocasionando na resistência e estabilidade do tecido; a presença de elementos decorativos de natureza diversa (vidro, plástico, cerâmica, madeira, metal, etc.) ou motivos pintados pode produzir diferentes reações, devido à própria degradação ou a sua interação com as fibras têxteis; a utilização de determinados produtos químicos para melhorar a aparência visual e estética dos tecidos, ou as qualidades mecânicas, também pode levar à degradação irreversível (VICIOSA, 2018). As consequências, em muitos casos, são irreversíveis, pois provocam a ruptura das cadeias moleculares das fibras e, conseqüentemente, afetam a resistência dos tecidos (REY, 2013).

As sedas carregadas, que utilizavam alguns sais metálicos (como o tetracloreto de estanho) para aumentar o peso, o brilho e a textura do tecido, por exemplo, são muito instáveis e geralmente muito vulneráveis à deterioração. Tratamentos assim fazem com que a seda se auto destrua em presença de luz e apresente rupturas lineares e muito nítidas no sentido da urdidura, fragmentando completamente o tecido (fig. 19) (MONTERO, 2011 *apud* VICIOSA, 2018).

Figura 19 – Degradação de tecido de seda carregada de sais metálicos.



Fonte: Viciosa (2018, p. 93).

Esses tecidos foram muito utilizados no forro dos vestidos confeccionados entre 1890 e 1915 e os conservadores nada podem fazer além de tentar retardar o processo reduzindo ao mínimo possível o manuseio e a exposição do artefato (FRENCH, HEIBERGER; BALL; 2005).

3.2.6.2 Fatores extrínsecos

Além dos fatores intrínsecos, os artefatos têxteis também estão sujeitos a degradação causada por fatores extrínsecos.

A umidade relativa¹² (UR), temperaturas incorretas, luz e contaminantes são fatores ambientais que interferem no comportamento físico, químico e biológico dos tecidos. O descontrole da umidade acelera o processo de acidificação e alcalinidade dos materiais têxteis levando a destruição das fibras de origem celulósica e proteica graças a natureza orgânica e ao carácter higroscópico¹³ das fibras (GOMES, 2010). A presença ou ausência excessiva de umidade também interfere no teor de umidade das fibras, necessário para manter a flexibilidade dos tecidos (MORENO; GONZÁLEZ; INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO, 2017). Se a UR alcançar índices elevados, o tecido absorverá a umidade do ambiente e inchará. Caso a UR diminua, as fibras perderão umidade e os tecidos encolherão, mas se as oscilações forem bruscas a capacidade de recuperação da fibra poderá ser perdida, provocando alterações significativas no formato e nas dimensões dos tecidos: deformações permanentes, rupturas ou fragmentações de extensão variável, ressecamento e rigidez (VICIOSA, 2018).

A elevada UR também acelera o processo de deterioração química e biológica dos materiais têxteis e em casos em que ela atinge valores superiores a 70% - principalmente se combinado com altas temperaturas, escuridão e sem renovação de ar – o ambiente torna-se propício para o desenvolvimento de microrganismos (ESPINOZA; GRÜZMACHER, 2002).

Em suma, níveis incorretos de UR favorecem o desenvolvimento de reações químicas, físico-químicas e potencializa os efeitos dos processos de degradação. Para evitar tais efeitos é aconselhável que a conservação dos materiais têxteis seja feita mantendo os índices de UR entre 45% e 65% (VICIOSA, 2018).

A alta temperatura é outro fator extrínseco que, por si só, provoca a quebra das cadeias moleculares dos polímeros constituintes das fibras, causando o ressecamento, quebra e descoloração das mesmas (REY, 2013).

Uma temperatura demasiadamente elevada provoca os seguintes efeitos nocivos nos têxteis: favorece o desenvolvimento de agentes biológicos, condiciona o desenvolvimento de larvas de insetos e favorece a germinação e proliferação de microrganismos; ao mesmo tempo acelera a velocidade das reações químicas; produz alteração de cores e desintegração gradual de materiais orgânicos (ESPINOZA; GRÜZMACHER, 2012, p. 16, tradução nossa).

Oscilações de temperatura, no entanto, têm relação direta com as flutuações na UR: quando a temperatura baixa a umidade relativa aumenta e vice-versa (ESPINOZA;

¹² A umidade relativa (UR) é a umidade do ar e é expressa em porcentagem (%) (REY, 2013).

¹³ A higroscopicidade é o que regulada a capacidade da fibra de absorver ou perder água para se estabilizar com o ambiente em que se encontra (GOMES, 2010).

GRÜZMACHER, 2012). Por esse motivo, é necessário armazenar os artefatos têxteis em condições climáticas estáveis.

Gomes (2010) aconselha que os níveis de temperatura se situem entre 10°C e 20°C e os de UR; entre 40% e os 70%. Já a Espinoza e Grüzmacher (2002) sugerem que os têxteis sejam armazenados em câmaras frigoríficas com temperaturas entre 18°C e 21°C e que o controle de umidade e temperatura sejam realizados regularmente no local de armazenamento - ou de exposição - com o auxílio dos seguintes instrumentos de medição: higrômetro para medir a UR, termômetro para mensurar a temperatura, termo higrômetro para medir a umidade relativa e a temperatura ao mesmo tempo, termo-higrógrafo (que mede temperatura e UR continuamente) e/ou um sistema de medição constante de temperatura e umidade (*data-loggers*) que registra computacionalmente tais medições.

A luz é outro fator ambiental que precisa ser seriamente considerado: a radiação emitida pela luz acelera o processo natural de envelhecimento das fibras, causa danos cumulativos e irreversíveis, além de acelerar os processos de deterioração em presença de altas temperaturas, alta umidade e poluição atmosférica. Para reduzir ao máximo os efeitos da luz sobre as fibras, é necessário utilizar uma intensidade de iluminação que permita ao visitante do museu ver claramente o tecido e ao mesmo tempo respeitar os requisitos necessários à sua conservação: 50 Lux é considerado o valor ideal para a iluminação, tanto à luz do dia como à luz artificial e sem a presença de radiação UV e IF (ESPINOZA; GRÜZMACHER, 2002).

O tempo de exposição sobre os têxteis, no entanto, é tão danoso quanto a sua intensidade. Por isso, o grau de comprometimento é calculado segundo a combinação de dois fatores: Se um artigo têxtil for exposto a 60 lux durante 2 meses, ele sofrerá a mesma deterioração que o mesmo material exposto a 30 lux durante 4 meses. Um sistema de iluminação alternativa promissora é a fibra óptica, pois filtra os UV, não produz calor e é ajustável, mas, em contrapartida, possui um alto custo de instalação (ESPINOZA; GRÜZMACHER, 2002).

As alterações e deteriorações causadas pela intervenção humana consciente ou fortuita são algumas das mais graves e frequentes em se tratando de tecidos históricos. As causas pelas quais elas ocorrem são muito variadas: perda de funcionalidade do tecido, sua reutilização, má conservação, mudanças na moda, uso continuado ou operações específicas de manutenção e cuidados, furtos, vendas ilícitas, recolhidas exacerbadas, fragmentação de tecidos, vandalismo, etc. De todas essas ações, destacam-se o manuseio, armazenamento e exposição inadequados (VICIOSA, 2018).

A manipulação dos tecidos acarreta certas dificuldades, devido à fragilidade dos seus materiais, às dimensões de alguns conjuntos e ao peso das próprias peças, estado de

conservação, presença de elementos decorativos (bordados, lantejoulas, fios metálicos, etc.) ou elementos estruturais de materiais diversos e muitos outros aspectos. Em muitos destes casos, o manuseamento contínuo e descuidado, bem como a reutilização no caso das roupas, tem produzido rasgos de magnitude variável em áreas críticas sujeitas a maior tensão, como costuras ou sistemas de engate e fixação. Muitas destas consequências levaram a reparações – reformas, remendos e recosturas – que alteram a estrutura e a aparência originais dos objetos (VICIOSA, 2018).

Já os poluentes atmosféricos são, sobretudo, aqueles que tem efeitos mais importantes na conservação do patrimônio, seja ele histórico, artístico ou arquitetônico: Esporos, pólenes, silicatos, hidrocarbonetos e seus compostos gasosos são exemplos de partículas atmosféricas que influenciam negativamente as condições de conservação dos objetos, e os danos devido às emissões ligadas às atividades industriais, ao tráfego, às instalações de aquecimento e condicionamento têm sido destacados na literatura (CAVENA; NUGARI; SALVATORI, 1994). No caso dos têxteis o acúmulo de partículas sobre as fibras cria um aspecto cinerício que dificulta a leitura dos artefatos (GOMES, 2010).

A presença de dióxido de enxofre e de ozônio do ar também pode ser nociva: eles reagem com a umidade do ambiente causando reações químicas que levam à perda de resistência e flexibilidade das fibras. Do mesmo modo, o acúmulo da poeira, dos restos de pele, de fragmentos de ossos e de pelo pode favorecer ao ataque de insetos e microrganismos (REY, 2013).

A presença de microrganismos (bactérias e fungos) sobre ou dentro de artefatos de museu não pode ser evitada e para combatê-los com sucesso, é preciso conhecer suas características de vida, as condições ideais para seu desenvolvimento e seus hábitos alimentares (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017). De acordo com Froner e Souza (2008), os agentes biodeteriogênicos inserem-se nas coleções de museus através de rotas de entrada (portas, janelas, etc.) e materiais infectados trazidos de outros edifícios (FRONER; SOUZA, 2008), causando o comprometimento do acervo, que podem ser classificados segundo o percentual de perda ocorrido em decorrência do ataque (fig. 20).

Figura 20 - Quadro de classificação do ataque biológico segundo a presença ou ausência de sinais de infestação.

Classificação	Característica do ataque	Grau de comprometimento
Ataque biológico tópico sem atividade	Ausência de sinais infestação ativa durante o período em que objeto isolado está sob monitoramento.	

Ataque biológico tópico em atividade	Existência de indícios de ataque ativo durante o período em que objeto isolado está sob monitoramento.	Presença de asas, ovos, excrementos, manchas, rupturas, odor, descoloração, etc.
Ataque biológico baixo e sem atividade	Indícios de ataques antigos, com a permanência das deteriorações ocasionadas por essas infestações passadas	Não ultrapassa mais do que 10% do acervo.
Ataque biológico baixo em atividade	Indícios de infestações ativas, com verificação de deteriorações ocasionadas por atividades metabólicas - alimentação e digestão - recentes. Muitas vezes não pode ser observado imediatamente ou externamente, pois, na maioria das vezes, o ataque é mais ativo dentro do que fora.	Não ultrapassa mais do que 10% do acervo.
Ataque biológico médio sem atividade	Indícios de ataques antigos, com a permanência das deteriorações ocasionadas por essas infestações passadas. Geralmente este nível de atividade é aparente, visível no mobiliário, nas embalagens e nas áreas externas do acervo.	Não ultrapassa mais do que 30% do acervo.
Ataque biológico alto em atividade	Indícios de infestações ativas, com verificação de deteriorações ocasionadas por atividades metabólicas - alimentação e digestão – recentes. Este nível de atividade é aparente, visível no mobiliário, nas embalagens e nas áreas externas do acervo. Eventualmente, estende-se às estruturas prediais, como paredes, fiação, piso e forro.	Compromete mais do que 30% do acervo.

Fonte: Texto adaptado de Froner e Souza (2008).

A presença de microrganismos (bactérias e fungos) sobre ou dentro de artefatos de museu não pode ser evitada e para combatê-los com sucesso, é preciso conhecer suas características de vida, as condições ideais para seu desenvolvimento e seus hábitos alimentares (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017).

3.3 A fenomenologia da biodeterioração dos bens culturais

Os bens culturais, assim como qualquer outro material presente na biosfera, estão constantemente expostos à ação de fatores ambientais e ao potencial ataque por diferentes populações biológicas. No caso das obras de arte, é possível verificar a interação entre os organismos de uma mesma população e entre as comunidades biológicas formadas por diferentes espécies e os fatores bióticos (CAVENA; NUGARI; SALVATORI, 1994).

O substrato - no caso, os materiais constituintes da obra de arte e/ou aos materiais posteriormente utilizados nas operações de conservação e restauro - oferece substâncias nutricionais potenciais, ou seja, substâncias que fornecem energia e os elementos necessários

às relações biossintéticas ou catabólicas. Os produtores (algas, bactérias autotróficas, líquenes e plantas) não utilizam diretamente os nutrientes do substrato para as suas atividades metabólicas (com exceção dos sais minerais), mas podem danificar os materiais indiretamente, com efeitos mais ou menos nocivos, através de produtos resultantes do seu metabolismo ou pelo efeito da penetração mecânica. Já os destruidores (muitas bactérias, fungos e insetos) utilizam matéria orgânica para sua nutrição, modificando significativamente a estrutura da obra de arte, principalmente se ele for de natureza orgânica. Os consumidores representam a categoria menos importante neste contexto, pois não alteraram o substrato, mas podem estar presentes e atacar outras comunidades biológicas ali existentes, desempenhando um papel importante no controle do crescimento de outros organismos (por exemplo, caracóis que se alimentam de líquens, ácaros que se alimentam de algas, etc.) (CAVENA; NUGARI; SALVATORI, 1994).

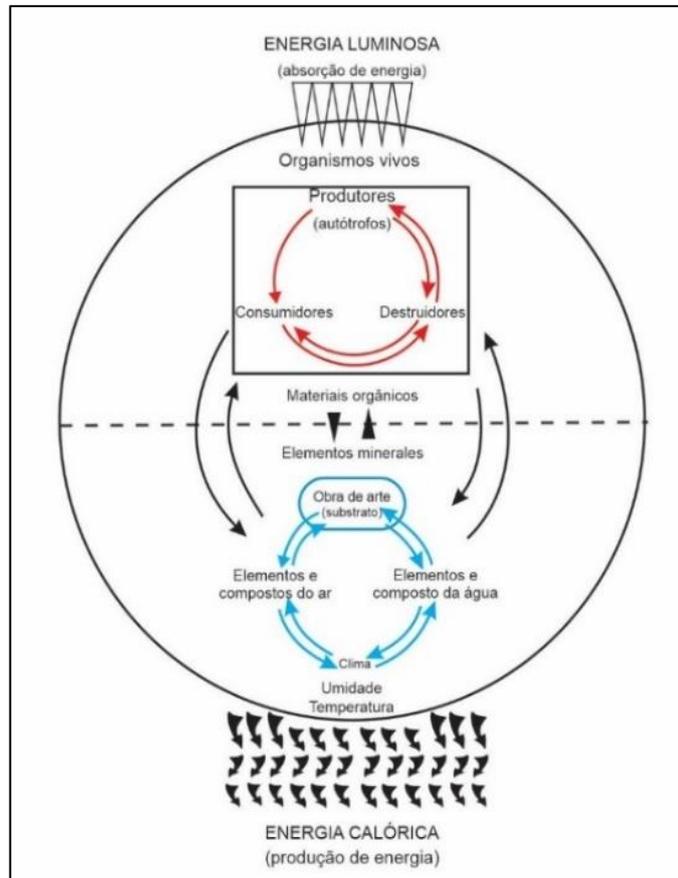
Entre os organismos de uma mesma posição no ecossistema que se constitui entre obra de arte e meio ambiente pode ocorrer interações negativas (como competição, parasitismo, predação e antibiose) que levam as populações a eliminarem-se umas às outras, ou às interações positivas - como comensalismo, cooperação, mutualismo e simbiose – em que os organismos conseguem garantir seu próprio nicho dentro do sistema e beneficiarem-se na forma de interação. Além de uma dinâmica dentro das populações, há também uma dinâmica das comunidades, como resultado das integrações entre elas e com os parâmetros ambientais (CAVENA; NUGARI; SALVATORI, 1994).

Com o tempo, estabelece-se uma sucessão e substituição progressiva de biocenoses, de modo que a cada momento se reafirmam aquelas que estão mais bem adaptadas. Este processo não é infinito, mas sim, num determinado momento, atinge-se um equilíbrio dinâmico, sendo a situação final caracterizada pelas populações que melhor respondem às condições do clima e do substrato (CAVENA; NUGARI; SALVATORI, 1994, p. 21).

Os processos de degradação físicos e químicos aumentam a porosidade dos materiais, facilitando a adição de microrganismos e organismos ao substrato: os organismos procarióticos aderem à superfície com suas bainhas, com substâncias adesivas, geralmente polímeros, com fimbrias ou com cabelos; os fungos fixam-se diretamente nas hifas, e os líquenes, musgos e plantas possuem órgãos de ataque (desde rizinas até raízes verdadeiras) (CAVENA; NUGARI; SALVATORI, 1994).

No entanto, é necessário que ocorra uma relação de bioreceptividade entre o bem material hospedeiro e os organismos que ali se instalam para que um bem possa ser colonizado por um ou vários grupos de organismos vivos. Em suma, é necessário que o material - ou artefato - ofereça condições de abrigo, desenvolvimento e multiplicação favoráveis (fig. 21).

Figura 21 – Esquema das relações ecológicas que se estabelecem em uma obra de arte.



Fonte: Adaptado de Cavena, Nugari e Savatori (1994, p. 14). Ilustração adaptada pela autora.

O termo bioreceptividade também é utilizado para designar a totalidade das propriedades materiais que contribuem para o estabelecimento, ancoragem e desenvolvimento da flora e /ou fauna (GUILLITE, 1995). No caso dos materiais têxteis, a bioreceptividade firmada entre eles e os materiais colonizados terão relação direta com o teor de celulose, lignina e outros constituintes orgânicos presentes na composição das fibras. A existência de componentes não celulósicos - como lignina e ceras - diminui a suscetibilidade dos artefatos aos microrganismos, enquanto que a presença de pentosanas e as pectinas aumentam as chances de colonização dos materiais. Do mesmo modo, as fibras com alto teor de lignina são mais resistentes ao ataque microbiológico do que as purificadas, enquanto que os têxteis que contêm cola (amido e dextrina) são mais suscetíveis (TIANO, 2016).

É o caso das pinturas em tela - geralmente compostas por um tecido de linho fixo a um bastidor de madeira, uma camada preparatória de cal ou gesso com adição de cola animal de origem ou vegetal e uma camada de pigmentos misturados com aglutinantes de óleo ou cinomose (ovo ou cola) - é comum que ocorra à instalação e permanência de uma grande gama de microrganismos devido a presença de muitos elementos orgânicos que lhes servem como

nutrientes. A presença de materiais como caseína e cinomose do ovo, cinomose da emulsão e óleo de linhaça tornam as camadas de tinta mais propensas ao ataque biológico enquanto que a presença de metais pesados nos pigmentos (chumbo, zinco ou cromo) aumentam a resistência da camada pictórica (TIANO, 2016).

[...] o ataque microbiano geralmente começa do lado reverso, pois a colagem da cola aumenta a suscetibilidade natural dos tecidos. Em seguida, os biodeteriogênicos penetram na lona atingindo o verso da camada de tinta, causando rachaduras e desprendimento, enquanto a hidrólise da celulose cria diferenças de aderência entre a camada de tinta e a própria tela (TIANO, 2016, p. 197).

Como resultado, os processos de biodeterioração podem danificar apenas uma parte da pintura ou comprometer todos os seus componentes; ocasionando vestígios de ataques biológicos tanto no verso da obra, quanto no suporte e no lado pintado, mas, em geral, o suporte é a primeira parte a sofrer com a ação microbiana.

O grau de polimerização, o comprimento da cadeia de celulose, a cristalinidade, a orientação das fibras e a degradação mecânica e fotoquímica também contribuirão para a deterioração das fibras durante o período de colonização. Além disso, algumas substâncias aditivas adicionadas aos tecidos durante o processo de beneficiamento, como adesivos, acabamentos e corantes, aceleram ou retardam a biodeterioração. Já as fibras de origem animal - menos propensas ao ataque de fungos do que as fibras celulósicas - podem sofrer a ação de fungos dermatofíticos que se alimentam das impurezas presentes nas fibras proteicas (sericina no caso da seda e cola no caso da lã), liberando enzimas que causam a quebra da queratina presente nas fibras e, conseqüentemente, a perda da resistência à tração dos tecidos (TIANO, 2016).

Organismos vivos capazes de destruir produtos orgânicos importantes para os seres humanos são denominados de pragas. Já aqueles que ameaçam a conservação de artefatos culturais recebem o nome de biodeteriôgenos (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017).

Em ambientes confinados como museus, os principais biodeteriôgenos envolvidos na deterioração dos artefatos têxtil são, em geral, fungos de espécies não-celulolíticas e celulóticas pertencentes aos gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Memnoniella*, *Myrothecium*, *Mucor*, *Neurospora*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys* e *Stemphylium* (TIANO, 2016).

A presença de microrganismos sobre ou dentro de artefatos de museu não pode ser evitada e para combatê-los com sucesso, é preciso conhecer suas características de vida, as condições ideais para seu desenvolvimento e seus hábitos alimentares (INTERNATIONAL

ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017). Por esse motivo, abordaremos a seguir as propriedades dos fungos filamentosos – alvo de interesse deste estudo.

3.3.1 Fungos filamentosos

Os fungos filamentosos são organismos cosmopolitas, eucariontes, heterotróficos, multinucleados e aclorofilados¹⁴, cuja as principais funções ecológicas são a decomposição de compostos químicos orgânicos e a reciclagem de nutrientes necessários a manutenção da vida na Terra (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

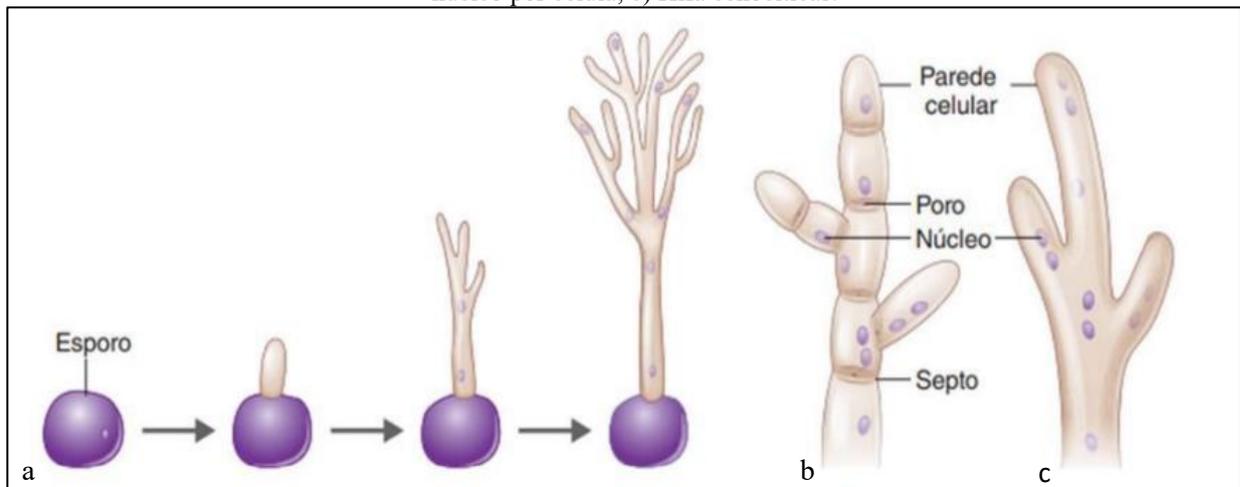
A decomposição libera dióxido de carbono para a atmosfera e devolve para o solo os compostos nitrogenados e outras substâncias. Desta maneira estes compostos podem ser reutilizados pelas plantas e eventualmente por animais, representando o papel dos fungos para a reciclagem destas substâncias (SANTOS, 2015, p. 04).

No entanto, como decompositores, os fungos podem se tornar em séria ameaça à preservação de bens de importância histórica e cultural e a saúde dos profissionais que atuam em museus, casas históricas, arquivos e bibliotecas. Para combatê-los com sucesso, no entanto, é preciso conhecer suas características de vida, as condições ideais para seu desenvolvimento e para conseguir os nutrientes necessários para o seu crescimento (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017).

Os fungos filamentosos resultam da dispersão e germinação de suas estruturas reprodutivas. Tantos os esporos (estruturas reprodutivas utilizadas durante a fase sexuada) (fig. 22a) quanto os conídios (estruturas reprodutivas utilizadas durante a fase assexuada) (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009) e adquirem forma cilíndrica homologa a de fios com 2 a 10 μm de diâmetro e até vários centímetros de comprimento durante a germinação, passando a ser denominados de hifas (ALSOHAILI; BANI-HASAN, 2018). As hifas, por sua vez, podem ser classificadas, conforme o grau de transparência da parede fúngica, em hifas hialinas (translúcidas) ou demáceas (escuras) (ANDRÉS, 2015). Elas também podem ser caracterizadas pela presença – ou não – de septos, que nada mais são do que paredes transversais projetadas a partir das do tubo que não se encontram no centro, formando poros internos ao mesmo tempo que conferem aspecto de compartimento às hifas (fig. 22b). As hifas que não possuem septos compartilham de mesmo citoplasma e são, por isso, denominadas de cenocíticas (ou asseptadas) (fig. 22c) (SANTOS, 2015).

¹⁴ Não apresentam plasto ou pigmentos fotossintetizantes (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

Figura 22 – Da direita para a esquerda: a) Desenvolvimento da hifa a partir do esporo; b) Hifa septada com um núcleo por célula; c) Hifa cenocíticas.



Fonte: Adaptado de Tortora, Funke e Case (2017, p. 322).

A observação das estruturas microscópicas - forma, disposição e formação dos esporos, forma e cor da hifa – associada às características morfológicas macroscópicas das colônias - cor, aspecto, textura e produção de pigmento da colônia - e a velocidade de crescimento - lenta, moderada ou rápida - representam a base para a identificação dos fungos filamentosos (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

O ciclo de vida dos fungos filamentosos é composto pela fase somática, caracterizada por atividades nutricionais; e a fase reprodutiva, em que os fungos podem se reproduzir apenas de modo assexuado (fase telemórfica), apenas de modo sexuado (fase anamórfica) ou utilizando ambas as formas (fase holomórfica). Essas fases constituem um grande número de estruturas (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

Durante a fase somática os fungos realizam respiração celular ou fermentação para obter energia. A ausência de clorofila nos fungos, assim como grande rigidez da parede celular, obrigam esses microrganismos a viverem em estado de saprofitismo¹⁵, parasitismo¹⁶, simbiose (no caso dos líquens) ou mutualismo para a absorção de nutrientes solúveis simples (boro, carbono, cobre, ferro, fósforo, magnésio, nitrato, oxigênio, potássio, etc.) e indispensáveis à sua alimentação (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

Quando da colonização dos artefatos têxteis, os fungos utilizam os componentes presentes nas fibras (carbono, nitrogênio, enxofre e fósforo) como fonte de nutrientes para o

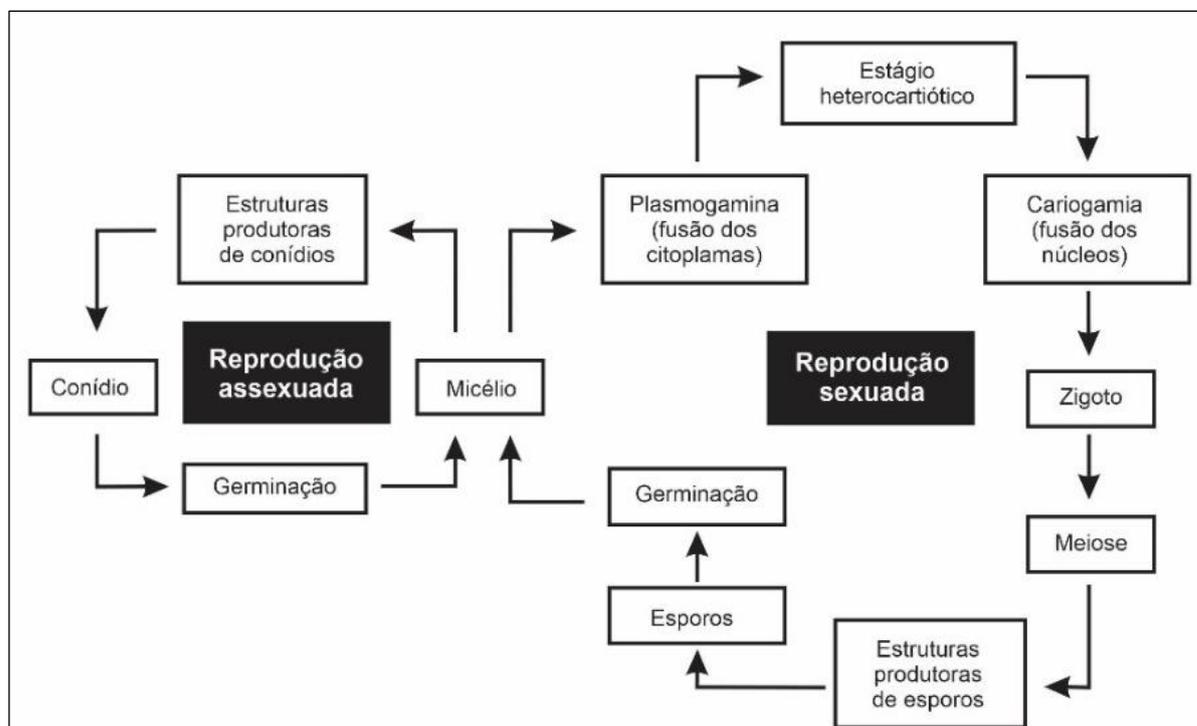
¹⁵ Fungos que sobrevivem apenas em matéria orgânica morta.

¹⁶ Fungos que causam doenças.

seu crescimento, liberando, durante esse processo, catabólicos (surfactantes, solventes, ácidos), enzimas (lipases, glicosidasas e proteases) e metabólitos secundários (pigmentos) que comprometem a integridade física dos têxteis (MAZZOLI; PESSIONE, 2021). Os danos biológicos induzidos pela excreção de metabólitos manifestam-se, em geral, através de mudanças na coloração (ocorrência de manchas nos materiais têxteis ou nos seus revestimentos), rupturas dos ligamentos da ligação de materiais fibrosos, perda de resistência a tração, diminuição de massa e alterações das propriedades químicas (PEKHTASHEVA *et al.*, 2012) por meio da degradação da celulose – no caso dos fungos celulósicos - e das impurezas presentes nas fibras proteicas (sericina da seda e a cola da lã) – no caso dos fungos dermatofíticos (TIANO, 2016).

Durante a fase reprodutiva (fig. 23), os fungos reproduzem-se de modo sexuado e/ou assexuado por meio de estruturas reprodutivas (esporos e conídios) que necessitam de calor e umidade para se transformarem em tubos germinativos ramificados em todas as direções, formando um emaranhado de filamentos mais ou menos finos (hifas) que dará origem ao sistema vegetativo (micélio), responsável pelo desenvolvimento e nutrição do fungo (MORAES; PAZ; HOLANDA, 2009).

Figura 23 – Esquema de ciclo de vida geral dos fungos.



Fonte: Adaptado de Moraes, Paes e Holanda (2009, p. 402).

Para que ocorra a disseminação de esporos e conídios pelo ar, no entanto, é necessário que parte das hifas que compõem o sistema vegetativo seja elevada verticalmente em relação ao plano do micélio e transformadas em hifas especializadas produtoras de esporos (esporóforos) e/ou conídios (conidióforos) (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

3.4 O controle da biodeterioração

As técnicas tradicionais de desinfecção foram emprestadas da medicina e da agricultura - onde grandes quantidades de mercadorias devem ser tratadas para serem descontaminadas de microrganismos (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017). A identificação de agentes efetivamente biodeterogênicos para serem utilizados em estratégias de mitigação que levem em consideração as formas de interação entre as comunidades microbianas e não causem prejuízos aos materiais históricos, ao ambiente e aos operadores é um dos grandes desafios para o controle da biodeterioração de patrimônio cultural (CALDEIRA, 2021).

Como requisitos essenciais, os produtos utilizados na conservação de bens culturais devem apresentar elevada eficácia contra os biodeteriôgenos, ausência de interferências nos materiais constitutivos dos artefatos e baixa toxicidade para a saúde humana; baixo risco de contaminação do meio ambiente. As descrições comerciais dos produtos utilizados, também, devem apresentar informações precisas e completas, pois algumas siglas de biocidas comumente utilizados em restauração como “Dowicida”, “Preventol” ou “Hyamine” evidenciam apenas a empresa que os produzem e não oferecem qualquer informação sobre a natureza química de sua composição. A aplicação de pesticidas, por exemplo, demanda o conhecimento acerca da natureza orgânica ou inorgânica do produto e a distinção das diferentes classes químicas (CAVENA; NUGARI; SALVADORI, 1994).

O conhecimento sobre o organismo alvo (bactérias, fungos, algas, plantas invasoras e insetos), o tipo de formulação utilizado (formulações líquidas, aerossóis, emulsões, detonadores, ou formulações sólidas, pós, grânulos, pellets, microencapsulação, etc.), o modo de ação do produto empregado (como no caso dos herbicidas, que atuam por dispersão foliar ou radicular) e os dos níveis de classificação toxicológica (fig. 24), também são de grande importância (CAVENA; NUGARI; SALVADORI, 1994).

Figura 24 – Quadro de classificação dos pesticidas em relação a toxicidade aguda para o homem e animais domésticos, de acordo com a escala de Hodge e Sterner.

Classe Toxicológica	Indicação de etiquetagem	Símbolo	DL ₅₀ Oral (mg/Kg)	DL ₅₀ Dérmica (mg/Kg)	CL ₅₀ Inalação (µg/l)
I (Muito tóxico)	Veneno.	Caveira com tíbias cruzadas.	0 - 50	0 - 200	0 - 2000
II (Moderadamente tóxico)	Nocivo.	Cruz de Santo André.	50 - 500	200 - 2000	2000 – 20.000
III (Ligeiramente tóxico ou relativamente tóxico)	Atenção: Manipular com prudência.	----	Mais de 500	Mais de 2000	----

Fonte: Caneva, Nugari e Salvadori (1994).

Os métodos tradicionais de controle e erradicação de biodeteriôgenos, graças aos avanços tecnológicos nos mais variados campos do conhecimento, têm sido aprimorados e novos métodos de contenção têm sido desenvolvidos, visando assim proteger os bens patrimoniais de grande importância histórica e cultural.

3.4.1 Métodos biológicos

Os métodos biológicos utilizam organismos parasitas ou predadores dos agentes causadores da biodeterioração para realizar o seu controle ou extinção (KAVKLER *et al.*, 2015). Sua aplicação permite a seletividade dos alvos que são os contaminantes biológicos, sem provocar danos à saúde humana ou ao meio ambiente, porém, apesar da eficácia desses métodos biológicos, ainda há uma grande escassez de experimentos que discutam a interferência dos biocidas sobre os materiais patrimoniais e os efeitos colaterais causados pela persistência de um tratamento ao longo do tempo (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

New FloorCleaner é um exemplo de biocida biológico desenvolvido por Marin, Vaccaro e Leis (2016) para a remoção de biofilme de tijolos datados do século XX. Sua fórmula contém esporos de *Bacillus subtilis*, *B. megaterium* e *B. pumilus* que controlam a proliferação de outras espécies bacterianas. Durante os testes de atividade antimicrobiana e de resistência de materiais, os metabólitos produzidos por *Bacillus* spp. apresentaram cerca de 100% de atividade contra *Fusarium oxysporium*, *Penicillium* sp. e a *Alternaria* sp. sem modificar a superfície do substrato e nem alterar, significativamente, a capacidade de absorção de água e a cor do tijolo.

O mesmo biocida biológico foi testado *in vitro* contra fungos e bactérias isolados de uma pintura de cavalete do século XVII atribuída a Carlo Bononi¹⁷. Os resultados indicaram um amplo espectro do produto já que o biocida inibiu o crescimento *in vitro* de todos os microrganismos isolados (*Aspergillus* spp., *Alternaria* spp., *Bacillus* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. e *Staphylococcus* spp.) (CASELLI *et al.*, 2018).

Os ensaios de toxicidade do *New FloorCleaner*, conduzidos por Silva, Jesus e Souza (2016), não apresentaram letalidade contra artêmias e camundongos *Swiss*; o que confere grande margem de segurança quanto a utilização do produto por humanos, mas ainda são necessários maiores estudos para avaliar as consequências do aumento na condutividade do extrato aquoso sobre os materiais (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

3.4.2 Métodos bioquímicos

Os métodos bioquímicos fazem uso de compostos químicos de origem biológica para evitar o crescimento e proliferação dos patógenos (KAVKLER *et al.*, 2015). Os métodos de aplicação envolvem o uso de compostos metabólicos com atividade antimicrobiana extraídos de plantas, fungos e bactérias (CALDEIRA, 2021). Como exemplo, temos a utilização de metabólicos secundários de bactérias gram-positivas do gênero *Bacillus* - notoriamente conhecido por sua atividade antagônica contra muitas espécies de fungos e bactérias - para limitar o crescimento microbiano e prolongar a vida útil dos objetos patrimoniais (CALDEIRA, 2021). Silva *et al.* (2015) obtiveram êxito ao investigar a atividade antifúngica de metabólicos secundários três cepas de *Bacillus* sp. contra isolados de *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Fusarium oxysporum* e *Penicillium* sp. extraídos de pinturas murais biodegradadas e depositados na coleção do laboratório *HERCULESBiotec* da Universidade de Évora. Os ensaios de disco de fusão confirmaram a atividade antifúngica dos sobrenadantes extraídos das culturas de *Bacillus* sp. contra as espécies de fungos isoladas.

Comparado ao tratamento químico, a utilização de compostos metabólicos com potencial antifúngico impacta numa maior gama de microrganismos, permite a seletividade dos microrganismos alvo e reduz a dispersão no ambiente de substâncias tóxicas que podem prejudicar a saúde humana e o meio ambiente. Faltam, no entanto, experimentos que discutam a interferência desses compostos com os materiais patrimoniais e a eficácia desse tipo de tratamento a longo prazo (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

¹⁷ Artista italiano do primeiro período Barroco.

3.4.3 Métodos físicos

Os tratamentos físicos desenvolvidos para o controle de microdeterioração de bens culturais resultam em efeitos instantâneos e não requerem compostos tóxicos e nem geram resíduos nocivos. Entre eles estão a liofilização, a emissão de calor, a emissão de corrente elétrica de baixa frequência e a radiação de raios ultrassônicos e ultravioletas (KAVKLER *et al.*, 2015).

No entanto, tais métodos possuem a utilização de equipamentos caros como uma desvantagem, de difícil transporte, perigosos de manusear e que necessitam o fornecimento constante de energia. Há, também, necessidade de maiores estudos sobre seus efeitos em vários tipos de materiais, pois o uso repetido pode danificar materiais orgânicos como madeira, couro, pergaminho e tecido (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

3.4.4 Métodos mecânicos

Os métodos mecânicos tradicionais removem biodeteriôgenos em objetos orgânicos e inorgânicos utilizando ferramentas abrasivas, tais como aspiradores de pó, bisturis, escovas, espátulas, raspadores e jateamento de alta e baixa pressão (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020). Crostas de biofilmes fototróficos completamente secos, por exemplo, podem ser facilmente removidas dos materiais através de escovação, aplicação de jato de areia ou jateamento de água com baixa pressão (STERFLINGER; SERT, 2006).

Tais métodos possuem como vantagens a grande variedade de ferramentas disponíveis no mercado e a fácil aplicação. Apesar dessas vantagens, as técnicas de remoção mecânica apresentam baixa eficácia a longo prazo, podem causar o espalhamento do contaminante no ambiente e ocasionar a penetração dos microrganismos em poros, fissuras e rachaduras – o que dificulta alcançá-los mecanicamente. O uso repetitivo da técnica também pode danificar o objeto (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

3.4.5 Métodos químicos

Os métodos que utilizam compostos químicos (pesticidas, desinfetantes, nanopartículas, etc.) para a eliminação de patógenos dos objetos culturais são considerados mais práticos para a biorremediação e conservação de obras de arte (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

O álcool etílico (etanol) é um exemplo de composto de ação fungicida e bactericida muito utilizado na descontaminação de objetos e superfícies, porque provoca a lise celular dos microrganismos (CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA, *on line*, 2020). Dez segundos de exposição são o suficiente para exterminar bactérias como *Escherichia coli* e *Salmonella typhosa* (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017). Para a eliminação de fungos (especialmente, espécies celulósicas e proteicas) de superfícies têxteis recomenda-se a impregnação, pulverização ou imersão do substrato em solução de álcool etílico hidratado 70% (v/v) e adição de 0,1% de ortofenilfenol à solução para a obtenção de efeito bactericida (DOMINGUÉZ, 2018). A composição 70 % de etanol e 30 % de água é considerada ideal para a dissolução das proteínas e da estrutura lipídica que compõem a membrana celular dos microrganismos (CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA, *on line*, 2020).

Embora o álcool etílico seja um composto com baixa toxicidade (DOMINGUÉZ, 2018), a grande maioria dos biocidas químicos disponíveis no mercado é constituída por compostos quaternários de amônio nitrogênio, ureia, cloreto de benzalcônio e derivados de fenol que podem se acumular em tecidos de espécies animais (CALDEIRA, 2021). A formalina - solução aquosa de formaldeído a 37% (v/v) -, por exemplo, é uma substância bactericida, fungicida e esporicida muito usada na descontaminação de tecidos que pode resultar em efeitos negativos à saúde humana: a ingestão pode ser fatal, o contato com a pele pode causar irritação e a exposição prolongada pode contaminar a atmosfera interna dos museus (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017). Sua aplicação também pode provocar alterações em materiais proteicos, causando a perda da flexibilidade (DOMINGUÉZ, 2018).

Outros compostos com ação biocida muito empregados na descontaminação de acervos têxteis são o timol, ortofenilfenol e pentaclorofenol. Apesar da grande eficácia, essas substâncias apresentam níveis de toxicidade entre médio e alto, além de fragilizar as fibras e alterar a coloração dos tecidos (DOMINGUÉZ, 2018).

Nanocompostos de prata (Ag) e dióxido de titânio (TiO₂) também têm sido empregados como agentes biocida no tratamento de bens patrimoniais. Apesar dos mecanismos de ação antimicrobiana das nanopartículas (NPs) de prata ainda não serem completamente conhecidos, a aplicação de concentrações entre 10 e 100 nm a 90 ppm obteve resultado eficaz na remoção de microrganismos da superfície de documentos (GUTAROWSKA *et al.*, 2012). Becerra *et al.* (2019) também obtiveram sucesso ao testar dois nanocompósitos de prata e dióxido de titânio como biocidas para materiais de alvenaria (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

O âmbito de ação das nanopartículas e nanocompósitos, entretanto, não é seletivo contra biodeteriôgenos específicos e pode promover comunidades resistentes aos biocidas e seu uso,

além de dispendioso, pode oferecer risco a saúde dos operadores, contaminar o meio ambiente e danificar a integridade física dos bens culturais (CAPPITELLI; CATTÒ; VILLA, 2020).

3.4.6 Métodos sustentáveis

A crescente conscientização sobre os impactos ambientais causados pelas mudanças climáticas e pelo esgotamento de recurso naturais tem levado o campo da conservação ao desenvolvimento de estratégias centradas na biotecnologia e na nanotecnologia para aumentar a eficiência de limpeza e reduzir o volume de reagentes e resíduos dispersos no ambiente (GUEIDÃO *et al.*, 2020).

Influenciados pelos princípios que regulam a química verde¹⁸, solventes tóxicos vêm sendo substituídos, sempre que possível, por produtos e protocolos menos prejudiciais para o conservador ou para o ambiente e menos invasivos para os objetos do patrimônio cultural (GUEIDÃO *et al.*, 2020). Nesse sentido, os OEs vêm desempenhando importante papel no controle da microbiodeterioração no campo da conservação do patrimônio cultural.

Os OEs possuem em sua composição uma ampla gama de compostos que atuam como substâncias antimicrobianas contra diversas espécies de microrganismos e herbívoros. A ação antibacteriana do OE de *Cinnamomum camphora* (cânfora), por exemplo, foi comprovada devido à presença de cinamaldeído em sua composição (ELSAYED; SHABANA, 2018). Os OEs de *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia) e *Allium sativum* (alho) também foram comprovados como potentes substâncias antimicrobianas contra diversas espécies de fungos, incluindo *Aspergillus niger* (BORREGO *et al.*, 2012).

Levinskaitė e Paškevičius (2013), durante testes *in vitro* para avaliar a eficácia de OEs de *Abies sibirica*, *Thymus pulegioides*, *Carum carvi*, *Menta piperita*, *Citrino bergamia*, *Eucalyptus globulos*, *Syzygium aromaticum*¹⁹ contra fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* e *Rhizopus* isolados do mofo das paredes internas e do ar de edifícios históricos da cidade de Vilnius (Lituânia) danificados pela água, comprovaram níveis diversificados de ação antifúngicas dos OEs testados: O fungo *Alternaria alternata* teve o crescimento inibido por todos os OEs; o fungo *Aspergillus niger* teve o crescimento inibido por cinco OEs (sendo resistente apenas à ação do OE de *Menta piperita*); o crescimento do fungo *Aspergillus versicolor* foi inibido pelos OEs de *Abies sibirica*, *Carum carvi* e *Menta piperita*;

¹⁸ Conceito, consolidado pelos pesquisadores John Warner e Paul Anastas em meados da década de 1990, que reúne uma série de princípios e práticas para uma abordagem no campo da Engenharia Química e das Ciências Químicas em geral para a adoção de práticas que não prejudiquem o meio natural, a saúde humana, a fauna e a flora. (PRADO, 2003).

¹⁹ Devido ao grande número de espécies do mesmo gênero descritas nesta sessão, optou por não utilizar iniciais para indicar repetições de gênero já que a medida pode dificultar a identificação das espécies.

o crescimento do fungo *Cladosporium sphaerospermum* não foi inibido apenas ao OE de *Thymus pulegioides*; o crescimento do *Penicillium chrysogenum* não foi inibido apenas pelo OE de *Eucalyptus globulos*; o crescimento do fungo *Rhizopus stolonifer* foi inibido pelos OEs de *Abies sibirica* e *Menta piperita*.

Borrego e colaboradores (2012) verificaram a ação de 7 OES sobre 4 cepas fúngicas isoladas do arquivo nacional da República de Cuba e do *Archivo Histórico de La Plata* no ano de 2012. Os dados obtidos pelo método de difusão mostraram que os OEs de *Syzygium aromaticum* e *Pimpinella anisum* são os mais ativos na inibição do crescimento fúngico.

Rakotonirainy *et al.* (2005) avaliaram em laboratório a ação fungicida de nove OEs (*Artemisia vulgaris*, *Plectranthus barbatus*, *Origanum vulgare*, *Eucalyptus globulos*, *Ravensara aromática*, *Lavandula angustifolia*, *Melaleuca alternifolia*, *Chenopodium ambrosioides* e *Thuja occidentalis*) e de cinco de seus constituintes majoritários (linalol, acetato de linalila, eugenol, $\alpha + \beta$ thujone e cineol) em fase de vapor contra esporos das espécies de *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus repens*, *Cladosporium herbarum*, *Chaetomium globosum*, *Paecilomyces variotti*, *Penicillium frequentans*, *Trichodema viride* e *Stachybotrys chartarum* inoculadas em pedaços de papéis inseridos dentro de livros. Os resultados mostraram claramente que os vapores dos compostos em estudo reduziram ou interromperam temporariamente o crescimento fúngico. Já os OEs de *Artemisia vulgaris*, *Plectranthus barbatus*, *Renealmia aromática* e *Thuja occidentalis* tiveram pouco efeito inibitório sobre a combinação de diferentes espécies de fungos, enquanto que OE de *Eucalyptus globulos* apresentou atividade moderada e OE *Chenopodium ambrosioides* demonstrou ser o mais eficaz.

Elsayed e Shabana (2018) avaliaram a atividade antifúngica dos OEs de cânfora (*Cinnamomum camphora*), cravo (*Syzygium aromaticum*), manjerona (*Origanum majorana*) e manjerição (*Ocimum basilicum*) quando do combate aos fungos *Alternaria alternata* e *Aspergillus niger* e puderam notar durante os testes de supressão de microrganismos cultivados em placas de ágar, que os OEs de cânfora e cravo apresentaram ótima atividade antifúngica, mas a eficácia dos óleos variava conforme a concentração presente em cada placa. Os autores (*id*) também observaram que, durante os testes de supressão de microrganismos cultivados em modelos simulados (MSs) de pintura em tela, o OE de cânfora alcançou melhor resultado na concentração 80% (v/v) ao inibir 98% do crescimento miceliano do fungo *Alternaria alternata* e 95,6% do fungo *Aspergillus niger*, enquanto que o OE de cravo na mesma concentração atingiu 87,3% de inibição de crescimento do fungo *Alternaria alternata* e 86% do fungo

Aspergillus niger. Nenhuma alteração na cor dos pigmentos dos MSs de pintura em tela foi notada após o tratamento com os respectivo OEs.

Devido aos fitos compostos bioativos com potente atividade antimicrobiana (fenóis, quininos, taninos, etc.) presentes em sua composição, os OEs essenciais na fase vapor ou misturados com algum solvente têm potencial e podem ser utilizados como substâncias antibiofilme; estratégia que corresponde a uma abordagem inovadora (BORREGO *et al.*, 2012).

A menção a utilização do OE aparece pela primeira vez no relatório referente as atividades realizadas no Museu Paulista durante o ano de 2015: o relatório menciona que o OE de *M. alternifolia* foi utilizado na fumigação de unidades de acervo têxtil com indícios de infestação fúngica ativa e após a realização de testes para encontrar o melhor veículo para a sua aplicação ele passou a ser aplicado semanalmente como fungicida na higienização do piso da Reserva Técnica de Têxteis do Setor de Têxteis do Museu. O relatório também cita que o Museu Paulista decidiu expandir o projeto “Gestão Conservativa das coleções: monitoramento ambiental e a utilização da *M. alternifolia* como fungicida para acervos museológicos” para reservas técnicas do andar superior do prédio e que o protocolo de aplicação do OE de *M. alternifolia* estabelecido pelo Setor de Têxteis para o tratamento do acervo têxtil foi repassado ao Acervo Cultural do Metrô (SP), Museu Carmem Miranda (RJ), Museu Chácara da Baronesa (Pelotas - RS) e Teatro Tablado (RJ) para a gestão de seus acervos (MUSEU PAULISTA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015).

Já o relatório referente as atividades realizadas pelo Museu Paulista no ano de 2016 menciona que o OE de *M. alternifolia* passou a ser aplicado diluído em álcool no chão da sala da Maquete de São Paulo. O relatório também descreve a utilização do óleo diluído em álcool na desinfecção da sala em que ocorreu a vistoria de pinturas que apresentaram suspeita de infestação durante empréstimo para o Museu Republicano “Convenção de Itu” e na limpeza de prateleiras e caixas da Reserva Mappin (RT3) após a detecção de focos de infestação fúngica (MUSEU PAULISTA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

O extrato de *M. alternifolia* também foi empregado na restauração do acervo bibliográfico da Biblioteca Central da Universidade do Planalto Catarinense no ano de 2014 após a ocorrência de uma forte chuva de granizo que atingiu o Setor de Periódicos da Biblioteca devido à ausência de laje no teto (SILVA *et al.*, 2016). A partir de uma recomendação da Fundação Catarinense de Cultura, funcionários da biblioteca realizaram a fumigação do acervo com uma solução de 10 ml de extrato de *M. alternifolia* diluída em 1.000 mL de álcool etílico hidratado 70% (v/v) (SILVA; JESUS; SOUZA, 2016).

Com menor impacto ambiental, mais seguros para a saúde humana e igualmente eficazes, os óleos essenciais, segundo Vito *et al.* (2022) e Axinte (2011 *apud* ELSAYED; SHABANA, 2018), tornaram-se objeto de interesse crescente no campo da restauração e conservação para o controle de microrganismos nocivos ao patrimônio cultural material.

3.4.6.1 O óleo essencial de *M. alternifolia*

As propriedades medicinais da *M. alternifolia* foram descritas pela primeira vez em 1770 pelo oficial da marinha britânica James Cook, que, durante uma expedição à Austrália encontrou um arbusto mirtáceo (possivelmente um *Leptospermum*) (CRAVEN, 1999) com folhas que eram usadas pelos aborígenes locais como infusão ou compressas para o tratamento de dor de garganta, feridas, micoses e picadas de insetos (SAILER *et al.*, 1998).

O modo exato de uso das folhas de *M. alternifolia* pelos aborígenes, no entanto, é difícil de comprovar em uma sociedade em que a sabedoria medicinal é transmitida de geração para geração através da oralidade, mas é bem provável que as folhas eram maceradas e usadas como cataplasma. Os relatos de Cook, no entanto, descrevem que a planta foi utilizada por seus marinheiros como substituto para o chá de *Camellia sinensis*; o que a tornou posteriormente conhecida como “arvore do chá” (*tea tree*) (CRAVEN, 1999).

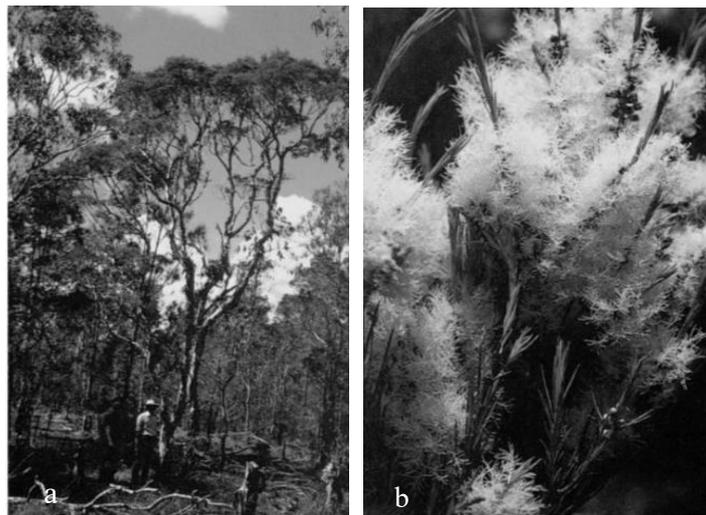
As propriedades antifúngicas e antibacterianas *M. alternifolia* foram comprovadas em 1925 após Arthur Penfold, curador do Museu Australiano de Artes e Ciências Aplicadas, conseguir extrair o OE da planta pela primeira vez. A descoberta Penfold contribuiu para que, durante a Segunda Guerra Mundial, ocorresse um aumento no interesse pelo óleo: grandes quantidades foram utilizadas nos kits de primeiros socorros dos soldados australianos para o tratamento de feridas (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Os estudos sobre a ação medicinal da planta foram, no entanto, interrompidos após a descoberta da Penicilina em 1928 e só foram retomados após a década de 1970, quando os microrganismos passaram a apresentar resistência frente aos antibióticos utilizados.

Os resultados obtidos por diversas pesquisas comprovaram a eficácia antiviral, antiprotozoária, antiparasitária, balsâmica e anti-inflamatória do óleo, que é creditada à presença de uma grande gama de substâncias produzidas pelo metabolismo secundário da planta para proteger-se de predadores e manter o equilíbrio de suas funções vitais, tais como atração de polinizadores, perda de água, variações de temperatura, etc. (MONTEIRO *et al.*, 2013).

3.4.6.1.1 Aspectos botânicos

A *M. alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel é uma planta arbórea, aromática e medicinal, pertencente à família *Mytaceae* da Ordem *Myrtales* (SILVA, 2001) que cresce naturalmente em áreas pantanosas e pode atingir até sete metros de altura (SIMÕES, 2002 *apud* ANDRADE *et al.*, 2018) (fig. 25a). A planta apresenta flores monoclinas ou diclinas; cálice com 5 sépalas livres ou parcialmente fundidas (persistentes no fruto ou caducas); corola com 5 pétalas livres e inteiras; estames numerosos branco-esverdeados livres ou conatos; filetes fundidos na base livres do perianto; fruto cápsula, com hipanto usualmente lenhoso ou sublenhoso, semiglobosa a globosa, com deiscência apical, com muitas sementes; sementes obovóides ou obovóides-oblongas à obovoides, não aladas (fig. 25b).

Figura 25 – Da esquerda para direita: a) *M. alternifolia* em idade adulta em seu habitat natural; b) Flores de *M. alternifolia*.



Fonte: Craven (1999, p. 08).

As folhas são agudas-lanceoladas e coriáceas com 1 a 2,5cm de comprimento e glândulas de óleo (MONTEIRO *et al.*, 2013), que, quando partidas, libertam forte aroma (SIMÕES, 2002 *apud* ANDRADE *et al.*, 2018).

Os rios Clarence e Richmond na região costeira de Nova Gales do Sul (Austrália) correspondem ao habitat natural da *M. alternifolia* (CARSON; RILEY, 2001), mas seu cultivo já foi adaptado para outras regiões, como Indonésia, Papua Nova Guiné, Tasmânia e Leste da Austrália (CRAVEN, 1999), sendo cultivada inclusive no Brasil (SILVA, 2007).

3.4.6.1.2 Aspectos fitoquímicos

O OE obtido das folhas e dos ramos de *M. alternifolia* por destilação e arraste a vapor possui aspecto oleoso, alta volatilidade, baixa solubilidade, forte odor, baixa toxicidade e coloração que varia entre incolor a amarelo pálido (ANDRADE *et al.*, 2018). Sua composição apresenta uma ampla gama de substâncias voláteis, que inclui, principalmente álcoois, monoterpenos e óxidos, conforme descrito no quadro (fig. 26) a seguir.

Figura 26 - Álcoois, óxidos e monoterpenos presentes no OE de *M. alternifolia*.

Classe		Constituintes Principais	Composição (%)
Alcoóis	Monoterpenóides	Terpinenol-4	29,4-44,9
		Alfa – terpineol	3,5-5
		Beta – terpineol	Traços
		p-cimeno-8	1
		Cis –tuianol-e e trans-tuianol-4	Traços
	Sesquiterpenóides	Globulol	0,1-3
		Viridiflorol	0,1-1,4
		Cubenol	0,1
Monoterpenos	Alfa – pineno	0,8-3,6	
	Beta – pineno	0,1-1,6	
	Terpinoleno	3	
	Alfa – tuieno	0,1-2,1	
	Limoneno	0,4-2,77	
	Para – cimeno	0,4-12,4	
	Alfa – felandreno, sabineno	Traços – 3,2	
	Alfa – terpineno	4,6-12,8	
	Gama – terpineno	9,5-28,3	
	Mirceno	0,1-1,8	
	Alfa e beta – felandrano	Traços – 1,9	
Óxidos	1,8-cineol	0,5-18	
	Epóxicariofileno	Traços	
	1,4-cineol	Traços	

Fonte: Silva, 2001.

Entre essas substâncias podemos encontrar 1 óxido (1,8 cineol), 1 terpinenol (terpinen-4-ol) 3 terpenos (cimeno, pineno e terpineno) e sesquiterpenos que possuem ampla atividade biológica antimicrobiana. Além destes componentes, a *M. alternifolia* também apresenta outros 48 componentes orgânicos que são raramente encontrados em outras plantas (ANDRADE *et al.*, 2018). A grande variedade de concentrações dos compostos levou a *International Organization for Standardization* (ISO) a padronizar a concentração de 15

componentes do OE através da ISO 4730:1996 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1996), posteriormente atualizada pela ISO 4730: 2017 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2017) (tab. 01) (SAILER *et al.*, 1998).

Tabela 01 - Perfil cromatográfico do óleo essencial de *M. alternifolia* aprovado pela ISO 4730: 2017.

Componentes	Min. (%)	Max. (%)
α -Pinenos	1,0	4,0
Sabineno	0,01	3,5
α -Terpineno	6,0	12,0
Limoneno	0,5	1,5
ρ -Cymeno	0,5	0,8
1,8-Cineole	0,01	10,0
γ -Terpineno	14,0	28,0
Terpinoleno	1,5	5,0
Terpinen-4-ol	35,0	48,0
α -Terpineol	2,0	5,0
Aromadendreno	0,2	3,0
Ledeno (syn, ciridiflorono)	0,1	3,0
β -Cadineno	0,2	3,0
Globulol	0,01	1,0
Viridiflorol	0,01	1,0

Fonte: *International Organization for Standardization* (2017).

Já a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2023) estabelece apenas três desses componentes como marcadores fito-químicos essenciais (α -Terpineno, γ -Terpineno e Terpinen-4-ol) para que a eficácia antisséptica seja assegurada. Já o Comitê de Padronização Australiano estabelece que o OE tenha um mínimo de 30% de terpinen-4-ol e um máximo de 15% de 1,8-cineol (HAMMER; CARSON; RILEY *et al.*, 2002). A fixação desses valores visa assegurar que o terpinen-4-ol esteja presente em quantidades suficientes no óleo e evitar a ocorrência de irritações cutâneas devido a altas concentrações de cineol (SAILER *et al.*, 1998).

3.4.6.1.3 Atividade antimicrobiana

O OE de *M. alternifolia* possui em sua composição hidrocarbonetos monoterpênicos (α -pineno, terpinoleno, limoneno, α -terpineno, γ -terpineno e ρ -cymeno) e álcoois monoterpênicos (terpinen-4-ol, α -terpineol) que apresentam propriedades antimicrobianas (CARSON; HAMMER; RILEY, 2006; CLARK, 2020). As propriedades antifúngicas, também, podem ser atribuídas às características lipofílicas dos OEs, que provocam a redução da tensão superficial da água, levando a uma maior absorção pela superfície das membranas celulares dos fungos e à lise celular (SAILER *et al.*, 1998).

Testes *in vitro* realizados por Hammer, Carson e Riley (2003) demonstraram atividades antifúngicas do OE e de seus componentes contra vários fungos patogênicos (*Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *Epidermophyton Floccosum*, *Microsporium canis*, *Penicillium* sp., *Rhodotorula rubra*, *Saccharomyces Cerevisiae*, *Trichophyton interdigitale*, *T. rubrum*, *Trichosporon* sp.), incluindo cepas produtoras de micotoxinas.

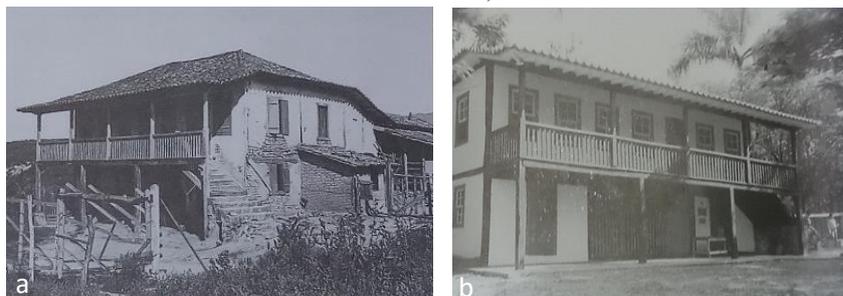
3.5 Microbiodeterioração do acervo têxtil do MHAB

3.5.1 Breve histórico do museu

O MHAB foi oficialmente criado através do decreto 91 de 26 de maio de 1941 sob a denominação de Museu Histórico de Belo Horizonte (PIMENTEL, 2004). Sua criação ocorreu em consonância com a política do Estado Novo de construção de uma identidade nacional que impulsionou o enaltecimento de símbolos históricos e a preservação da memória da cidade de Belo Horizonte durante a gestão municipal Juscelino Kubitschek (1940 – 1945) (SARAIVA; MACHADO, 2007).

O espaço destinado a sediar o MHAB foi o Casarão da Fazenda Velha do Córrego Leitão (fig. 27a), construído segundo os padrões mineiros de edificação rurais do período colonial em 1883 por Domingos Gomes Leitão (BRITO, 2022; SIQUEIRA; CARVALHO, 2015) e considerado pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional²⁰ (SPHAN) como o único exemplar arquitetônico com características originais do século XIX realmente significativas para a preservação histórica e cultural da sociedade belo-horizontina (SARAIVA; MACHADO, 2007). A pedido de Kubitschek o Casarão foi restaurado (fig. 27b) e tombado e grande parte de seu entorno preservado para a construção de novos pavilhões (BRITO, 2022).

Figura 27 – Da esquerda para direita: a) Antiga Sede da Fazenda do Leitão (1935/1939). Coleção Belo Horizonte. Acervo MHAB; b) MHAB em 1985.



Fonte: Cortesia MHAB.

²⁰ Hoje, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

A implantação e direção do Museu ficou a cargo do jornalista e historiador Abílio Barreto (BRITO, 2022), que foi também o responsável pela constituição do acervo sobre a trajetória histórica, social e cultural da cidade de Belo Horizonte desde suas origens coloniais até a contemporaneidade (CAMELO; SANTOS; PERFEITO; 2017).

Com o fim da gestão administrativas de Kubitschek, o falecimento de Barreto²¹ em 1957 e a intensificação do abandono da instituição pela administração pública, o Museu passou a ter dificuldades para preservar adequadamente o seu acervo. Muitos dos danos eram provenientes das condições precárias em que se encontrava o Casarão:

Os documentos sob a guarda da Instituição estavam armazenados precariamente, [...] em função do espaço físico restrito do Museu e da inadequação das suas instalações. Os cômodos e os jardins do Casarão, então sede do MHAB, abrigavam todo o acervo, sendo que grande parte dele se encontrava em estado avançado de deterioração (ALVES *et al.*, 2004 *apud* PIMENTEL; BITTENCOURT; FERRÓN, 2007, p. 93).

E embora houvessem diversas tentativas de reverter a situação precária em que se encontrava o acervo com a elaboração de projetos para a construção de anexos, durante muitos anos, a ampliação física do Museu enfrentou forte oposição do SPHAN (PIMENTEL; BITTENCOURT; FERRÓN, 2007).

A revitalização institucional só se tornou possível após a realização do “Fórum de discussão e elaboração de propostas para o museu histórico Abílio Barreto” com especialistas na área de preservação do patrimônio histórico em março de 1993. O debate levou a elaboração de um Plano Diretor inspirado em um modelo de reorganização museológica cosmopolita adotado por diversas instituições nos últimos decênios que prevê intervenções arquitetônicas – a construção de novos prédios, reformas ou ampliação dos antigos – estabelecimento de parcerias com instituições privadas, modernização do discurso museográfico, aumento de público, ênfase na função comunicacional, adoção de estratégias de marketing e geração de renda (PIMENTEL, 2004).

O projeto arquitetônico ficou a cargo dos arquitetos Álvaro Hardy e Mariza Machado Coelho, os quais buscaram promover a integração entre elementos contemporâneos e a arquitetura oitocentista do Casarão. O resultado foi a construção de um complexo cultural (fig. 28) de aproximadamente 2.230 m² composto por uma praça de eventos, um palco ao ar livre, bancos para transeuntes, jardins arborizados com espécimes centenárias, espaços de exposição permanente e um Anexo de quatro andares em estrutura metálica, alvenaria e vidro, projetado para abrigar o acervo arquivístico, fotográfico, de grande e pequeno porte institucional, um

²¹ Em homenagem póstuma a Abílio Barreto, o Museu Histórico de Belo Horizonte foi rebatizado, em 1967, com o nome de Museu Histórico Abílio Barreto (MHAB).

ateliê de restauração de artefatos, uma biblioteca, um restaurante-café e salas para exposições (ALMEIDA, 2018; COELHO; HARDY, 2004; ESPIRITO SANTO, 2016; PIMENTAL, 2007).

Figura 28 – Da esquerda para direita: a) Fachada do Anexo do MHAB; b) Locomotiva; c) Carro de boi; d) Bonde elétrico; e) Coche; f) Praça de eventos.



Fonte: Cortesia MHAB[®]. Fotografia da Autora (2022).

A edificação do Anexo foi idealizadas de modo a interligar o prédio à avenida Prudente de Moraes e à praça que circunda o Casarão: A ala sul do museu foi erguida a partir de bloco alinhado à avenida e estendido por quatro pavimentos; já a fachada norte/nordeste foi constituída a partir da extensão de um outro bloco por três, interligando assim o edifício; e um terceiro bloco foi construído para compor o espaço expositivo e a entrada ao lado do saguão dando configuração a outra extremidade do prédio (anexo a) (ALMEIDA, 2018).

As novas instalações permitiram que as funções administrativas e de salvaguarda do acervo, anteriormente realizadas no Casarão, fossem transferidas para o Anexo (COELHO; HARDY, 2004; PIMENTAL, 2007).

3.5.2 A reestruturação institucional

A implementação do Plano Diretorio também demandou a estabelecimento de um projeto de inventário para realizar o processamento técnico do acervo composto por itens²²

²² A grande maioria das peças foi incorporada ao museu na década de 1940 durante a gestão de Abílio Barreto. As demais foram adquiridas, de forma esporádica, nas décadas de 1950, 1960, 1970 e 1990. Do total de peças salvaguardadas pela Instituição, 246 itens ainda permanecem sem nenhum tipo de registro (MHAB, 2000).

relativas à história da cidade de Belo Horizonte e seus habitantes (MHAB, 2000; PIMENTAL, 2007)

As peças foram reorganizadas segundo o sistema de classificação proposto por Bianchini e Ferrez (1987), que utiliza as relações de equivalências genéricas, associativas e partitivas para evitar ambiguidades no campo semântico e classificar os objetos segundo o nome, a classe e as subclasses. Em casos específicos, o Museu adotou também o critério de ordenação segundo a natureza documental inerente ao objeto. A adoção dos sistemas de classificação permitiu ao MHAB organizar o acervo em 16 coleções (MHAB, 2000) (fig. 29 e 30).

Figura 29 – Quadro de sistematização das Coleções do MHAB.

Coleção	Relações de equivalência entre os itens
Arquitetura	Composta unicamente pelo Casarão da Fazenda do Leitão.
Caça e Guerra	Constituída de 21 peças classificadas como Arma, Acessório e Munição, incluindo itens utilizados na Revolução de 1930 que depôs o presidente Washington Luís.
Castigo e Penitência	Formada por 11 objetos remanescentes do século XIX e XX utilizados no Estado de Minas Gerais para infligir castigos corporais aos escravos (grilhões, grilhetas e troncos) e estudantes (palmatória).
Comunicação	Integrada por 63 itens utilizados em telecomunicações, comunicação escrita e comunicação audiovisual, estampa documental, propaganda e documento.
Construção	Composta por 34 artefatos classificados como Fragmento de Construção e Equipamento Hidráulico.
Equipamentos Domésticos	Composta de 202 itens de natureza diversa (acessório de interiores, artigos de mesa, artigos de toilette, equipamentos de serviços domésticos, objetos de iluminação e utensílios de cozinha).
Esculturas	Com 54 objetos de autoria, datação, técnica de execução e suportes e materiais expressivos, que retratam devoções religiosas, figuras alegóricas, tipos populares belo-horizontinos e personalidades políticas regionais, estaduais e nacionais
Insígnia	Reúne 16 emblemas de tecido ou metal utilizados como identificadores de cargo, nível de hierarquia, arma, honraria pessoal e institucional.
Mediação/ Registro	Composta por 38 artefatos utilizados na aferição, observação, registro e processamento de dados, fenômenos diversos e substâncias, tais como relógios de ponto, pesos, etc.
Mobiliário	Constituída por 102 peças de mobiliário com funções diversas (móveis sacros, funcionais, de descanso, de escritório, de guarda e de repouso), em sua maioria remanescentes do Arraial do Curral del Rei e proximidades.

Fonte: MHAB (2000).

Figura 30 - Quadro de sistematização das Coleções do MHAB.

Coleção	Relações de equivalência entre os itens
Cerimoniais	Com 58 objetos comemorativos, tais como plaquetas institucionais, fitas e medalhas de comemorativas.
Objetos Pecuniários	Formada por 18 itens relativos ao dinheiro ou representativos dele: moedas de diferentes valores (10, 20, 40, 80 e 100 réis) remanescentes do período Imperial e Republicano e fichas de ônibus utilizadas na década 60 pelo sistema de transporte público de Belo Horizonte.
Objetos Pessoais	Com 43 peças que retratam a evolução dos meios de transporte de passageiros e de carga na cidade de Belo Horizonte desde o fim do século XIX ao início do século XX.
Pinacoteca	Constituída por 144 obras de natureza diversa (desenhos, gravuras e pinturas), assinadas por artistas nacionais e internacionais que retratam diferentes personalidades mineiras, a história da Capital Mineira desde antes de sua transferência da cidade de <i>Ouro Preto</i> para a cidade de Belo Horizonte.
Trabalho	Composta por 78 equipamentos e instrumentos empregados de forma específica em atividades artesanais, comerciais, industriais, artísticas e agropecuárias.
Transporte	Com 43 peças que retratam a evolução dos meios de transporte de passageiros e de carga na cidade de Belo Horizonte desde o fim do século XIX ao início do século XX.

Fonte: MHAB (2000).

Excetuando-se os estofados e os artigos de selaria, a maior parte do acervo têxtil do MHAB foi armazenado na RT de Acervo Pictórico e de Acervo Têxtil.

Na RT de Acervo Têxtil, foram armazenadas (os) vestimentas diversas, chapéus, malas, pares de luvas, 02 casacos de pele, um conjunto de núpcias (vestido, grinalda e um retalho de tecido azul), malas de viagem, manequins, casacos militares, um xale do início do século XX. Grande parte desse acervo encontra-se em fase de catalogação (fig. 31).

Figura 31 – Objetos não inventariados armazenados na RT de acervo Têxtil.



Fonte: Cortesia MHAB®. Fotografia da Autora (2022).

Na RT de Acervo Pictórico foram acondicionadas as pinturas sobre tela (fig. 32), 02 casacos de uniformes da Guarda Nacional remanescentes do período de formação da República Federativa do Brasil, 02 dragonas, um estandarte comemorativo do MHAB; 03 bandeiras nacionais; 02 fitas cerimoniais procedentes das solenidades de abertura da Avenida do Contorno e da Pampulha durante a década de 1940, 01 beca de juiz, um corpete, 01 Fraque e uma gravata sem data de aquisição doados, 01 enxoval de nascimento datado de 1948, diversas colchas de patchwork e 03 flâmulas de tecido sem data de aquisição.

Figura 32 – Da esquerda para direita: a) ROUÈDE, Émile - *Largo da Matriz de Nossa Senhora da Boa Viagem*, 1894. Óleo sobre tela, 80 x 146 cm. b) STECKEL, Frederico — *Vista da avenida João Pinheiro*, 1908. Óleo sobre tela, 35x 45 cm.

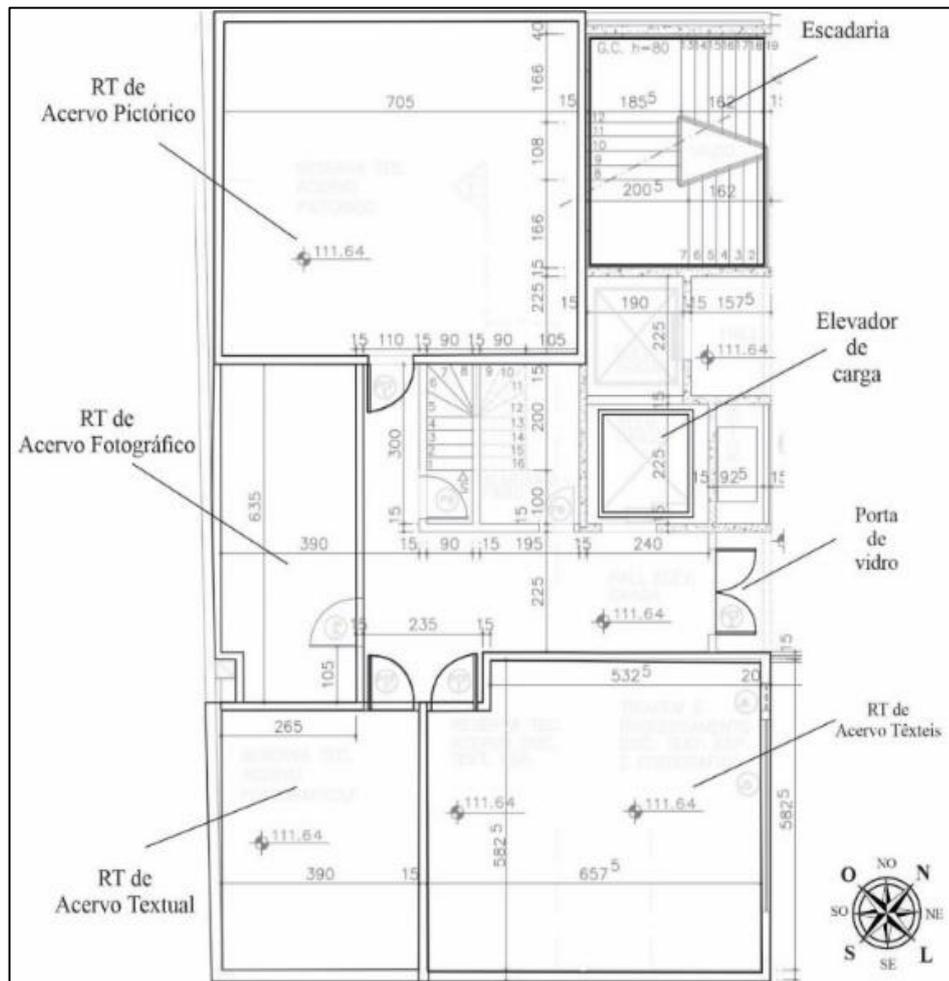


Fonte: Cortesia MHAB[®]. Fotografia da Autora (2022).

3.5.3 Condições de armazenamento do Acervo Têxtil

As RTs de Acervo Pictórico e Têxtil possuem, respectivamente, 55, 42 m² e 16,30 m² cada e estão situadas no segundo pavimento do Anexo do MHAB. As reservas foram construídas a partir das paredes de alvenaria que integram as fachadas do Anexo: A RT de Acervo Pictórico é constituída pela parede que integra a fachada de fundo do edifício e a fachada lateral que dá acesso à avenida Prudente de Moraes enquanto a RT de Acervo Têxteis utiliza a parede que integra a fachada frontal do edifício como parede de fundo (fig. 33):

Figura 33 - Planta baixa do segundo pavimento do Anexo MHAB com indicações dos principais pontos de acesso.



Fonte: Cortesia MHAB[®]. Adaptado do MHAB (2021).

As características construtivas do Anexo, no entanto, não conferem inércia térmica as RTs, pois as paredes de alvenaria favoreceram a troca direta de temperatura e umidade relativa com o ambiente externo por convecção e diminuíram o fluxo de trocas nas salas internas do edifício, favorecendo, assim, o aparecimento de rachaduras, infiltrações e vazamentos. A incidência de luz natural - que entra pelas janelas da fachada frontal - é outro fator que afeta o controle térmico. A radiação infravermelha gerada pela luz natural causa o aumento da temperatura das regiões próximas as RTs (ESPIRITO SANTO, 2016). A situação agrava-se com o histórico de vazamentos na RT de Acervo Pictórico (fig. 34) e o mal funcionamento do sistema de ar condicionado:

[...] o equipamento de ar-condicionado não apresentava bom funcionamento desde meados de 2013, ficando intermitente até agosto de 2017, quando parou totalmente de funcionar. As tubulações eram a única forma de circulação de ar dentro dos espaços, que agora são dependentes das correntes de ar no pavimento (ALMEIDA, 2018, p. 48).

Figura 34 - Pontos de infiltração no teto da RT de Acervo Pictórico. A seta “a” indica a localização de um ponto de infiltração já reparado. A seta “b” indica a localização da infiltração mais recente 2022.



Fonte: Cortesia MHAB. Fotografia da Autora (2021).

Em termos de equipamentos as RTs de Acervo Pictórico e Têxtil estão equipadas com alarme de incêndio, porta corta-fogo, interruptor de luz, tomada de energia, lâmpada fluorescente, dutos de ventilação interligados ao sistema central de ar condicionado, sistema central de monitoramento de umidade e temperatura que registram as medições e armazenam os dados através de termo-higrômetros com *dataloggers* fora de funcionamento desde 2007 (ALMEIDA, 2018).

Para as instalações do sistema de energia elétrica, de detecção de incêndio e de coleta de águas pluviais foram utilizados tubos de aço galvanizado fixos as paredes com o auxílio de braçadeiras. Alguns dos canos, no entanto, foram colocados próximos aos armários de armazenamento do acervo; o que oferece risco ao acervo (ALMEIDA, 2018; ESPIRITO SANTO, 2016) em caso de vazamento ou curto circuito.

As pinturas da RT de Acervo Pictórico estão dispostas verticalmente em traineis de aço enquanto que as indumentárias estão acondicionadas em envelopes de percal armazenados horizontalmente em gavetas de aço deslizantes de 2,00 m largura por 0,80 m de comprimento (fig. 35).

Figura 35 – Mobiliários e equipamentos disponíveis na RT de Acervo Pictórico.



Fonte: Cortesia MHAB[©]. Fotografia da Autora (2022).

Parte das vestimentas já catalogadas e a maioria dos acessórios de vestuário foram armazenados na RT de Acervo Têxtil junto com as peças não inventariadas (fig. 36). Cabides de plástico e madeira não acolchoados foram utilizados para armazenar verticalmente as vestimentas não catalogas em araras de aço. Para as vestimentas já inventariadas utilizou-se a mesma forma de armazenamento adotada para as vestimentas condicionadas na RT de Acervo Pictórico. Bolsas, chapéus e malas foram depositados sobre as prateleiras de estantes de aço - a maioria delas forradas com espuma de polietileno para evitar o contato direto das peças com o metal.

Figura 36 - Mobiliários e equipamentos da RT de Acervo Têxtil.



Fonte: Cortesia MHAB[®]. Fotografia da Autora (2022).

3.5.4 A microbiodeterioração do acervo

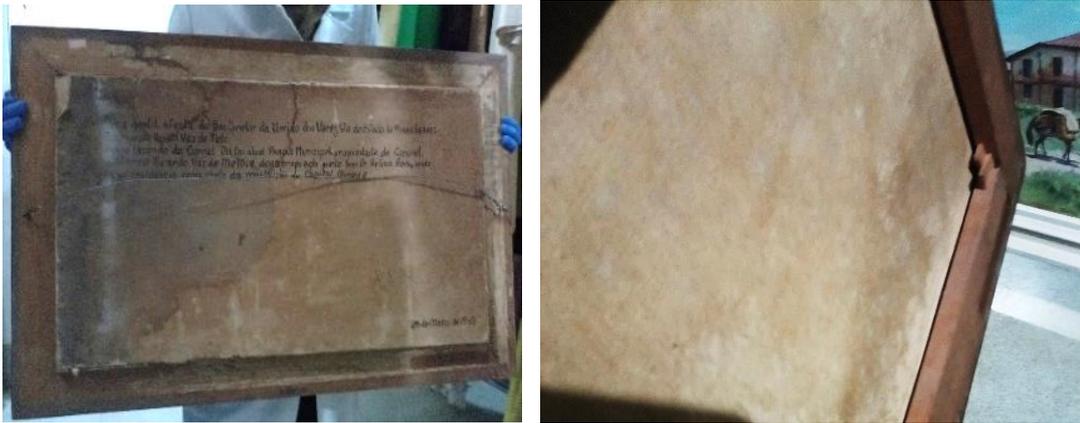
A proliferação de microrganismo tem comprometido a conservação do acervo de Indumentárias históricas e tela de pintura do museu que foram armazenadas no segundo pavimento do Anexo do MHAB.

A situação agravou-se após a quebra do controle do equipamento de ar-condicionado que já não apresentava bom funcionamento desde meados de 2013. O funcionamento do aparelho permaneceu intermitente até agosto de 2017, quando parou totalmente de funcionar. O desligamento do aparelho também diminuiu a qualidade do ar, gerando fortes cheiros nos ambientes e acúmulo de fuligem nos mobiliários (ALMEIDA, 2018). Desde então, segundo Ana Portugal, museóloga do MHAB, as correntes de ar que passam pelas tubulações se tornaram as únicas formas de circulação de ar dentro dos espaços. A ausência do controle mecânico e da ventilação no edifício, vinculada à incidência solar nas superfícies, tem levado ao aumento da temperatura interna e conseqüentemente à proliferação de microbiana no ambiente (ALMEIDA, 2018).

A proliferação excessiva de microrganismos no interior das RTs culminou em sucessivos ataques ao acervo de indumentárias históricas e telas de pintura do museu. Tais

características tornaram-se mais evidentes a medida em que camadas de biofilme começaram a se formar nas paredes e nos artefatos (fig. 37) da RT de Acervo Pictórico após a ocorrência de infiltrações de água da chuva entre dezembro de 2021 e março de 2022, que ocasionou no aumento dos índices de umidade da reserva (apêndice b, c e d).

Figura 37 – Pinturas da RT de Acervo Pictórico após o aumento dos índices de umidade e temperatura.



Fonte: Cortesia MHAB[®]. Fotografia da Autora (2022).

Em seguida, o ataque alcançou também o acervo de indumentárias históricas não inventariadas (fig. 38) que precisou ser abrigado na RT de Acervo Pictórico para a montagem de um armário deslizante na RT de Têxteis. Os biodanos causados se tornaram evidentes nos meses de montagem de um armário cofre na RT de Têxteis que obrigou a transferência das peças da RT de Têxteis para a RT de Acervo Pictórico.

Figura 38 – Peças do acervo não inventariado após transferência para a RT de Acervo Pictórico.



Fonte: Cortesia MHAB[®]. Fotografia de Maria Vitória Martins Vieira Ribeiro (2022).

O processo de microdeterioração das fibras comprometeu a resistência dos fios e, conseqüentemente, dos procedimentos de tecimento e costura dos artefatos, levando ao aparecimento de deformações, manchas, descolorações e ruptura nas vestimentas e telas de pintura.

Para solucionar o problema, o MHAB contratou, no ano de 2019, os serviços de um microbiologista que, após a identificação das espécies de fungos presente na microbiota do museu, recomendou a fumigação das reservas com soluções de formaldeído a 5% (v/v). A mesma concentração do produto foi indicada pelo profissional para a limpeza da superfície dos artefatos contaminados (OLIVEIRA, 2019). O tratamento recomendado ocasionou na descoloração dos objetos de madeira e não foi capaz de evitar os sucessivos ataques que ocorreram nos anos seguintes.

No sentido de prospectar possibilidades do desenvolvimento deste trabalho de doutoramento junto ao MHAB, o Programa de Pós-graduação em Artes da Escola de Belas Artes da UFMG, o Laboratório de Ciência da Conservação (LACICOR – EBA/UFMG), o Laboratório de Taxonomia, Biotecnologia e Biodiversidade dos Fungos (ICB/UFMG) e o Laboratório de Microbiologia Polar e Conexões Tropicais (MicroPolar – ICB/UFMG), realizou-se uma visita técnica ao Anexo do museu em 02 de junho de 2021 para conhecer os problemas acarretados pela excessiva proliferação de fungos no interior das reservas técnicas da instituição. O contato com o Museu foi intermediado pela professora Soraya Aparecida Alvares (EBA/UFMG) e permitiu conhecer os problemas acarretados pela excessiva proliferação de fungos no interior das reservas técnicas da instituição.

A identificação de uma perspectiva favorável para o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa no MHAB e os resultados positivos obtidos pelas pesquisas realizadas sobre a ação biocida de OEs sobre cepas bacterianas e fúngicas isoladas de diversas tipologias de bens culturais microbiodeteriorados levaram à elaboração deste estudo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

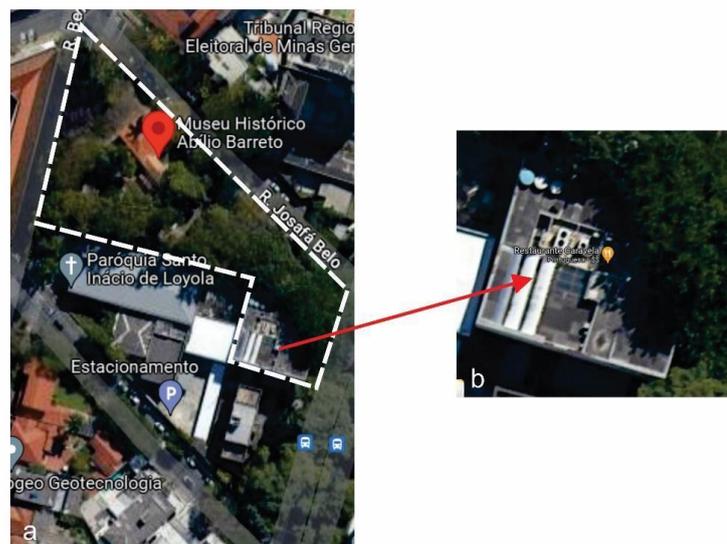
4.1 Metodologia

Para o desenvolvimento do presente estudo adotou-se a pesquisa experimental como norteadora dos procedimentos necessários para investigar o fenômeno de biodeterioração do acervo têxtil do MHAB e os efeitos do OE de *M. alternifolia* na sua conservação curativa.

4.2 Determinação do local de estudo

O presente estudo foi conduzido nas Reservas Técnicas (RT) de Acervo Pictórico e Têxtil instaladas no segundo pavimento do anexo do Museu Histórico Abílio Barreto (MHAB), situado na Avenida Prudente de Moraes, nº 202, no bairro Cidade Jardim da cidade de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais (fig. 39).

Figura 39 – Imagens áreas do complexo cultural do MHAB. Da esquerda para direita: a) Perímetro do complexo; b) Imagem aérea da sede administrativa.



Fonte: Adaptado da Plataforma *GoogleMaps* (2023).

4.3 Determinação dos sujeitos da pesquisa

Para viabilizar a identificação dos agentes biodeterogênicos foram selecionados uma indumentária da RT de Acervo Têxtil e uma tela de pintura a óleo da RT do Acervo Pictórico, ambas com suspeita de ataque microbiológico.

A indumentária selecionada correspondeu ao Fraque LAL 161, que pertenceu a Renato Augusto de Lima (1893-1978), advogado, pianista e pintor expressionista que viveu entre 1893 e 1978 e foi doada, em 2014, por Renato Augusto de Lima, neto do pintor. O artefato faz parte

do acervo têxtil ainda não inventariado do MHAB e as informações a seu respeito estão descritas em uma ficha de pré-entrada identificada com código LAL 161 (anexo c).

A tela de pintura escolhida foi a *Ouro Preto*. A tela foi produzida por Honório Esteves - pintor mineiro com importante atuação na vida cultural belo horizontina durante as décadas de 1910 e 1920 – e pertenceu à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte até ser transferida para MHAB em 10 de março de 1943 (ANEXO D).

O diagnóstico de conservação dos sujeitos da pesquisa foi realizado a partir do levantamento das patologias por meio de inspeção visual a olho nu, inspeção visual com lupa conta-fios e escaneamento *in situ* com microscópio usb com ampliação de 1600X. Os dados obtidos foram utilizados para classificação do estado de conservação dos artefatos segundo uma escala de valor de 1 a 4, concebida por Lúcia Plebeu (ANEXO B), onde 1 equivale a um excelente e 5 equivale a ruim.

4.4 Identificação das fibras têxteis envolvidas no processo de microbiodeterioração do acervo

4.4.1 Inspeção visual com lupa conta-fios

A inspeção visual com lupa conta-fios com ampliação de 10 X foi utilizada na identificação das características das superfícies têxteis (tipo de trama, número de fios por cm² e presença de sujidade) que constituem o Fraque LAL 166-1 e a Pintura *Ouro Preto*.

4.4.2 Exames de escaneamento digital *in situ*

Exames de escaneamento *in situ* com microscópio digital com ampliação de 1600X foram realizados para visualizar com maior definição as áreas com presença de sujidades e indícios de possíveis ataques microbiológicos.

4.4.3 Exames com luz rasante

O exame de luz rasante foi realizado posicionando-se a luz branca de uma lanterna de led em um ângulo entre 5° e 30° em relação a superfície dos componentes da tela *Ouro Preto*.

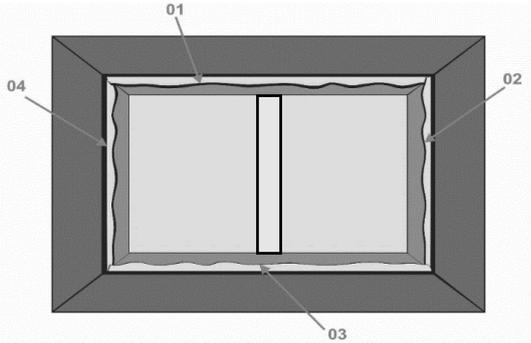
4.5 Identificação das fibras têxteis envolvidas no processo de biodeterioração do acervo

4.5.1 Coleta de amostras têxteis

Foram extraídas mostras de fios das diferentes superfícies têxteis identificadas no Fraque e na pintura. As amostras foram coletadas com o auxílio de pinça e tesoura esterilizadas utilizando-se diferentes metodologias.

Para a coleta de amostras do tecido da tela da pintura, optou-se por extrair fios das quatro extremidades da borda do tecido preso entre o bastidor de madeira e a moldura para não comprometer a leitura da obra. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos estéreis identificados com os nomes das regiões “1”, “2”, “3” e “4” de extração (fig. 40).

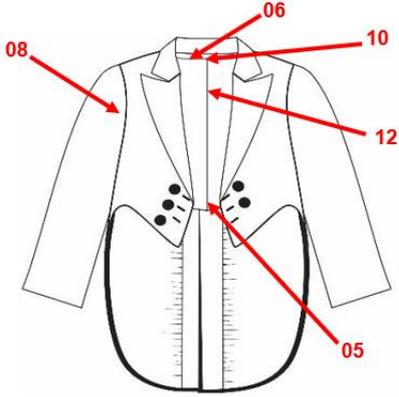
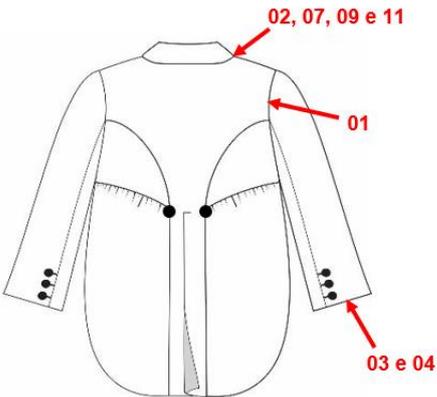
Figura 40 – Locais de extração dos fios da tela *Ouro Preto*.

Pontos de coleta					
					
Cód.	Região de extração	Descrição	Cód.	Região de extração	Descrição
3636		Fio da borda do canto esquerdo superior.	3638		Fio da borda do canto esquerdo inferior do quadro.
3637		Fio da borda do canto esquerdo superior.	3684		Fio da borda do canto esquerdo superior.

Fonte: Autora (2023).

No caso do Fraque, foram extraídas amostras de linhas e fios de todos os tecidos utilizados na confecção do casaco. Os locais de extração corresponderam a regiões com rasgos, descosturas e margens de costura ocultas entre o tecido externo e forro do casaco (fig. 41).

Figura 41- Locais de coleta de amostras do verso do Fraque LAL 161.

Pontos de coleta					
					
Cód.	Região de extração	Descrição	Cód.	Região de extração	Descrição
3636		Fio da entretela da cava da manga direita.	3642		Fio do tecido riscado encontrado no encaixe da gola com o ombro direito.
3637		Fio do tecido claro encontrado no encaixe da gola com o ombro direito.	3643		Fio do tecido de forro da manga.
3638		Fio do forro do punho manga direita.	3644		Fio do tecido de forro do colarinho.
3639		Fio da entretela do punho direito.	3645		Fio do urdume extraído do tecido de forro da lapela.
3640		Fio da costura do centro das costas.	3646		Fio do tecido da lapela extraído do encaixe do ombro direito.
3641		Fio da trama do tecido de forro do corpo do Fraque.	3647		Fio do tecido externo do Fraque.

Fonte: Autora (2023).

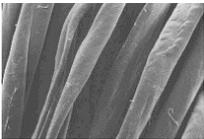
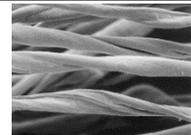
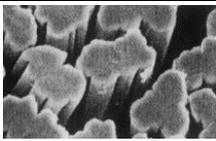
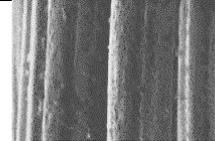
4.5.2 Exames de microscopia óptica

As fibras têxteis foram separadas das amostras de fios coletados com auxílio de uma agulha de costura manual e fotografadas através de exames de estereomicroscopia de campo claro e escuro (Olympus SZ 11). As técnicas de microscopia de campo claro (AmScope T120C) e microscopia de luz polarizada (Olympus BX50) também foram utilizadas para registrar os aspectos longitudinais e transversal das fibras.

Para a microscopia de campo claro e de luz polarizada da vista longitudinal, as fibras foram fixadas em lâmina de vidro com resina (bálsamo canadense) e cobertas com lamínula. Já para a microscopia de campo claro do corte transversal foi necessário construir um micrótomo de lâmina de metal com 4 perfurações de 16 milímetros de diâmetro, encapsular as fibras em berço de algodão colorido de modo a formar um pavio, inserir o pavio entre os orifícios do micrótomo, aparar as bordas deslizando-se uma lâmina de aço rente à superfície e fixar os cortes com resina. Para a microscopia de luz polarizada do corte transversal das fibras também foi necessário encapsular as fibras em bloco de resina acrílica e polir a superfície dos blocos para facilitar a visualização, conforme metodologia elaborada para a microscopia de luz polarizada de fibras têxteis por Selma Otila, técnica do LACICOR (CECOR/ EBA/ UFMG).

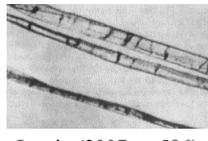
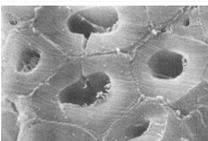
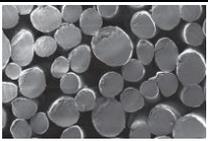
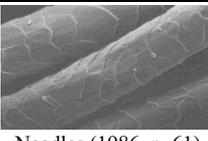
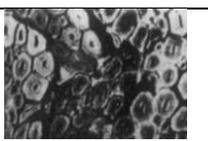
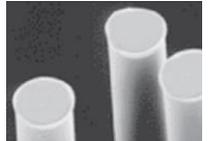
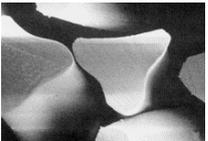
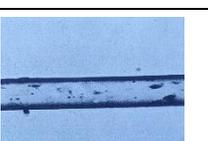
As imagens obtidas foram comparadas com o quadro a seguir (fig. 42, 43 e 44), construído a partir das características morfológicas apresentadas por Cook (1969), Cook (1993), Gupta (2008), Houck (2009), Lewin (2007), Morton e Hearle (2008), Needles (1986), Robertson, Roux e Wiggins (2018), Textile Institute (1975):

Figura 42 - Quadro de chaves de identificação utilizadas na microscopia de fibras.

Fibra	Características do corte transversal	Características da vista longitudinal
Algodão mercerizado	 <p>Robertson, Roux e Wiggins (2018, p 10).</p>	 <p>Needles (1986, p. 38).</p>
Algodão não mercerizado	 <p>Morton e Hearle (2008, p. 45).</p>	 <p>Morton e Hearle (2008).</p>
Acetato de celulose	 <p>Lewin (2007, p. 795).</p>	 <p>Needles (1986, p. 53).</p>

Fonte: [1] Cook (1986); [2] Lewin (2007); [3] Needles (1986); [4] Textile Institute (1975).

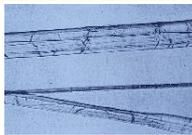
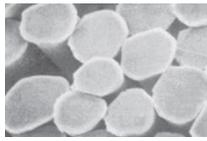
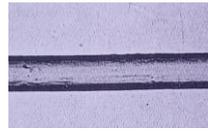
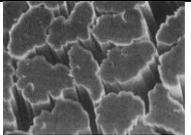
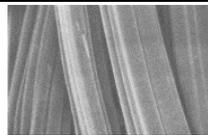
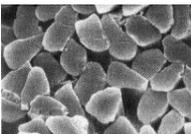
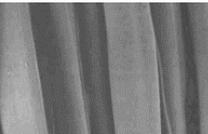
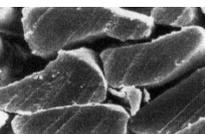
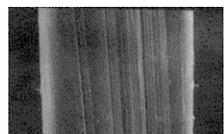
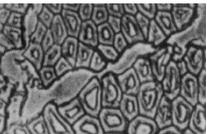
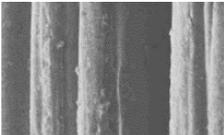
Figura 43 – Quadro de chaves de identificação utilizadas na microscopia de fibras.

Fibra	Características do corte transversal	Características da vista longitudinal	
Cânhamo	 Lewin (2007, p. 586).	 Lewin (2007, p. 586).	Fibras finas [3]. Ranhuras verticais [3]; Marcações no sentido transversal em intervalos frequentes [6].
Juta	 Lewin (2007, p. 509).	 Textile Institute (1975, p. 146).	Ranhuras verticais [6]. Diâmetro irregular [1]. Marcações no sentido transversal em intervalos frequentes [6].
Lã	 Houck (2009, p. 66).	 Needles (1986, p. 61).	Cutícula formada por escamas de formato simples [3]. Distribuição das escamas em padrão coronal [3].
Linho	 Lewin (2007, p. 583).	 Houck (2009, p. 340).	Marcas transversais (ranhuras) [3; 6]. Presença de nódulos [3; 6].
Nylon 6,6 redondo	 Gupta (2008, p. 18)	 Cook (1986, p. 211)	Filamento contínuo com brilho suave [1; 2; 3; 6] Formato cilíndrico semelhante a de muitas fibras sintéticas [2]
Poliamida (nylon 6,6) trilobal	 Morton e Hearle (2008, p. 46).	 Cook (1986, p. 211).	Filamento contínuo [2; 3; 6]. Superfície brilhante [2; 6]. Canaletas verticais que acompanham o comprimento da [1].
Poliéster	 Textile Institute (1975, p. 165).	 Textile Institute (1975, p. 165).	Filamento contínuo [6] Aspecto brilhante [6]
Polietileno	 Textile Institute (1975, p. 164).	 Textile Institute (1975, p. 164).	Filamento contínuo. Semelhante em aparência com as fibras de polipropileno [6].

Fonte: [1] Cook (1986; [2] Cook (1993); Gupta (2008); [3] Houck (2009); [4] Lewin (2007); Morton e Hearle (2008); [5]

Needles (1986); [6] Textile Institute (1975).

Figura 44 - Quadro de chaves de identificação utilizadas na microscopia de fibras.

Fibra	Características do corte transversal		Características da vista longitudinal	
Rami	 <i>Textile Institute</i> (1975, p. 149).	Rachaduras radiais [6]. Formato poligonal [2]. Células individuais alongadas [4]. Sessão transversal de formato irregular [4].	 <i>Textile Institute</i> (1975, p. 149).	Ranhuras verticais [6]. Marcas transversais em frequentes intervalos [4].
Rayon de cupramonio	 Gupta (2008, p. 20).	Seção transversal da fibra é quase redonda [4].	 <i>Textile Institute</i> (1975, p. 183).	Superfície lisa [2]; Sem nenhuma marca ou estria [2].
Rayon de viscose	 Lewin (2007, p. 759).	A maioria das fibras de possuem sessão transversal serrilhada e irregular [3].	 Needles (1986, p. 55).	Estrias ao longo do comprimento da fibra [2]. Estrutura similar ao acetato e triacetato [4].
Seda cultivada	 Houck (2009, p. 65).	Formato mais ou menos triangular [1; 6].	 Needles (1986, p. 66).	Superfície lisa e semitransparente [1]. Espessura menos regular que a da microfibrila [1].
Seda silvestre (Tissah)	 Houck (2009, p. 65).	Estrutura interna das fibras planas em forma de fita [2].	 Houck (2009, p. 65).	Heterogeneidades internas que dão o aspecto estriado às fibras [2; 6].
Sisal	 Lewin (2007, p. 482).	As seções transversais constituem extremidades nitidamente poligonais contendo lúmens grandes e arredondados [3].	 Lewin (2007, p. 482).	A vista longitudinal não apresenta marcações cruzadas [3].
Triacetato de celulose (trichel)	 Lewin (2007, p. 795).	Células com até 5 ou 6 lóbulos [3]; Os lóbulos em cada seção são menores do que no rayon viscose [3].	 Needles (1986, p. 55).	Estrias ao longo do comprimento da fibra [2]; Estrutura similar ao acetato e a viscose de rayon de média tenacidade [4].

Fonte: [1] Cook (1986); [2] Cook (1993); Gupta (2008); [3] Houck (2009); [4] Lewin (2007); Morton e Hearle (2008); [5] Needles (1986); [6] *Textile Institute* (1975).

4.5.3 Testes de determinação de composição de fibras

4.5.3.1 Ensaio de combustão

Os ensaios foram realizados conforme o protocolo adaptados de Khan *et al.* (2017) para autenticação de fibras. Os fios coletados foram segurados com uma pinça e colocados em contato direto com a chama de uma vela por tempo suficiente para pegar fogo. Durante esse momento, observou-se o comportamento dos fios ao ser aproximado da chama e durante o período em que estiveram em contato direto com ela. Em seguida, os fios foram retirados da chama e observados até a total interrupção do processo de combustão para que fosse possível sentir o cheiro dos vapores produzidos logo após a chama do pavio se apagar e observar as características dos resíduos obtidos. Os testes foram realizados com cada fio individualmente. Para um melhor acompanhamento dos resultados, os testes foram gravados com auxílio de câmera quádrupla de 8 Mb de smartphone (LG K54).

Os dados obtidos durante o ensaio foram comparados com os parâmetros apresentado pelas tabelas comportamento fibras a seguir (fig. 45 e 46).

Figura 45 - Quadro de comportamento ao calor e a chama e características dos odores e das cinzas.

Fibras	Comportamento			Características	
	Ao calor	À chama	Fora da chama	Dos odores	Das cinzas
Acetato	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar	Vinagre	_____
Acrílico	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar	Peixe podre	Pérolas duras e escuras
Amianto	Não fundem	Não queimam e nem funde	_____	_____	_____
Borracha	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	_____	_____
Celulósica natural	Não fundem	Queimam sem fusão	Continuam a queimar sem fusão	Papel queimado	Friáveis e sem pérolas
Celulósica regenerada	Não fundem	Queimam sem fusão	Continuam a queimar sem fusão	Papel queimado	Friáveis e sem pérolas
Elastano	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	_____	_____
Flúor	Retraem	Não queimam e nem fundem	_____	_____	_____
Metálicas	Não fundem	Não queimam, mas fundem	_____	_____	_____
Modacrílica	Fundem	Queimam vagorosamente com fusão	Extinguem-se	_____	Pérolas duras e escuras

Fonte: Adaptado de SENAI (*on line*, s.d., p. 10-11).

Figura 46 - Quadro de comportamento ao calor e à chama e características dos odores e das cinzas.

Fibras	Comportamento			Características	
	Ao calor	À chama	Fora da chama	Dos odores	Das cinzas
Multipolímeros	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	————	————
Poli (cloreto de vinila)	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	————	————
Poli (cloreto de vinilideno)	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	————	————
Poliamidas	Retraem e fundem	Queimam vagorosamente com fusão	Extinguem-se	Salsa verde	Pérolas duras e claras
Poliamidas	Retraem e fundem	Queimam vagorosamente com fusão	Extinguem-se	Salsa verde	Pérolas duras e claras
Poliéster	Retraem e fundem	Queimam vagorosamente com fusão	Extinguem-se	Leite queimado	Pérolas duras e escuras
Poliétileno	Retraem e fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	Parafina	Pérolas duras e escuras
Polipropileno	Retraem e fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	Parafina	Pérolas duras e escuras
Poliuretana	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	————	Fiáveis e sem pérolas
Proteicas	Retraem	Queima com fusão	Queimam muito vagorosamente ou extinguem-se	Pelo queimado	Pérolas friáveis e escuras
Traicetato	Fundem	Queimam com fusão	Continuam a queimar com fusão	Vinagre	————
Vidro	Não fundem	Não queimam, mas fundem	————	————	————

Fonte: Adaptado de SENAI (*on line*, s.d., p. 10-11).

4.5.3.2 Teste de solubilidade

Os ensaios de solubilidade foram conduzidos por meio de adaptação do protocolo adaptado para identificação de fibras de poliéster do *Textile Institute* (1975), submergindo-se 1 pavio de fibras de 0,5 cm de comprimento da amostra 3642c em 5 mL de solução de ácido sulfúrico a 98% a frio por um período de 20 min. Como controle foram utilizadas 2 amostras extraídas de tecidos 100% poliéster.

4.6 Isolamento e identificação dos fungos filamentosos envolvidos no processo de microbiodeterioração do acervo

4.6.1 Cultivo microbiológico das amostras têxteis em cultura pura

Para o isolamento e a identificação dos patógenos envolvidos no processo de microbiodeterioração, parte das amostras de fios coletadas foram processadas no Laboratório de Taxonomias, Biotecnologia e Diversidade dos Fungos da UFMG. As amostras coletadas foram inoculadas em placas de Petri de 90 mm de diâmetro e 15 mm de altura contendo aproximadamente 10 mL de Agar Batata-Dextrose - BDA (2% de dextrose, 0,4% de infusão a partir de batatas (200 g) e 1,5% de ágar bacteriológico) acrescido de 0,01% de cloranfenicol para inibir o crescimento bacteriano. O procedimento foi realizado em duplicata e, após a inoculação, as placas foram mantidas em BOD de 25 °C por um período de 21 dias.

4.6.2 Leitura da cultura

Durante 21 dias registrou-se o crescimento e as características morfológicas das colônias que se originaram do substrato têxtil inoculado. As características observadas foram textura da superfície, aspecto da borda, presença - ou ausência - de pigmentos e coloração da frente e do verso das colônias.

4.6.3 Purificação

A purificação das colônias foi realizada através de secções de discos de 3,0 mm de diâmetro do ágar contendo micélio ativo das colônias com morfologias distintas, seguida da transferência delas para placas de Petri contendo apenas meio BDA.

4.6.4 Nomeação

As colônias de fungos originadas nas novas placas foram nomeadas sequencialmente, utilizando-se das iniciais do substrato do qual se originaram: TEX 01, TEX 02, TEX 03, TEX 04, TEX 05, TEX 06, TEX 07, TEX 08, TEX 09, TEX 10, TEX 11, TEX 12 e TEX 13.

4.6.5 Preservação dos isolados

A preservação dos fungos isolados foi realizada utilizando-se dois métodos distintos. Primeiramente, 10 fragmentos de 5 mm de diâmetro de ágar contendo o fungo ativo foram retirados e armazenados em frascos de penicilina contendo apenas água destilada esterilizada em temperatura ambiente, conforme Castellani (1967). Em seguida, outros dez fragmentos de micélio ativo foram depositados em criotubos com 1 mL de solução de glicerol a 15% e preservados em ultrafreezer a -80 °C e depositados na Coleção de Microrganismos e Células do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os dois procedimentos foram realizados em duplicata.

4.6.6 Identificação das espécies biodeteriogênicas

Para a classificação taxonômica dos isolados, realizou-se o microcultivo em lâminas coradas com azul de lactofenol proposto por Riddel (1950) e a análise de perfil molecular. Na confirmação da espécie do gênero *Paecylomices*, no entanto, foi necessário utilizar o padrão característico de identificação da espécie proposto por Samson *et al.* (2009) e para caracterizar as espécies *P. formosus*, *P. saturatus* e *P. parvisporus*.

4.6.6.1 Técnica de cultura em lâmina

A técnica de microcultivo foi desenvolvida utilizando-se a técnica de Riddel (1950). Câmaras estéreis de microcultivo foram montadas em ambiente asséptico alocando-se um pequeno chumaço de algodão hidrófilo umedecido e uma lâmina de microscopia no interior de uma placa de Petri. Em seguida, pequenos blocos de ágar DBA com aproximadamente 2 mm de altura e 6 mm de comprimento e profundidade foram seccionados com ajuda de um bisturi e depositados sobre lâmina. A próxima etapa, consistiu em cobrir o bloco de ágar com uma lamínula e semear as laterais do mesmo com o auxílio de alça de inoculação. As câmaras foram encubadas na temperatura de 25°C por um período de 4 a 7 dias. Após esse período, a lamínula foi retirada do bloco de ágar com o auxílio de pinça, depositada sobre uma lâmina corada com uma gota de azul de lactofenol e levada ao microscópio óptico para a identificação morfológica de fungos.

4.6.6.2 Análise de perfil molecular

A identificação molecular foi de responsabilidade do grupo de pesquisadores do Laboratório de Microbiologia Polar e Conexões Tropicais (MicroPolar) do Instituto de Ciências

Biológicas da UFMG e do pelo Instituto René Rachou (Fiocruz Minas). Os isolados foram identificados através da amplificação da região transcrita interna (ITS1-5.8S-ITS2) do gene do RNA.

4.6.6.3 Cultivo líquido

Quatro discos de 3,0 mm de diâmetro de ágar com micélio ativo foram extraídos das colônias isoladas e transferidos para tubos de Falcon esterilizados contendo 6 mL de caldo de batata. Os tubos foram armazenados em BOD por 7 dias a 25°C para que se obtivesse biomassa em quantidade suficiente para a extração de DNA.

4.6.6.3.1 Extração do DNA total

A metodologia de extração do DNA correspondeu a uma adaptação do protocolo proposto por Rosa *et al.* (2009). Os fungos filamentosos foram crescidos em meio de cultura BDA por 7 a 14 dias. Findo o período, fragmentos do micélio cultivado foram transportados para um microtubo estéril de 2 mL, acrescidos de 400 µL de tampão de lise (Tris-HCl 0,05 M, EDTA 0,005 M, NaCl 0,1 M e SDS 1%) e mantidos a -20 °C por 30 minutos. Em seguida, 5 pérolas de aço inoxidável foram adicionadas ao microtubo, que foi submetido ao disruptor de células (Bullet Blender TM 24) na velocidade 10 descobrir por 3 sessões, por 5 minutos, visando a lise celular. Após essa etapa, 162 µL de CTAB de HOOG (Tris 2M, NaCl 8,2%, EDTA 2M e CTAB 0,2%) foram adicionados ao microtubo. A solução obtida foi incubada a 65 °C por 40 min, acrescida de 570 µL de clorofórmio/álcool isoamílico (24:1), homogeneizada, mantida em gelo por 30 min e centrifugada a 14.000 rpm por 10 min para obter o seu fracionamento. O sobrenadante foi transferido para um novo microtubo com auxílio de micropipeta e acrescido acetato de sódio 3M em quantidade equivalente a 10% de seu volume. A suspensão foi homogeneizada, incubada a 0 °C por 30 min e centrifugada novamente a 14.000 rpm por 10 min, a fim de se obter um novo fracionamento. O sobrenadante foi transferido para um novo microtubo e acrescido de isopropanol (Merck) em quantidade equivalente a 50% de seu volume. A suspensão foi, mais uma vez, homogeneizada e centrifugada a 14.000 rpm durante 5 min. O sobrenadante foi desprezado por inversão e o sedimento obtido homogeneizado com etanol 70% (Merck) v/v. A amostra obtida foi secada a 37 °C por 30 min, acrescida de 50 µL de tampão TE/Tris-EDTA (Tris-HCl 0,01 M e EDTA 0,001 M), incubada a 65 °C por 60 min para a hidratação do DNA, armazenada em freezer a -20 °C e quantificada em espectrofotômetro (NanoDrop ND 1000 Thechnologies) a 260/280 nm.

4.6.6.3.2 Amplificação da região ITS

A amplificação da região transcrita interna (ITS-5.8S-ITS2) do gene do RNA foi realizada através da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) adotando-se a metodologia descrita por White *et al.* (1990), utilizando o iniciador ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC). A reação de PCR foi realizada em termociclador PCR *Mastercycler* (*Eppendorf*) respeitando-se as seguintes condições: desnaturação inicial realizada a 94 °C por 5 min, seguida de 35 ciclos de desnaturação a 94 °C por 1 min; pareamento a 55 °C por 1 min, extensão a 72 °C por 1 min, extensão final a 72 °C por 5 min e volume final constituído de 1 a 5 µL de DNA, 1 µL de cada iniciador ITS1 e ITS4 10 µmol µL⁻¹ (MWG Biotech), 5 µL de tampão de PCR 5X (Fermentas), 2 µL de dNTP 10 mM, 2 µL de MgCl₂ 25 mM, 0,2 µL de Taq DNA polimerase 5U (Fermentas) e água ultrapura esterilizada (na quantidade necessária para completar o volume).

Os *amplicons* foram analisados a 120 V por 20 min por eletroforese realizada em gel de agarose a 1% em tampão TBE 0,5X. Em seguida, foram corados com solução de GelRed e visualizados sob luz ultravioleta e foto documentados (*Vilber Lourmat*, França).

4.6.6.3.3 Sequenciamento dos fungos

O Kit BigDye Terminator v3.1 (*Applied Biosystems*, EUA) foi utilizado em combinação com o sistema de sequenciamento automatizado ABI 3730x1 (*Applied Biosystems*, EUA) do Laboratório de Parasitologia Celular e Molecular (LPCM) da FIOCRUZ/Instituto René Rachou para a realização das reações de sequenciamento em microplacas de 96 poços (*Applied Biosystems*, EUA) preparadas para um volume final de 10 µL, contendo 1 µL do iniciador (5 pmol), 1 µL de tampão (presente no kit de sequenciamento), 1 µL de Big Dye, 1 µL de DNA (contendo entre 10-20 ng/µL) e água ultrapura esterilizada na quantidade necessária para completar o volume.

O programa de ciclagem utilizou uma desnaturação inicial a 36 °C por 1 min, 30 ciclos de anelamento a 96 °C por 15 segundos, seguido de extensão a 50 °C por 15 segundos e 4 min de extensão final a 60 °C.

4.7 Caracterização do óleo essencial de *M. alternifolia*

A substância ativa testada foi o OE de *M. alternifolia* comercializado pela empresa Laszlo Aromatologia Eireli, situada na cidade de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Brasil. O referido óleo foi extraído por arraste a vapor de folhas e galhos de plantas de origem australiana e identificado como pertencente ao lote LZ0511, o qual apresenta os seguintes

compostos majoritários: terpinen-4-ol (42%), gama-terpineno (20,17%), alfa-terpineno (10,52%), alfa-terpineol (6,19%), alfa-pineno (3,74%), terpinoleno (3,40%), para-cymeno (2,06%), 1,8-cineole (1,92%) e limoneno (1,08%).

Os parâmetros físico-químicos do OE (anexo f) foram fornecidos pela empresa e identificados por meio de cromatografia gasosa de alta performance realizada em aparelho Shimadzu GCMS-QP2010 Ultra com as seguintes configurações: Coluna: ZB-5MS+; Gás transportador: Hélio; Rampa de temperatura: 2°C/min; Preparação da amostra: aproximadamente 7% w/v em Diclorometano.

4.8 Teste para determinação da sensibilidade à terapia antifúngica *in vitro*

4.8.1 Microrganismos

Foram incluídas no estudo os fungos isolados das amostras têxteis coletadas do Fraque LAL 166-1 da Coleção de Objetos Pessoais e do quadro *Ouro Preto*, Coleção Pinacoteca do MHAB. Os isolados foram cultivados em placas de Petri de 90 mm de diâmetro por 15 mm de altura contendo ágar DBA. As placas foram incubadas a 25°C ± por um período de 6 a 21 dias²³.

4.8.2 Preparo do inóculo

As cepas foram semeadas em ágar DBA e encubadas a 25°C ± 1 por um período de 6 a 21 dias. Os esporos foram suspensos em solução de NaCl a 85% (v/v) para padronização de concentração de inóculo através de leitura em espectrofotômetro a 530 nm para obtenção de transmitância entre 80 e 81% determinada para *Aspergillus* spp. pelo *National Committee for Clinical Laboratory Standards*²⁴ (NCCLS, 2002) para obtenção de nível de turbidez equivalente ao número 0,5 da escala de McFarland (sulfato de bário).

4.8.3 Preparo da solução estoque

A solução estoque²⁵ foi preparada diluindo-se 20 mg de OE. *M. alternifolia* em 80 µL de DMSO e 900 µL de RPMI.

²³ O tempo de incubação variou conforme a velocidade de crescimento dos fungos isolados para o preencher por completo toda superfície da placa de petri. O fungo TEX 06 apresentou maior velocidade, levando 6 dias para preencher toda a placa, enquanto que o fungo TEX13 apresentou maior lentidão, demandando 21 dias para obter a mesma dimensão de crescimento.

²⁴ Em janeiro de 2005, o NCCLS mudou seu nome para Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).

²⁵ Mais concentrada.

4.8.4 Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

A determinação da CIM para o OE de *M. alternifolia* foi realizada através da técnica de microdiluição em caldo descrita pelo Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade à Terapia Antifúngica de Fungos Filamentosos (CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE, 2002).

Os testes de microdiluição foram realizados em placa de 96 poços. Na primeira coluna, foi feito o controle de esterilidade do meio de cultura depositando-se 200 µL de RPMI. Da 2ª a 12ª coluna foi distribuído o meio de cultura depositando-se 100 µL de RPMI em cada coluna. A microdiluição da substância ativa foi realizada adicionando-se 100 µL da solução de estoque aos 100 µL de RPMI já depositados na 2ª coluna. Após a obtenção de um volume final de 200 µL, a solução presente na 2ª coluna foi homogeneizada e reduzida pela metade, transferindo-se 100 µL da solução para a 3ª coluna. Repetiu-se o procedimento, homogeneizando a solução presente na 3ª coluna e reduzindo o seu volume pela metade ao transferir 100 µL da solução para 4ª coluna. Os mesmos procedimentos foram adotados para a transferência e microdiluição da solução estoque na 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 11ª coluna. Após a microdiluição na 11ª coluna foi necessário, no entanto, desprezar os 100 µL extraídos após a homogeneização da solução. A microdiluição do microrganismo foi realizada entre a 2ª e 12ª coluna adicionando-se 100 µL de inóculo²⁶ em cada uma das colunas. A solução presente nas colunas foi homogeneizada para constituir uma solução padrão como volume final de 200 µL. A 12ª coluna foi utilizada como controle da qualidade do inóculo, já que o poço não foi acrescentado a solução estoque. Os ensaios foram realizados em quadruplicata e incubados por um período de 24 a 48h.

A determinação da CIM foi realizada a partir do método visual, levando em consideração a formação – ou não – de aglomerados de células no fundo da placa. Considerou-se como CIM a menor concentração do OE capaz de inibir o “crescimento visível” das cepas inoculadas.

4.8.5 Determinação da concentração fungistática e fungicida mínima

Afim de confirmar a eficácia fungistática ou fungicida do OE de *M. alternifolia*, realizou-se o plaqueamento em BDA da solução presente no poço em que se registrou o CIM e nos poços com concentração de antifúngico 2 vezes maior. Os meios de cultivo foram incubados a 25°C ± 1 durante 7 dias.

²⁶ Solução salina previamente preparada com esporos conforme o método de referência para testes de diluição em caldo para determinar a sensibilidade à terapia antifúngica de fungos filamentosos proposto pelo NCCLS (2002).

A determinação das concentrações com ação fungicida e fungistática também foi realizada a partir do método visual: Caso seja observado crescimento visual de aglomerados de células apenas na placa em que se obteve a CIM, esse valor será considerado como a concentração fungistática mínima enquanto que a concentração superior será considerada como concentração fungicida mínima. Na ausência de crescimento visual de aglomerados de células nas duas placas, a CIM será considerada como concentração fungicida mínima.

4.9 Prototipagem de superfícies têxteis biologicamente envelhecidas

4.9.1 Simulação dos artefatos têxteis

Para a prototipagem das amostras têxteis do Fraque LAL 161, foram adquiridos tecidos com os mesmos tipos de fibras identificadas pelos exames de microscopia e ensaios químicos. Os tecidos adquiridos foram imersos em água destilada na temperatura ambiente durante 24h para a retirada de amido (goma), óleos, ceras e graxas adquiridos durante o processo de tecelagem e deixados à sombra em temperatura ambiente por um período de 72 horas para a secagem das fibras, conforme protocolo de Pascual e Patiño (2003). Em seguida, os tecidos foram seccionados em quadrados de 2 cm de largura por 2 cm altura, respeitando-se o sentido do fio do urdume. A prototipagem foi realizada em triplicata.

A elaboração de protótipos das amostras têxteis extraídas da tela Pintura *Ouro Preto* foi realizada aplicando camadas de tinta óleo de linhaça nas cores preta, verde, azul, branca, amarela e vermelha sobre uma tela de pintura industrializada 100% algodão de 25 cm x 20cm com revestimento em resina acrílica, conforme protocolo adaptado de Elsayed e Shabana (2018).

Após 21 dias, a tela foi retirada do bastidor de madeira e segmentada de forma a se obter 3 quadrados de 2 cm de largura por 2 cm de comprimento de cada cor.

A seleção dos materiais têxteis e pictóricos foi feita a partir das informações obtidas através do exame com lupa conta-fios do tecido da Pintura *Ouro Preto*, do exame de estereomicroscopia dos fios coletados do tecido da tela e da documentação existente sobre o quadro.

4.9.2 Esterilização dos modelos simulados

Todos os protótipos foram expostos à radiação ultravioleta por 30 minutos no interior de câmeras de fluxo para a sua completa esterilização.

4.9.3 Teste de germinação de conídios

Os testes de germinação foram conduzidos segundo protocolo adaptado de Elysaed e Shabana (2018).

4.9.3.1 Microrganismos

Devido à escassez de tempo, o teste de germinação foi realizado com apenas o fungo TEX 12, escolhido de modo aleatório.

4.9.3.2 Inoculação dos modelos simulados

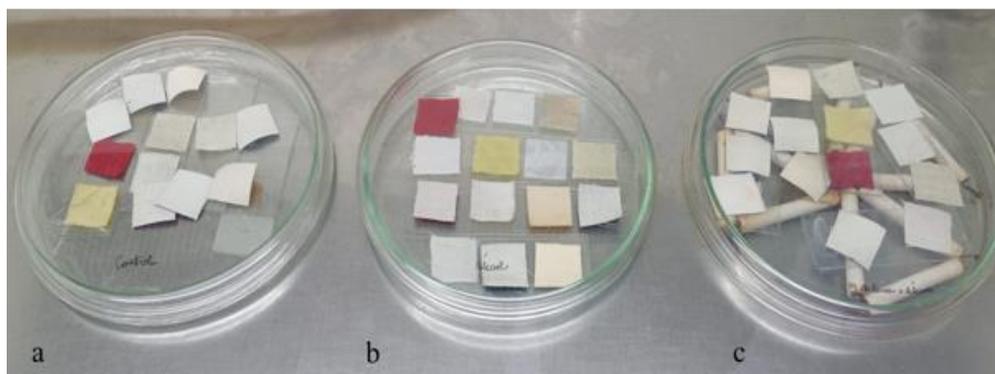
A cepa TEX 12 foi semeada em ágar DBA, encubada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ por um período de 15 dias em placas de Petri com 9cm de diâmetro. Em seguida, pipetou-se 3 ml de solução salina a 0,85% sobre a placa. Com o auxílio de uma alça, espalhou-se a solução salina sobre toda a superfície do fungo para que ocorresse a liberação de esporos. Em seguida, transferiu-se o líquido sobrenadante para um tubo de Falcon de 15 ml e ajustou-se a concentração da solução com o inóculo para a obtenção de valores entre 80% a 82% de transmitância. Após o ajuste da concentração, a solução com o inóculo foi utilizada para submersão dos protótipos têxteis por um período de 30 segundos cada conforme protocolo adaptado de Elysaed e Shabana (2018). As superfícies têxteis prototipadas (tecidos e tela) foram inoculados em triplicata.

4.10 Teste de evaporação em micro atmosfera

Os testes de evaporação em micro atmosfera foram conduzidos segundo o protocolo adaptado de Rakotonirainy e Lavédrine (2005). As superfícies têxteis prototipadas e inoculadas com o fungo TEX12 foram depositados sobre lâminas de microscopia montadas sobre suportes no interior de 3 placas de Petri de 100 mm x 200 mm autoclavadas. A distribuição das lâminas foi feita de modo que cada placa contivesse um exemplar de cada tipo de superfície têxtil. No fundo de uma das placas foram dispensados 3 mL²⁷ de álcool 70 para testar os efeitos em separado da solução a ser utilizada como potencializadora da evaporação do OE. Em outra placa foram dispensados 3 mL de solução de 8% OE *M. alternifolia* diluída em álcool 70. Em uma terceira placa – denominada de controle negativo – nenhuma substância foi utilizada. Em seguida, as placas foram identificadas, vedadas com película filmica (fig. 34) e mantidas em BOD temperatura a $\pm 25^{\circ}$ na ausência de luz por 78h.

²⁷ Quantidade suficiente para cobrir todo fundo da placa.

Figura 46 – Teste de vaporização em micro atmosfera.



Fonte: Autora (2024).

Após serem retiradas da BOD, as superfícies têxteis prototipadas foram fotografadas dentro das placas de petri. Em seguida, cada superfície têxtil prototipada foi seccionada com o auxílio de tesoura em 2 amostras menores de 1 cm de largura por 2 cm de altura. Uma amostra de cada superfície têxtil prototipada foi armazenada separadamente e usada como controle. A outra amostra foi submersa em 1,5 mL de solução de Tween-20 a 0,5% diluída em água estéril, previamente preparada em tubos de *ependorfs* 2 mL. Os tubos foram agitados durante 3 min em agitador rotativo a 1000 rpm para liberar os esporos dos fungos da trama dos tecidos. A solução de cada tubo foi transferida para uma placa de Petri distinta contendo meio BDA. As placas foram seladas, identificadas com o nome da superfície têxtil prototipada, inoculado e mantida em BOD a $\pm 25^{\circ}\text{C}$ por 30 dias, conforme protocolo adaptado de Elsayed e Shabana (2018).

4.10.1 Leitura

A contagem das unidades formadoras de colônia (UFCs) foi realizada no 3° (anexo x), 18° (anexo y) e 30° (anexo z) dia após a inoculação das placas de Petri com a solução extraída dos tubos de *ependorfs*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização do Fraque LAL 161

O Fraque LAL 161 pode ser descrito como uma peça do vestuário masculino, de corte acinturado e composto, originalmente, por lapela, mangas longas de uma folha, abotoamento nos punhos e na região do busto, 2 pences traseiras, cauda longa com fenda, 2 pregas traseiras, 14 botões encapados (3 botões de tamanho médio na frente direita, 3 botões de tamanho médio na frente esquerda, 3 botões pequenos em cada punho e 1 botão sobre o início de cada pence) (fig. 47).

Figura 47 – Da esquerda para direita: a) Frente do Fraque LAL 161; b) Costas do Fraque LAL 161.



Fonte: Cortesia MHAB[©]. Fotografia da autora (2022).

O fechamento da peça foi realizado com costura reta e a regularidade dos tamanhos e tensões dos pontos indica que foram produzidos com máquina. As margens de costura variam entre 1 e 2 cm de largura e todas elas foram embutidas no forro do casaco.

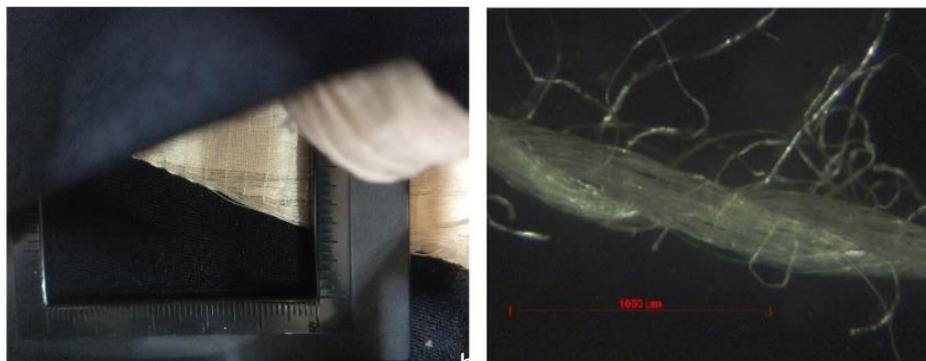
A microscopia digital e a inspeção com lupa conta-fios permitiram caracterizar as 5 superfícies têxteis encontradas nos:

- Tecido externo (principal tecido do casaco) – Tecido plano com armação em tafetá (padronagem 1 X 1) e trama fechada constituída de fios simples de lã da cor preta distribuídos na proporção de 26 fios de urdume por 31 fios de trama);

- Tecido principal de forro (usado no revestimento da frente, das costas e da cauda do casaco) - Tecido plano com armação em sarja (padronagem 2 X 1) e trama fechada constituída de fios de urdume de algodão na cor ocre e fios de trama de lã verde;
- Tecido de forro da gola - Tecido plano, armação em sarja (padronagem 2 X 1) e trama fechada constituída de fios na cor marrom distribuídos na proporção de 26 fios de urdume por 31 fios de trama;
- Tecido da lapela - Tecido plano, armação em sarja (padronagem 2 X 1), aspecto brilhante e trama fechada constituída de fios simples de lã na cor preta;
- Entretela da manga - Tecido plano, armação em tafetá (padronagem 1 X 1) e trama aberta constituída de fios simples de linho.

Não foi possível observar adequadamente a superfície têxtil usada como forro das mangas com lupa conta fios e scanner usb. Para a sua classificação foram usados os registros fotográficos obtidos na microscopia dos fios. As imagens obtidas (fig. 48) permitiram classificar a superfície como tecido plano de cor palha de aspecto brilhante constituído de fios simples de algodão.

Figura 48 – Da esquerda para direita: a) Contagem do número de fios do tecido forro da manga com lupa conta-fios com ampliação de 10X; b) Estereomicroscopia de fio extraído forro da manga sob aumento de 110X.

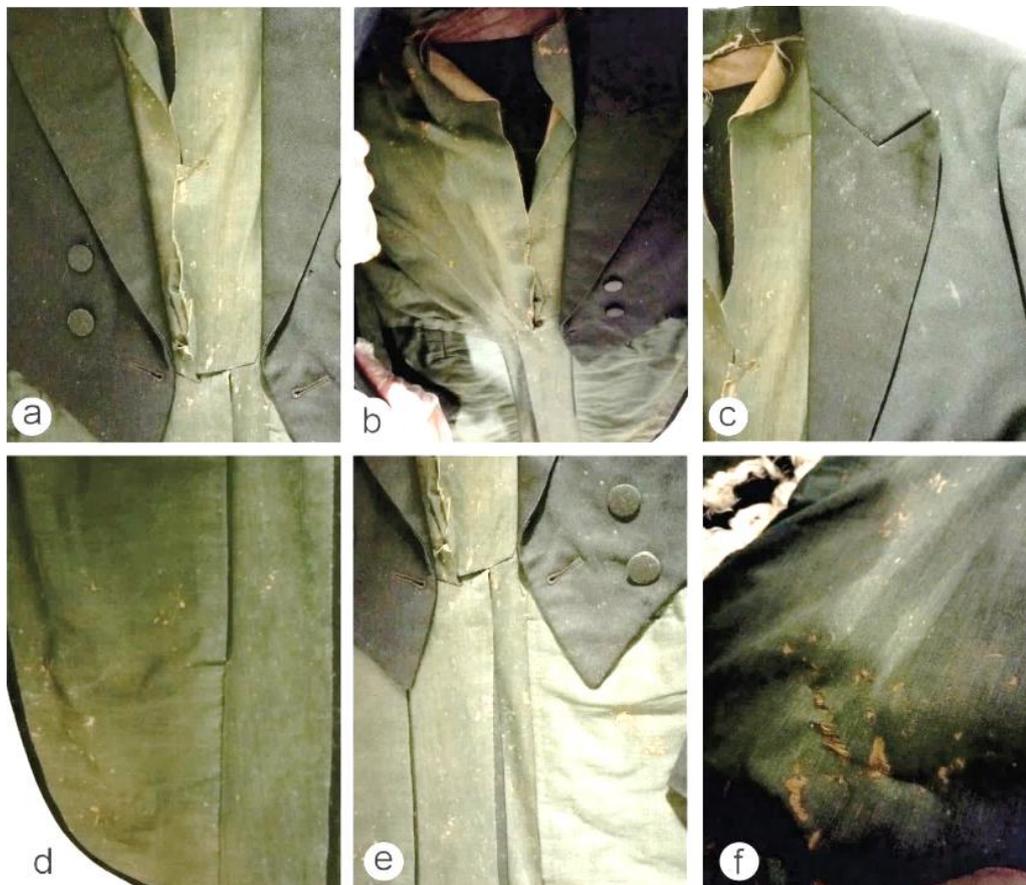


Fonte: Autora (2023).

5.1.1 Diagnóstico do estado de conservação

Durante a avaliação do estado de conservação inicial, o Fraque foi avaliado com conceito 3 na escala de Plebeu (ANEXO C). Para essa classificação, levou-se em consideração as patologias identificadas durante exame de inspeção a olho nu (fig. 49): Furos; manchas brancas; perda da tensão entre os fios da trama e do urdume; perda da tensão entre os fios da costura do forro das costas; rasgos; dissociação.

Figura 49 - Patologias identificadas no Fraque LAL 161. Da direita para a esquerda: a) Ausência de um dos botões da frente direita do casaco; b) Rasgo no tecido de forro; c) Indícios de colonização biológica nas regiões dos ombros; d) Indícios de colonização biológica na região da calda; e) perda de costura; f) rupturas nos ligamentos da trama do tecido de forro.



Fonte: Autora (2023).

O acúmulo de pontos brancos e rasgos nas regiões que permaneceram expostas à ação do ambiente durante o período de armazenamento²⁸ foram considerados como possíveis indícios de colonização de fungos filamentosos, pois, a longa exposição permite a precipitação de esporos. Em ambientes de alta temperatura e umidade, os esporos podem se desenvolver formando hifas vegetativas que penetram os tecidos e liberam enzimas para degradar a matéria orgânica presente nas fibras têxteis. O contato com as enzimas metabólicas leva ao aparecimento de manchas nos tecidos, à diminuição da resistência estrutural das fibras (MAZZOLI; PESSIONE, 2021), à perda do atrito entre fios, ao aparecimento de rasgos nos tecidos e a rupturas nas linhas de costura que mantém o formato original do objeto (FRENCH; HEIBERGER; BALL, 2005).

²⁸ O Fraque LAL 161 foi armazenado em uma arara de roupas sem capa de proteção.

A aparência ressecada das massas de hifas observadas através de microscopia usb e a ausência de cheiro característico de “mofo” no Fraque serviram como parâmetros para classificar os danos observados como relativos ao “ataque biológico tóxico sem atividade”, conforme classificação sugerida por Froner e Souza (2008). Após a transferência do casaco para a RT de Acervo Pictórico, no entanto, as hifas adquiriram coloração esverdeada e aumentaram de tamanho cobrindo aproximadamente 60% da peça; o que tornou necessário a realização de uma segunda avaliação do estado de conservação do objeto.

Para a nova avaliação, levou-se em consideração, também, os resultados obtidos através do exame de microscopia de luz polarizada da superfície das fibras das amostras 3639 (coletada do tecido usado como entretela do punho direito), 3642c (coletada do tecido encontrado no interior da gola), 3644 (extraída da lapela) e 3646 (extraída do tecido externo do casaco).

5.1.1.1 Caracterização de biodanos nos tecidos

A presença de hifas no substrato têxtil do fraque foi confirmada através de microscopia digital dos pontos brancos formados no tecido externo do casaco, composto de fibras de lã, e no tecido de forro das costas e da cauda, composto por fibras lã e algodão. Por meio das imagens obtidas foi possível observar que, em determinados locais do externo do casaco, as hifas concentraram-se entre os fios de modo a constituir buracos na trama (fig. 50a). E em outras localidades do tecido foi possível averiguar a formação sobre a trama (fig. 50b). Também foi possível constatar a formação de micélio de coloração branca e ocre (fig. 50c).

Figura 50 - Microscopia digital dos pontos brancos localizados no tecido externo do Fraque LAL 161. Resolução de 1600X.



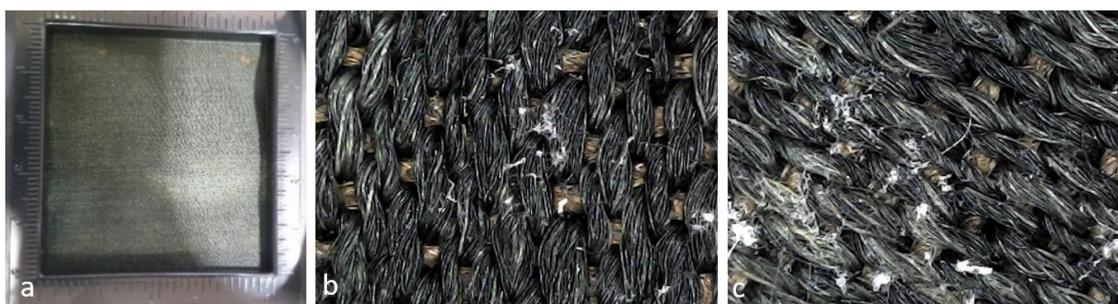
Fonte: Autora (2023).

Resultados semelhantes foram obtidos por Abdel-Kareem (2010) ao examinar amostras de tecidos de lã microbiodeteriorados do *Museum of Jordanian Heritage*. Através de microscopia eletrônica de varredura o autor conseguiu visualizar com maior definição, furos produzidos na trama de lã pelas hifas vegetativas de um fungo filamento pertencente ao gênero

Aspergillus. De acordo com o autor (*id*), os fungos cresciam claramente não apenas na superfície, mas também dentro das fibras, mas à medida que o fungo se desenvolvia ele formava buracos de micélio na trama. Em outras localidades do tecido, o autor (*id ibid*) conseguiu visualizar também a presença de hifas aéreas do mesmo fungo, que se destacavam das hifas vegetativas pela presença de conídios pigmentados. A diferenciação entre hifas vegetativas e hifas aéreas causada pela presença de esporos assexuais (conídios) pigmentados nas hifas vegetativas observada por Abdel-Kareem (2010) foi considerada como uma explicação plausível para a existência de diferença na coloração do micélio observado sobre o tecido de lã do Fraque LAL 161.

Já na microscopia digital da trama do tecido de forro, foi possível observar que as hifas se alojaram tanto sobre a superfície dos fios de lã, que compõem a trama do tecido, quanto sobre os fios de algodão, usados na construção do urdume. Credita-se o acúmulo de hifas nos fios de urdume à padronagem em sarja do tecido que, apesar de ser uma trama fechada (fig. 51a), cria um espaçamento suficiente no âmbito microscópico para que poeira e os esporos fúngicos se depositem sobre os fios. O sistema de ligamento em sarja permitiu que trechos de fios de urdume ficassem descobertos no sentido diagonal (fig. 51b e 51c).

Figura 51 - Da esquerda para direita: a) Contagem do número de fios do tecido forro com lupa conta-fios com ampliação de 10X; b) Microscopia digital do forro da cauda visualizada com resolução de 1600X; c) Microscopia digital do forro das costas visualizada com resolução de 1600X.



Fonte: Autora (2023).

Outra característica levada em consideração é que o tecido de trama aberta tem maior capacidade de atrair biodeteriogenos, porque seu espaçamento permite um maior acúmulo de sujeira, a qual possui capacidade hidrofílica (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2017) e serve de alimento para insetos e microrganismos (ESPINOZA; GRÜZMACHER, 2022).

5.1.1.2 Caracterização de biodanos nas fibras têxteis

Na amostra 3639, foi possível observar fibras lenhosas com contorno superficial disforme - causado pela perda de parte da superfície de contato (fig. 52a) -, pedaços de fibra espalhados pela lâmina e pontos de separação entre as fibras que formam o feixe lenhoso. A microscopia da amostra também permitiu identificar perda de convoluções nas fibras de algodão com maior aderência de estruturas com formato semelhante aos esporos de fungos filamentosos (fig. 52b). Na amostra 3642c, foram identificadas fibras de algodão com poucas convoluções e pontos de reversão espaçados. Na mesma amostra, foi possível detectar acúmulo de estruturas semelhantes a esporos e micélio sobre as fibras sintéticas (fig. 52c).

Figura 52 – Da direita para esquerda: a) Dissociação de parte da superfície da fibra observada através de microscopia de luz polarizada sob aumento de 33X; b) Estruturas com formato semelhantes a esporos fúngicos sobre as fibras visualizadas através de microscopia de luz polarizada com aumento de 33X; c) Fibra com acúmulo de estruturas de formato semelhantes a esporos [1] e micélio [2] visualizada através de microscopia de luz polarizada sob aumento de 66X.



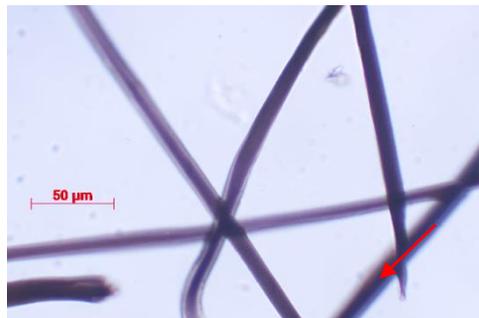
Fonte: Autora (2023).

Apesar do fato de que a maioria das fibras sintéticas são demasiadamente hidrofóbicas para permitir a biodegradação²⁹ (MAZONI; PESSIONE, 2021), a presença de estruturas semelhantes aos esporos e fragmentos de micélio indicam uma possível atividade metabólica que pode comprometer a estrutura física das fibras de algodão presentes na amostra.

Na amostra 3646, foram visualizadas fibras com pontas quebradas no formato “*brush-end*” (cerdas de escova) (fig. 53) - rupturas características do ataque bacteriano sobre fibras de lã que causa o aparecimento de estrias longitudinais seguidas pela divisão das fibras longitudinalmente e pela separação das células corticais (TEXTILE INSTITUTE, 1975). Morfologia semelhante foi encontrada nas fibras de lã do acervo têxtil do *Museum of Jordanian Heritage* microbiodeterioradas por ataque bacteriano (ABDEL-KAREEM, 2010).

²⁹ Apenas as fibras de poliuretano sofrem colonização microbiana por serem as únicas fibras sintéticas capazes de se ligar à água (MAZONI; PESSIONE, 2021).

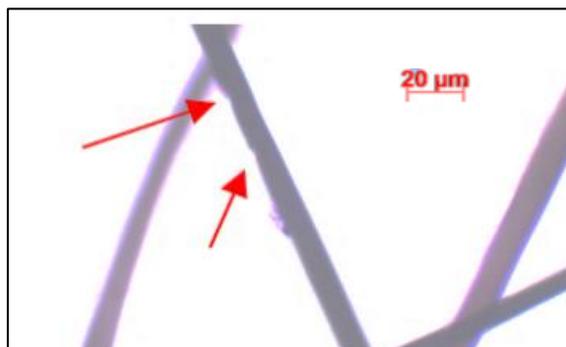
Figura 53 – Da direita para esquerda: a) Ponta quebrada com formato “*brush-end*”. Imagem visualizada com aumento de 33X.



Fonte: Autora (2023).

Na amostra 3646, também, foram identificadas pequenas cavidades que aparentavam penetrar a superfície da cutícula das fibras (fig. 54).

Figura 54 – Cavidades na superfície da fibra de lã. Imagens visualizadas com aumento de 33X.



Fonte: Autora (2023).

Cavidades semelhantes foram observadas em ensaios de biodeterioração de fibras de lã por submersão em água do mar: após 4 meses de submersão das fibras foi possível verificar a formação de um espesso biofilme e o aumento de tamanho, profundidade e frequência de cavidades na superfície da cutícula (BROWN, 1994).

Uma explicação plausível para o aparecimento e aumento das cavidades na superfície da lã é que a degradação causada pelos metabólitos liberados pelos microrganismos (enzimas, ácidos orgânicos, etc.) são geralmente acompanhadas de perda de massa e resistência mecânica do material (BROWN, 1994). Outra característica importante a ser considerada é que a degradação bacteriana dos materiais têxteis é mais intensa que a ocasionada por fungos (PEKHTASHEVA, 2012).

A caracterização dos biodanos apresentados pelas fibras têxteis do Fraque LAL 161 levou à modificação na classificação do ataque biológico para “ataque biológico alto em

atividade”, conforme classificação de Froner e Souza (2008), e à alteração na nota avaliação do estado de conservação objeto de 3 para 4 (ruim) (ANEXO C).

5.2 Caracterização da Pintura *Ouro Preto*

A Pintura *Ouro Preto* retrata a paisagem urbana da cidade de Ouro Preto do final do século XIX e início do século XX: Na imagem (fig. 43) é possível observar um aglomerado de casas circundado por cadeias montanhosas ao fundo (onde se sobressai o Pico do Itacolomi), espaços vegetativos, áreas descampadas à esquerda, edificações religiosas (a Igreja Nossa Senhora do Carmo e a Paróquia Nossa Senhora do Pilar), a Antiga Casa de Câmara, a Cadeia Municipal (atual Museu da Inconfidência), a Casa dos Contos, a Estação Ferroviária e um muro de pedras (ANEXO D).

Figura 55 – Anverso da Pintura *Ouro Preto*.

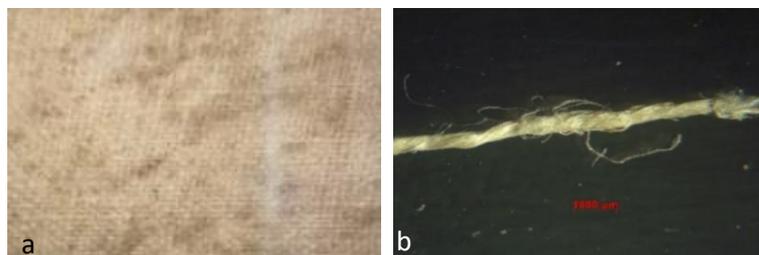


Fonte: Autora (2022).

As informações presentes na ficha de catalogação (ANEXO D) permitiram constatar que a policromia foi produzida utilizando-se a técnica de pintura a óleo sobre tela. Alguns pontos da policromia foram, no entanto, fixados com (PVA) durante a restauração realizada no ano 2003 (ANEXO E).

A camada pictórica foi produzida em tear plano com uma armação em tafetá formada por fios de coloração ocre e torção em “S” (fig. 44a) distribuído na proporção de 50 fios de urdume por 50 fios de trama a cada 5 cm² (fig. 44b).

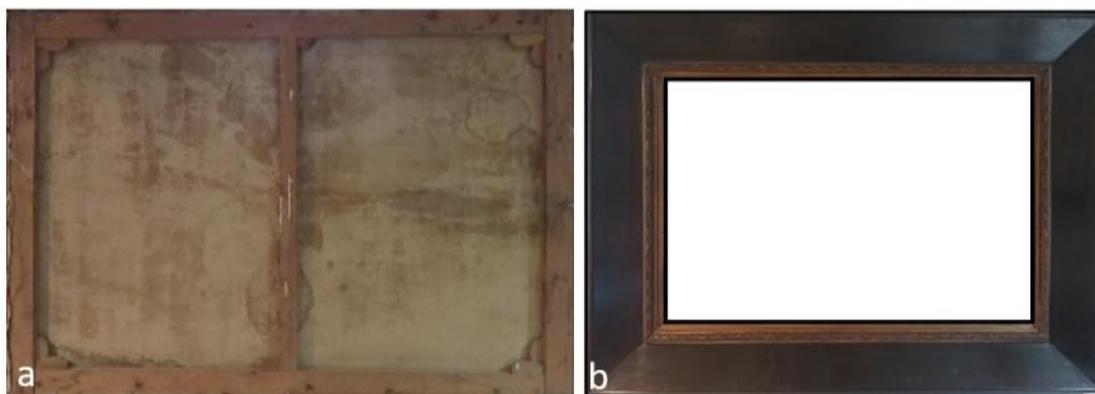
Figura 56 – Da esquerda para a direita: a) Estereomicroscopia de fio extraído da superfície têxtil sob aumento de 18X; b) Leitura do tipo de ligamentos e número de fios da superfície têxtil com lupa conta-fios com ampliação de 10X.



Fonte: Autora (2022).

O tecido foi esticado sobre bastidor de madeira com trava central e cunhas nos pontos de encontro das ripas (tanto internas quanto externas) (fig. 57a). A presença de cunhas permite a regulação da tensão do tecido, eliminando pregas ou ondulações que possam se formar ao longo dos anos (PASCUAL; PATIÑO, 2003). O anverso da moldura foi construído com madeira de textura lisa e de cor escura adornada com friso de gesso. Ambos os elementos configuram uma área interna 81,5 cm de altura por 116 cm de largura e uma área externa de 119 cm de altura por 156 cm de largura (ANEXO B).

Figura 57 – Da direita para a esquerda: a) Bastidor da Pintura *Ouro Preto*; b) Moldura e friso que integram o verso da Pintura *Ouro Preto*.



Fonte: Autora (2022).

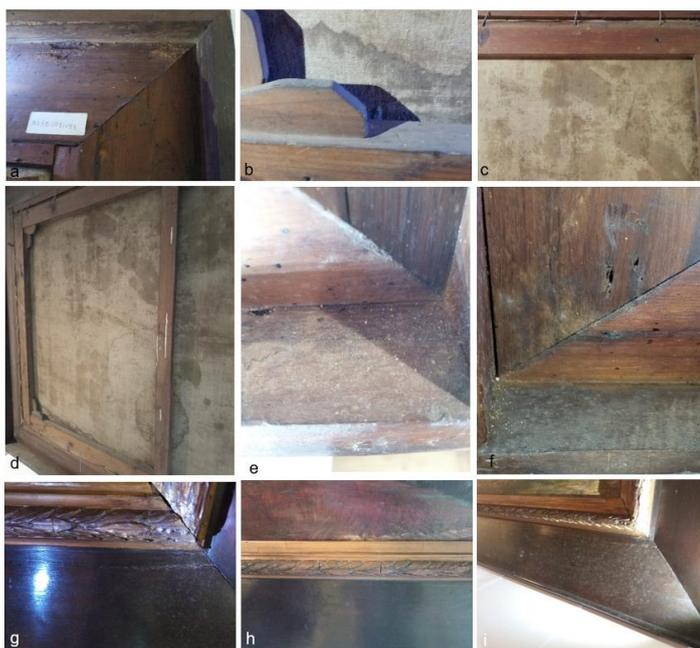
5.2.1 Diagnóstico do estado de conservação da Pintura *Ouro Preto*

Inicialmente, não foram identificados indícios de microbiodeterioração na obra devido a forma como ela estava armazenada³⁰. A obra só pode ser completamente vistoriada após à

³⁰ A Pintura foi fixada com ajuda de ganchos em um trainel móvel da RT de Acervo Pictórico e o acesso ao verso foi bloqueado por quadros dependurados do lado oposto do trainel.

solicitação de auxílio da equipe técnica no museu para a sua retirada. A solicitação, motivada pelo aparecimento de uma colônia de fungos filamentos na parte inferior do verso da moldura, levou a identificação de diversas patologias (figura 58).

Quadro 58 – Patologias identificadas na Pintura *Ouro Preto*. Da direita para a esquerda: a) Mancha de tinta e perdas de parte da moldura; b) Acúmulo de poeira; c) Furos; d) Manchas enegrecidas e marcas de contato com substâncias líquidas; e) Excrementos de insetos; f) Cavidades no verso da moldura; g) Estufamento do friso; h) Rachaduras no friso; i) Formação de colônias de fungos sobre a moldura.



Fonte: Autora (2023).

5.2.1.1 Caracterização de biodanos na moldura, bastidor e superfície têxtil

A colonização microbológica foi detectada através do exame de luz rasante, o qual permitiu visualizar colônias de fungos formadas sobre a superfície da moldura e verso do tecido da tela (fig. 59).

Figura 59 – Imagens obtidas através de exame de luz rasante: a) Colônias formadas sobre o anverso da moldura; b) Colônias formadas sobre o verso da tela.

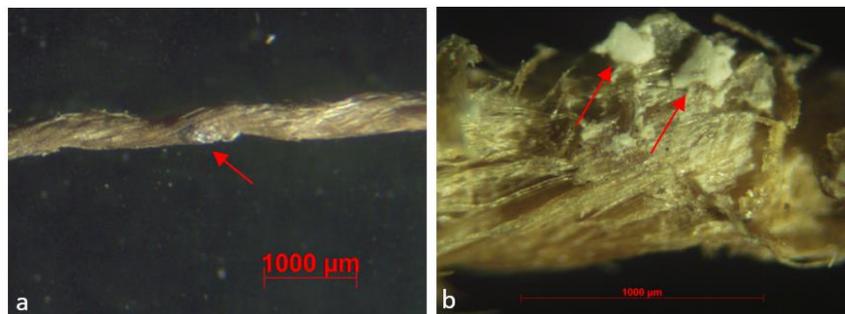


Fonte: Autora (2022).

5.2.1.2 Caracterização de biodanos nas fibras têxteis

Nas amostras 3632 e 3634 - extraídas, respectivamente, do canto superior esquerdo e canto inferior esquerdo do tecido da tela - foi possível observar também a impregnação de material de coloração acinzentada (fig. 60a) e branca (fig. 60b) sobre as fibras. Não foi possível, no entanto, determinar o tipo e a origem dos materiais impregnados, mas há grande possibilidade de que o material observado nas duas amostras seja resultado da impregnação acidental de tinta na lateral da tela. Também não foi descartada a hipótese de que o material presente na amostra 3634 possa corresponder ao corpo frutífero de algum fungo filamentosos.

Figura 60 - Da direita para a esquerda: a) Estereomicroscopia da amostra 3632 sob aumento de 18X; b) Estereomicroscopia da amostra 3634 sob aumento de 18X.



Fonte: Autora (2022).

Através da microscopia de luz polarizada das fibras de linho que compunham a amostra 3635 - extraída do canto superior da lateral esquerda do verso do tecido da tela - foi possível detectar a presença de estruturas com formato semelhante a esporos e micélio de fungos sobre a superfície de fibras individuais e feixes de fibras (fig. 61).

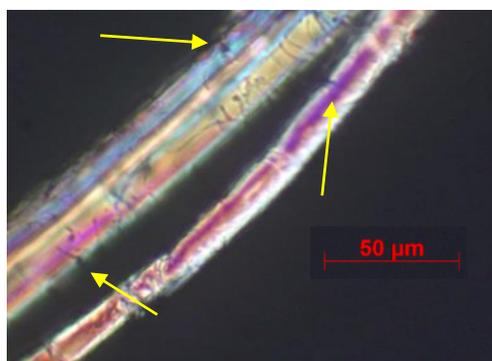
Figura 61 – Acúmulo de estruturas com formato semelhante a esporos e micélio de fúngico sobre feixes de fibras da amostra 3635. Imagens obtidas através da microscopia de luz polarizada visualizada com ampliação de 33X.



Fonte: Autora (2022).

A fixação de esporos sobre a superfície das fibras de linho pode ocorrer quando os fungos filamentos liberam de aerossol no ambiente (ELSAYED; SHABANA, 2018). Já a presença de esporos sobre o micélio por estar associada à produção de conídios pelas hifas reprodutivas (ABDEL-KAREEM, 2010). Em ambos os casos, a germinação de esporos pode levar a excreção de enzimas celulósicas que provocam a quebra da estrutura molecular e perda de resistência de fibras de origem vegetal (GUTAROWSKA *et al.*, 2016) - o que, em tese, explicaria os danos estruturais observados nas fibras de linho presentes na amostra 3634 colhida do canto inferior esquerdo do verso da tela (fig. 62).

Figura 62 – Cavidades com rachaduras formadas na superfície das fibras de linhos da amostra 3634. Imagem obtida através da microscopia de luz polarizada visualizada com ampliação de 33X.



Fonte: Autora (2022).

Rachaduras e fragmentações bideterioradas na superfície de fibras de linho também foram encontradas nos têxteis arqueológicos pertencentes à Divisão Arqueológica do *Museu de La Plata* (GUIAMET *et al.*, 2016). De acordo com Gutarowska *et al.* (2016), danos superficiais como arranhões, buracos e fissuras transversais são características comuns das fibras têxteis microbiodeterioradas (GUTAROWSKA *et al.*, 2016).

No caso das fibras têxteis comumente usadas na confecção de telas de pinturas antigas – linho e algodão -, a microbiodeterioração também possui relação direta com o teor de celulose, lignina e outros constituintes orgânicos presentes nas fibras: A existência de componentes não celulósicos - como lignina e ceras - diminui a suscetibilidade dos artefatos têxteis aos microrganismos. Já a presença de pentosanas e pectinas aumenta as chances de colonização dos materiais (TIANO, 2002). Por tais razões, as fibras com alto teor de lignina tornam-se mais resistentes ao ataque microbiológico do que as fibras purificadas. O algodão natural, por exemplo, é menos suscetível ao ataque de microrganismos do que o linho, pois contém em sua composição cerca de 5% de produtos não celulósicos, enquanto que o linho possui 15% (TIANO, 2016).

A ampla gama de componentes orgânicos e inorgânicos biodegradáveis no suporte da tela (tecido, papel, madeira, pergaminho, etc.), nos materiais adesivos (cola animal, vegetal, de peixe, etc.), na camada de base e nos óleos utilizados na ligação dos pigmentos, também, pode culminar na constituição de um micro ecossistema favorável à colonização de diversas comunidades microbianas (CAVENA; NUGARI; SALVADORI, 1994; ELSAYED; SHABANA, 2018).

A constatação do comprometimento de mais de 30% dos componentes da Pintura *Ouro Preto* pela atividade metabólica dos agentes biodeterogênicos foi o que levou a denominar o ataque biológico sofrido pela Pintura como “alto e em atividade”, conforme categorização proposta por Froner e Souza (2018) para o diagnóstico do estado de conservação de bens culturais. A extensão dos danos na Pintura também levou à alteração na nota de classificação do estado de conservação do objeto de 1 (bom) para 4 (ruim) (APÊNDICE D).

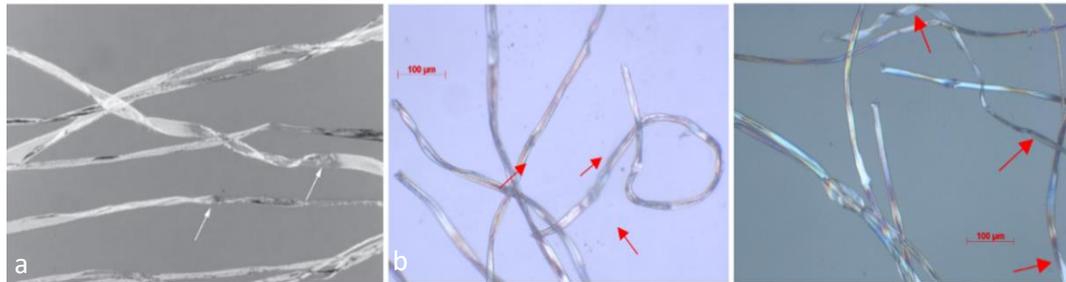
5.3 Identificação das fibras envolvidas no processo de microbiodeterioração dos acervos

Os principais componentes químicos das fibras, de acordo com Gutarowsk *et al.* (2016), determinam o mecanismo microbiano que induz a deterioração dos têxteis históricos. Os exames de microscopia e químicos realizados nas amostras coletadas da Pintura *Ouro Preto* e do Fraque LAL 161 indicaram a presença de 2 tipos de fibras vegetais (algodão e linho), 1 tipo de fibra proteica (lã) e 1 tipo de fibra sintética (poliéster).

5.3.1 Algodão

As fibras de algodão foram encontradas no forro do punho da manga direita (amostra 3638), na costura que unia do forro das costas (amostra 3640), na trama do forro da gola (amostras 3642a, 3642b e 3642c), no tecido de forro da cava direita (amostra 3643), no tecido de forro do colarinho (amostra 3644) e no fio de urdume do tecido de forro das costas (amostra 3645). A identificação da fibra foi possível graças à presença de inversões na direção da estrutura espiral, que formam hélices ao longo do seu comprimento e são características de fibras extraídas de semente do gênero botânico *Gossypium* - popularmente conhecidas como algodão (COOK, 2006). Nesse tipo de fibra é possível observar pontos de reversão em que as fibras ficam paralelas em relação ao seu eixo por um curto intervalo (TEXTILE INSTITUTE, 1975). Os pontos de inversão podem ser claramente percebidos durante a microscopia de luz polarizada ao utilizar uma placa compensadora vermelha de primeira ordem para proporcionar mudanças nas cores de interferência (fig. 63a) (HOUCK, 2009).

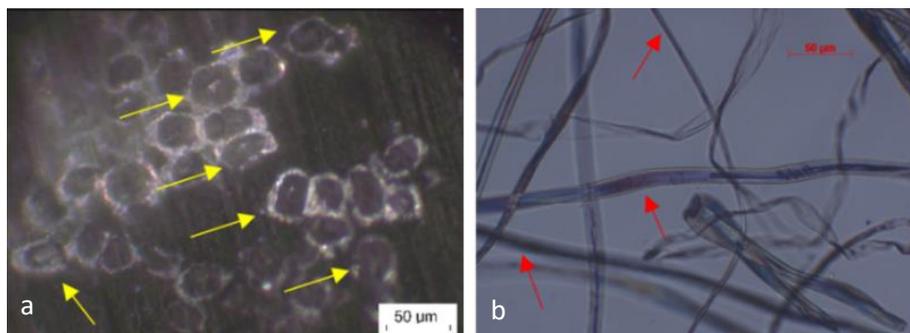
Figura 63 – Fotomicroscopia de luz polarizada de fibras de algodão. Da direita para a esquerda: a) Fotomicroscopia utilizada por Houck (2009) para mostrar os pontos de reversão característicos das fibras de algodão; b) Pontos de reversão observados na amostra 3645a com aumento de 33X; c) Pontos de reversão identificados na amostra 3638 com aumento de 33X.



Fonte: Houck (2009, p. 254) e autora (2024).

Em algumas amostras de fibras foi possível observar, também, aumento da seção transversal e diminuição no número de convoluções ao longo do comprimento da fibra (fig. 64) – características compatíveis com fibras de algodão que passaram por tratamento de mercerização – processo em que as fibras são postas em contato com agentes alcalinos (amoníaco líquido, hidróxido de sódio, hidróxido de lítio ou hidróxido de potássio) para aumentar sua resistência à tração e conferir aspecto lustroso à fibra. O processo de mercerização resulta no inchaço do cerne, altera o formato da parede do lúmen e reduz a quantidade de convoluções (GUPTA, 2008).

Figura 64 - Microscopia de luz polarizada da amostra 3643: a) Alterações no formato do lúmen observadas com aumento de 66X; b) Perda de convoluções observadas com aumento de 20X.



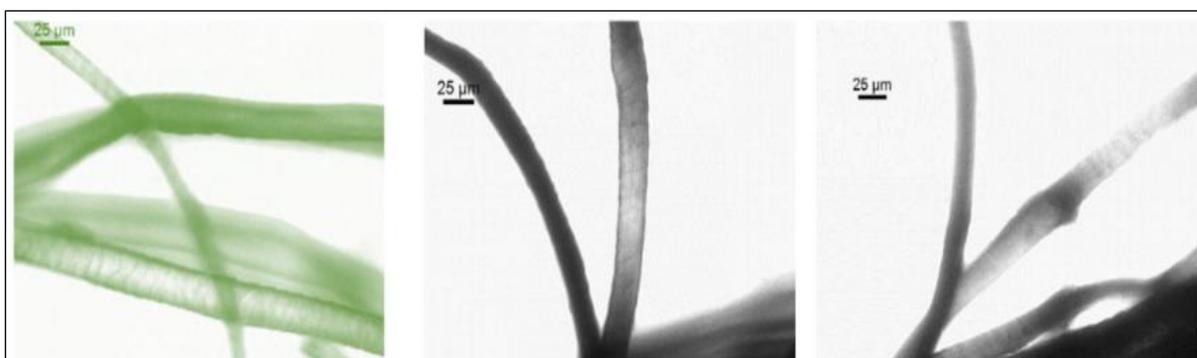
Fonte: Autora (2023).

5.3.2 Lã

As fibras de lã presentes nas amostras 3641, 3646 e 3647 coletadas da trama do forro das costas, do tecido da lapela e do tecido externo principal, respectivamente, foram,

primeiramente, identificadas durante o ensaio de combustão, o qual permitiu observar que as fibras se retraíam ao serem aproximadas da chama de uma vela, fundiam-se ao serem colocadas em contato direto com a chama e queimavam lentamente até a sua completa extinção enquanto liberavam odor semelhante ao de pelo queimado. Tais características foram compatíveis com o comportamento de fibras de lã antes, durante e depois da exposição ao calor da chama de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo SENAI (*on line*, s.d.). A confirmação do resultado foi realizada por meio da análise morfológica da superfície das fibras obtida através de exame de microscopia de campo claro. O exame permitiu detectar cutículas achatadas e parcialmente sobrepostas de coloração verde das fibras da amostra 3641 (fig. 65a) e de cor preta nas fibras das amostras 3646 (fig. 65b) e 3647 (fig. 65c).

Figura 65 - Da direita para a esquerda: a) Amostra 3641; b) Amostra 3646; c) Amostra 3647. Imagens observadas através de microscopia de campo claro com aumento de 33X.



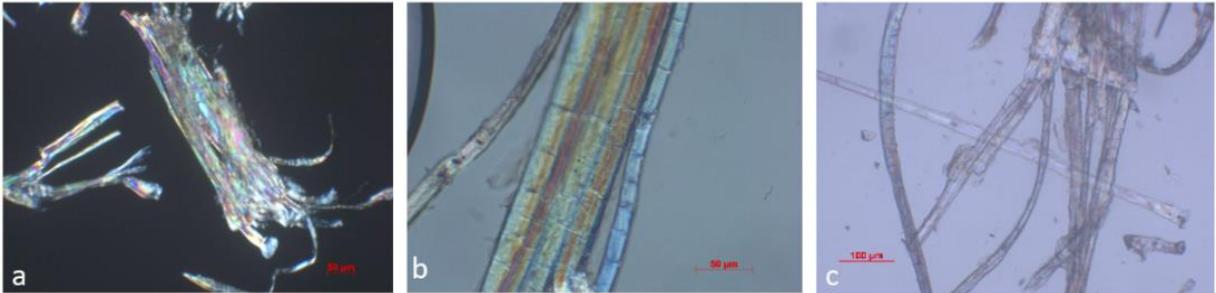
Fonte: Autora (2024).

Não foi possível, no entanto, realizar o corte transversal das amostras para a visualização microscópica devido à pequena dimensão das fibras coletadas (entre 0,3 mm e 0,5 mm de comprimento).

5.3.3 Linho

Fibras em feixes com nódulos e ranhuras compatíveis com aspecto morfológico da superfície de fibras lenhosas foram identificadas nas amostras 3636, 3637 e 3639 (fig. 66), extraídas, respectivamente, do tecido da entretela da manga direita, da gola e do punho direito.

Figura 66 – Da direita para a esquerda: a) Amostra 3636; b) Amostra 3637; c) Amostra 3639.
Imagens observadas através de microscopia de campo claro com aumento de 66X.

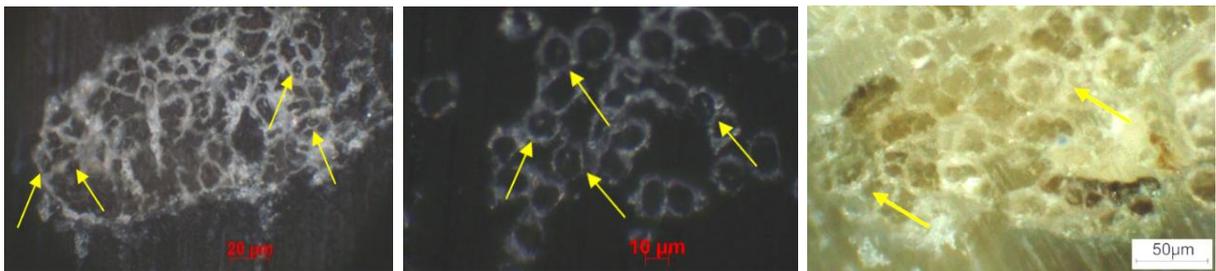


Fonte: Autora (2023).

As fibras lenhosas possuem uma forma exterior poligonal arredondada com um lúmen (cavidade central na fibra) estreito, redondo ou oval que dificulta a distinção entre as diversas fibras têxteis extraídas através da maceração do caule de vegetais (BERGFJORD; BODIL, 2010).

Para discernir o tipo de fibra lenhosa presente nas amostras 3636, 3637 e 3639, foi feito o corte transversal das fibras e a microscopia de luz polarizada da região. As imagens obtidas permitiram visualizar células de formato poligonal e lúmen estreito (fig. 67).

Figura 67 – Microscopia de luz polarizada do corte transversal das fibras das amostras 3636 (a), 3637 (b) e 3639 (c) visualizadas sob aumento de 66X, 20X e 18X. As setas indicam a localização de fibras com formato poligonal e lúmen estreito.



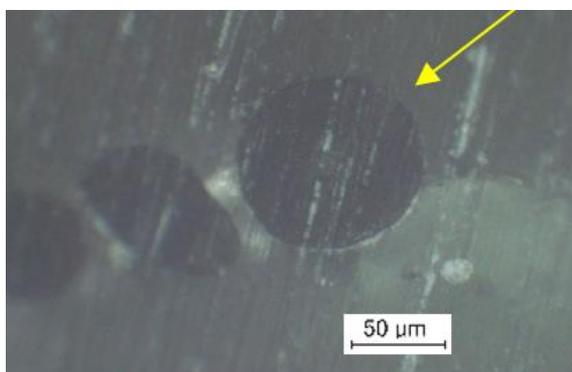
Fonte: Autora (2023).

A ausência de rachaduras ao redor do lúmen – que caracterizam particularmente as fotomicroscopias do corte transversal das fibras de rami (TEXTILE INSTITUTE, 1975) – também foi usada como parâmetro para classificar as 3 amostras como fibras extraídas do caule de plantas do gênero *Linum*, popularmente conhecidas como linho.

5.3.4 Poliéster

As fibras de poliéster foram identificadas juntos com as fibras de algodão nas fotomicroscopias realizadas da amostra 3642 (extraída do tecido de entretela usado no forro da lapela do Fraque). A microscopia de luz polarizada da superfície e do corte transversal das fibras 3642c detectaram a presença de superfície lisa com diâmetro circular regular, típico de filamentos sintéticos ou artificiais produzidos em extrusoras (fig. 68) (HOUCK, 2009; TEXTILE INSTITUTE, 1975).

Figura 68 – Microscopia de luz polarizada do corte transversal das fibras 3642c visualizada sob o aumento de 33X. A seta indica o formato circular da fibra.



Fonte: Autora (2023).

A origem da fibra foi determinada através de teste de queima, no qual foi possível identificar encolhimento, derretimento, odor e produção de resíduos semelhantes aos de fibras que possuem material sintético em sua composição (fig. 69).

Figura 69 - Quadro de comportamento das fibras 3642C perante a chama de uma vela.

Amostra	Comportamento da fibra					Resultado
	Próximo à chama	Na chama	Fora da chama	Odor	Resíduos	
3642c	Encolhe e se afasta da chama.	Derrete e escorre.	Para de queimar.	Semelhante ao de plástico queimado.	Forma pérolas duras e escuras.	Fibra sintética.

Fonte: Autora (2023).

O tipo de fibra sintética presente na amostra foi detectado através de teste químico de solubilidade em solução de H₂SO₄ a 98% a frio: Após 30 minutos de imersão, a fibra decompôs-se totalmente. O resultado foi comparado com o tempo de solubilidade de duas fibras 100% poliéster em solução de H₂SO₄ a 98% a frio (tabela 02).

Tabela 02 - Comportamento das fibras durante imersão em solução de H₂SO₄ a 98% a frio.

Amostra	Tempo de imersão		
	5 min	10 min	30 min
3642 c	Sem alteração.	Inicia a decomposição.	Decompôs-se totalmente.
Poliéster 01	Sem alteração.	Inicia a decomposição.	Decompôs-se totalmente.
Poliéster 02	Sem alteração.	Inicia a decomposição.	Decompôs-se totalmente.

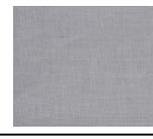
Fonte: Autora (2023).

O tempo de início e fim da decomposição das fibras foi igual para as três amostras.

5.4 Prototipagem das superfícies têxteis e material pictórico

Os tipos fibras e estruturas têxteis identificados no Fraque LAL 161 foram utilizados como parâmetros para a seleção de superfícies têxteis com características similares (fig. 70).

Figura 70 – Superfícies têxteis utilizadas como protótipos durante os testes de resistência de materiais.

Nome comercial	Composição	Armação	Fornecedor do produto	Imagem
Americano cru	100 % de fibras de algodão sem alvejamento (100%)	Tafetá	Loja de Tecidos Brazão	
Lãzinha	100% de fibras de lã natural	Sarja / espinha de peixe	Acervo da Professora Soraya Coppola	
Lãzinha.	100% de fibras de lã natural.	Sarja/espinha de peixe.	Acervo da Professora Soraya Coppola.	
Linho branco.	100 % de fibras de linho alvejadas.	Tafetá.	Casa Santo Antônio.	
Linho natural.	100 % de fibras de linho sem alvejamento.	Tafetá 194g/m ² .	104 Tecidos.	
Poliéster.	100 % de fibras de poliéster.	Tafetá.	Loja de Tecidos Brazão.	

Fonte: Autora (2023).

Já no caso da Pintura *Ouro Preto*, a prototipagem da tela foi realizada através da aquisição de uma de pintura industrial feita de tecido de algodão com padronagem em tafetá, trama fechada revestida de resina acrílica e esticada sobre bastidor de madeira. A camada pictórica foi reproduzida a partir de aplicação de duas camadas de tinta de óleo de linhaça. Para o estudo dos efeitos da aplicação do óleo sobre as tintas, utilizou-se as cores preta, verde, azul, branca, amarela e vermelha (fig. 71).

Figura 71 – Protótipo de tela de pintura preparada com tinta de óleo de linhaça.



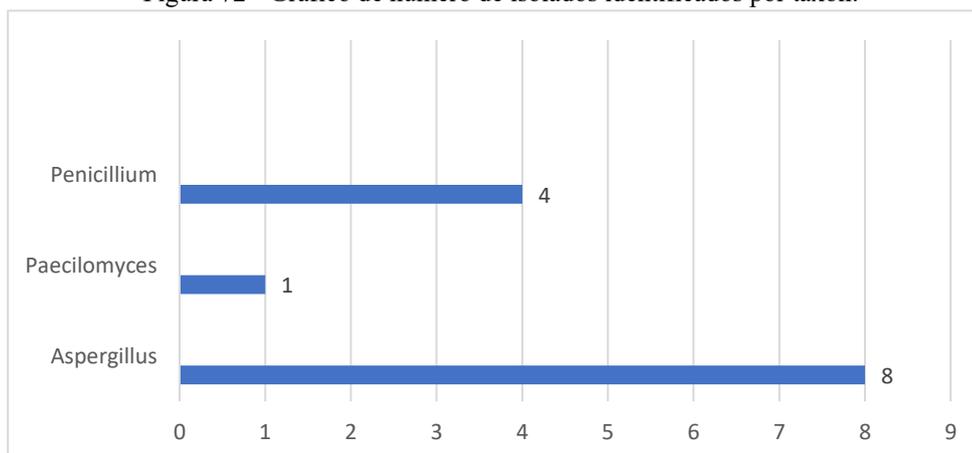
Fonte: Autora (2023).

5.5 Caracterização dos fungos filamentosos envolvidos na biodeterioração dos acervos

Através do cultivo microbiológico dos fios extraídos dos tecidos presentes na Pintura *Ouro Preto* e no Fraque LAL 161 foram obtidos 30 fungos filamentosos. Esses fungos foram agrupados segundo as características macromorfológicas das colônias em 13 morfotipos, nomeados como TEX 01, TEX 02, TEX 03, TEX 04, TEX 05, TEX 06, TEX 07, TEX 08, TEX 09, TEX 10, TEX 11, TEX 12 e TEX 13.

A observação microscópica das estruturas reprodutivas e nutritivas (cabeça, célula basal do pé, hifas e conídios) em lâminas semipermanentes permitiu agrupar morfotipos em 03 táxons (*Aspergillus*, *Paecilomyces* e *Penicillium*) pertencentes ao filo *Ascomycota*, conforme a distribuição do número dos isolados a seguir (fig. 72):

Figura 72 - Gráfico de número de isolados identificados por táxon.



Fonte: Autora (2024).

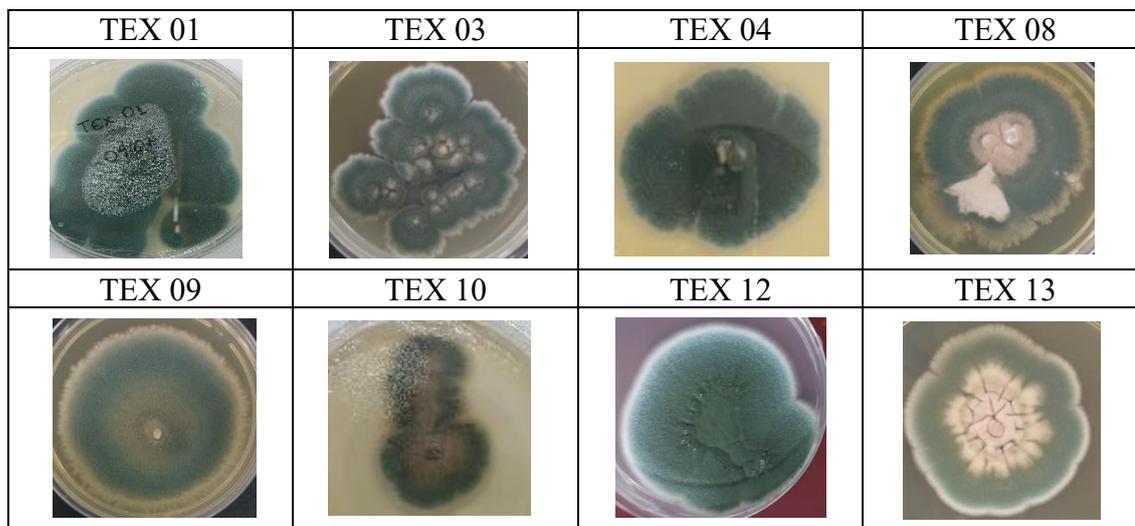
5.5.1 Táxon *Aspergillus*

Na Pintura *Ouro Preto*, o gênero *Aspergillus* foi encontrado nos fungos isolados dos fios extraídos das quatro bordas do tecido esticado sobre o bastidor de madeira: do fio extraído da parte superior (TEX 01), da lateral direita (TEX 13), da margem inferior (TEX 03) e da lateral esquerda (TEX 04). O mesmo gênero foi identificado nos fungos isolados de um fio proveniente da margem de costura que une as partes do tecido principal do Fraque LAL 161 na região das costas (TEX 10) e de fios extraído dos tecidos do forro do punho (TEX 08) e da entretela do punho do casaco (TEX 09).

5.5.1.1 Identificação das características macroscópicas

As colônias dos isolados apresentaram, no anverso das placas, coloração inicialmente branca com evolução para rosa, seguido de verde e depois marrom. Em ambos os estágios foi possível observar zonas concêntricas de superfície aveludada, seca e úmida (TEX 12), elevação plana e papilada (TEX 03 e TEX 12), margem filamentosa (TEX 01 e TEX 12) e ondulada (fig. 73). Já o verso das colônias apresentou coloração entre amarelo palha e ocre e textura lisa - com exceção do fungo TEX 13 que também apresentou sulcos na superfície.

Figura 73 - Aspectos macromorfológicos das colônias dos isolados identificados como pertencentes ao táxon *Aspergillus*.



Fonte: Autora (2023).

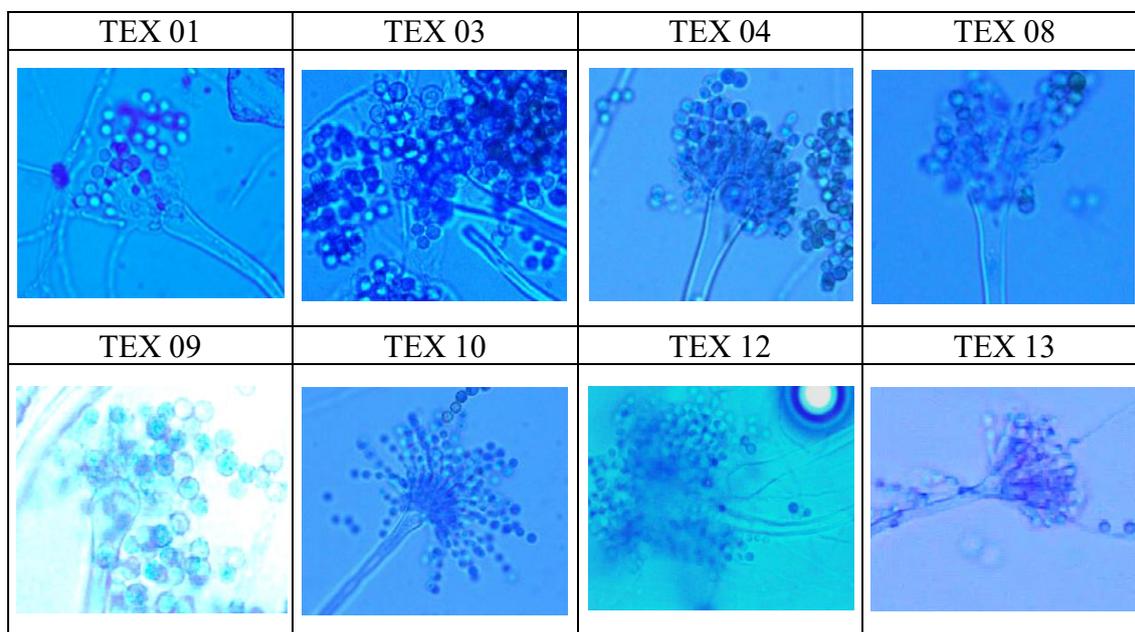
A produção de cores corresponde a uma das características mais marcantes de uma colônia de *Aspergillus* e é universalmente utilizada na caracterização de espécies do gênero. A substância corante pode ser depositada apenas nos conídios - como na espécie *A. flavus* -, na parede dos conídios, nos esterigmas, nas vesículas e na parte superior do conidióforo - como no *A. niger* (DIBA *et al.*, 2007). As cabeças também podem ser incolores ou quase, enquanto as camadas externas da parede do conidióforo podem ser coloridas (como nas espécies *A. flavipes* e *A. ochraceus*) (THOM; RAPER, 1945).

Em relação a velocidade de crescimento, a maioria dos fungos do gênero levaram de 12 a 14 dias para cobrir uma placa de 60 mm de diâmetro incubada a $\pm 24^{\circ}\text{C}$ em BOD. A única exceção foi o fungo TEX 13, que apresentou crescimento lento (21 dias para cobrir por completo a superfície da placa de petri nas mesmas condições de incubação).

5.5.1.2 Identificação das estruturas microscópicas

A microscopia das estruturas reprodutivas do isolados do gênero permitiu detectar a presença de vesícula espatulada (TEX 08), vesícula com formato conidial radial (fungo TEX 10) e piriforme (quadro 19), célula basal do pé ramificada a 90° , hifas septadas e hialinas, hifas septadas com terminais clamidósporos (apenas no fungo TEX 13) e conídios de superfície equinulada.

Figura 74 – Aspectos micromorfológicos dos fungos TEX 01, TEX 03, TEX 04, TEX 05, TEX 08, TEX 09, TEX 11, TEX 12 e TEX13 observados através de microscopia de campo claro sob aumento de 100X. Estruturas coloridas com azul de lactofenol.



Fonte: Autora (2023).

5.5.1.3 Identificação do perfil molecular

Apenas a ampliação da sequência do DNA ribossomal da região ITS dos fungos TEX 04 e TEX 10 foram suficientes para determinar os sub-gêneros do táxon *Aspergillus*. A ampliação da região ITS do isolado TEX 04 apresentou 99,35% de identidade com a sequência de *A. versicolor strain* ATCC 9577 [KU729039] e *A. amoenus strain* CBS 111.32 [OL772676] depositadas no *GenBank*. Já a ampliação da mesma região no isolado TEX 10 apresentou 99,33% de identidade com a sequência de *A. versicolor strain* ATCC [KU729039] e *A. amoenus strain* CBS 111.32 [KU729039] depositadas no *GenBank*.

Em ambos os casos, no entanto, há necessidade de realizar a ampliação de outras regiões para que se chegue a um resultado definitivo. Deste modo, todos os isolados do gênero receberam a denominação de *Aspergillus* sp.

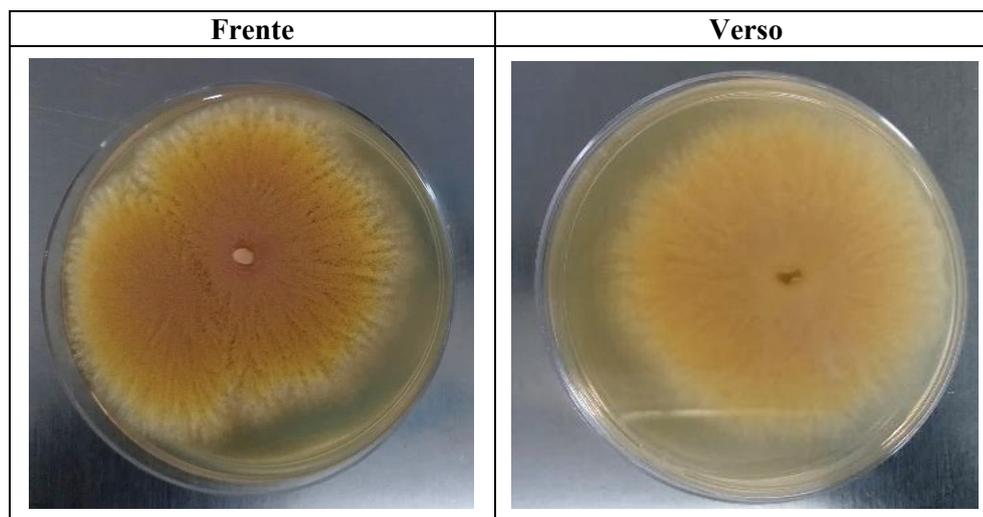
5.5.2 Táxon *Paecilomyces*

O isolado do gênero *Paecilomyces* foi obtido do cultivo em cultura pura do fio de algodão extraído do urdume do tecido de forro das costas do Fraque LAL 161 e, posteriormente, identificado como fungo TEX 06.

5.5.2.1 Identificação das características macroscópicas

O fungo TEX 06 apresentou crescimento rápido³¹, colônias de coloração verde-oliva-marrom, forma irregular filamentosa com elevação plana, margem filamentosa, textura aveludada (fig. 75) e ampla esporulação. Todas essas características foram compatíveis com as descrições elaboradas por Lopes *et al.* (2016) e Samson *et al.* (2009) para descrever espécimes pertencentes ao gênero *Paecilomyces*.

Figura 75 - Características macromorfológicas apresentadas pelo fungo TEX 06.



Fonte: Autora (2023).

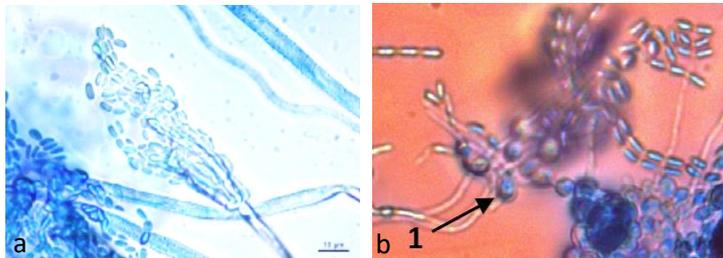
Em relação a velocidade de crescimento, o fungo isolado apresentou crescimento rápido, levando em torno de 06 para cobrir por completo a superfície de uma placa de petri de 60 mm de diâmetro incubada a $\pm 24^{\circ}\text{C}$ em BOD.

5.5.2.2 Identificação das estruturas microscópicas

O referido fungo isolado apresentou cabeça com coloração verde-oliva-marrom constituída por fiálide cilíndrica irregularmente ramificada. Também foi possível visualizar cadeias longas de conídios hialinos unicelulares distribuídos em cadeias basípetas (fig. 76a) e conidióforos muito ramificados semelhantes aos do gênero *Penicillium* (fig. 76b).

³¹ O fungo TEX 06 cobriu, por completo, uma placa de petri de 60 mm de circunferência após 6 dias de incubação a $\pm 24^{\circ}\text{C}$ em BOD.

Figura 76 - Características micromorfológicas das estruturas do fungo TEX 06. Da esquerda para a direita: a) Cabeça; b) Conídios. A seta e o número 1 indicam a localização de clamidósporos hialinos. Características observadas através de microscopia de campo claro sob aumento de 100X. Lâminas coloridas com azul de lactofenol.



Fonte: Autora (2023).

As características das estruturas microscópicas observadas através do exame de microscopia também foram compatíveis com as descritas por Lopes *et al.* (2016) e Samson *et al.* (2009) para isolados do gênero *Paecilomyces*.

5.5.2.3 Identificação do perfil molecular

A identificação fenotípica por meio de extração do DNA genômico e ampliação da região nuclear do espaçador interno transcrito (ITS) não foi suficiente para identificar o fungo TEX 06 em nível de espécie, sendo classificado somente em gênero como *Paecilomyces* sp.

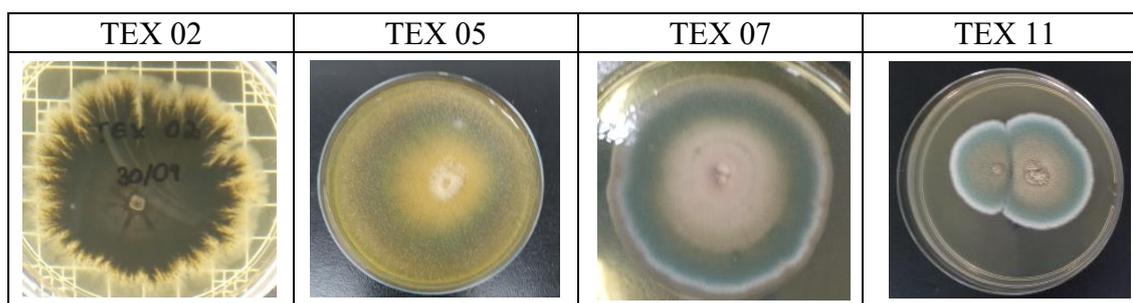
5.5.3 Táxon *Penicillium*

O gênero *Penicillium* foi encontrado no fio extraído da margem direita do tecido da tela (TEX 02), no fio coletado da parte interna do forro (TEX 05), no fio extraído do urdume do forro das costas do casaco (TEX 07) e no fio do tecido da parte externa do casaco (tecido principal) (TEX 11).

5.5.3.1 Identificação das características macroscópicas

As colônias apresentaram aspecto algodinoso e aveludado com cor inicialmente branca, modificando-se para rosa e, posteriormente, para a coloração amarela e/ou verde (fig. 77). A velocidade de crescimento apresentou variações: em torno de 9 dias para o fungo TEX 05 que preencheu por completo uma placa de petri de 60 mm de diâmetro incubada a $\pm 24^{\circ}\text{C}$ em BOD e 12 dias para que os fungos TEX 02, TEX 07 e TEX 11 ocupassem uma placa de mesma dimensão sob as mesmas condições de umidade e temperatura.

Figura 77 – Aspectos macromorfológicos dos isolados identificados como pertencentes ao táxon *Penicillium*.



Fonte: Autora (2023).

As características macromorfológicas observadas foram compatíveis com as utilizadas por Dantas (2013) para descrever o crescimento, a coloração e aparência das colônias de *Penicillium*.

5.5.3.2 Identificação das estruturas microscópicas

Já a microscopia das estruturas micromorfológicas detectou a presença de hifas hialinas (ramificadas, septadas e não septadas) e de conídios de superfície lisa ou equinulada – características consideradas chaves de identificação para o gênero segundo diversos autores (DANTAS, 2013; FIGUEIREDO *et al.*, 2020; SAMSON *et al.*, 2009). Também foram observados diferentes tipos de conidióforos: sem pontos de ramificação entre a fiálide e o estipe; com ramificações em um único estágio; com ramificações em dois estágios.

Alguns conidióforos do gênero *Penicillium* podem apresentar fiálides solitárias originadas diretamente das hifas vegetativas ou da célula terminal que se expande, formando uma vesícula. Outros podem apresentar um único verticilo terminal de fiálides em seu ápice (monoverticilados) ou conidióforos irregulares com métulas e ramos subterminais simples ou complexo e de tamanhos diversos (divaricados). Há, também, os que possuem dois verticilos com um conjunto de duas ou mais métulas de tamanhos e formatos diversos, posicionadas entre o final da estirpe e as fiálides (biverticilados); os que possuem um nível ou mais de ramificação, localizados entre a estirpe e as métulas (terverticilados), e os que possuem dois níveis de ramificação entre o ápice da estirpe, métulas e fiálides (quaterverticilados) (FIGUEIREDO *et al.*, 2020).

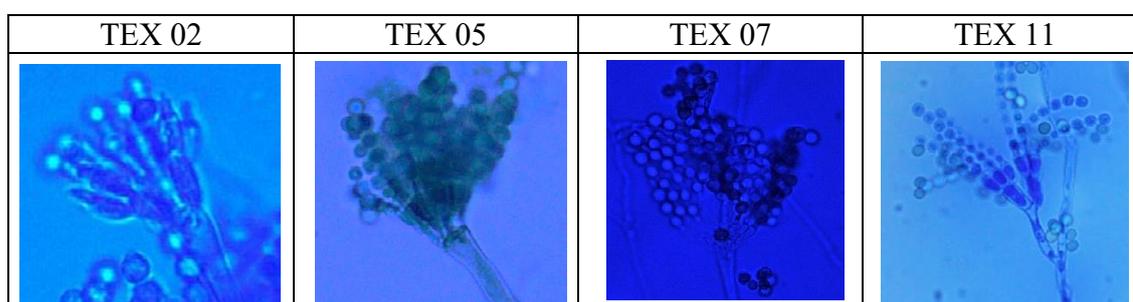
Os tipos de ramificação são usados como parâmetro taxonômico para a subdivisão do gênero:

- As espécies monoverticiladas são sub-classificadas como *Aspergilloides* (FIGUEIREDO *et al.*, 2020);

- As espécies biverticiladas são sub-classificadas como *Furcatum* ou *Biverticillium* (FIGUEIREDO *et al.*, 2020);
- As espécies terverticiladas e quaterverticiladas como *Penicillium* (PITT, 1979 *apud* DANTA, 2013);

Essa divisão permitiu sub-classificar os fungos TEX 02, TEX 07 e TEX 11 como *Furcatum* ou *Biverticillium* e o fungo TEX 05 como *Aspergilloides* (fig. 78).

Figura 78 – Aspectos micromorfológicos dos fungos TEX 02, TEX 05, TEX 07 e TEX 11 observados através de microscopia de campo claro sob aumento de 100X. Estruturas coloridas com azul de lactofenol.



Fonte: Autora (2023).

5.5.3.3 Identificação do perfil molecular

Do mesmo modo que ocorrera com os isolados do gênero *Aspergillus* e *Paecilomyces*, a identificação fenotípica dos isolados do gênero *Penicillium* por meio de extração do DNA genômico e ampliação da região nuclear do espaçador interno transcrito (ITS) não foi suficiente para a identificação de todos os subgêneros. Apenas a ampliação da região ribossomal do fungo TEX 11 obteve resultados possíveis: a região apresentou 100% de identidade com o isolado *P. goetzii* 2010F20 [MT558933] depositados no *GenBank*.

5.6 Diversidade dos fungos

A análise da diversidade dos fungos em relação aos artefatos permitiu concluir que dos 13 fungos identificados, 7 deles foram isolados do Fraque LAL 161 (sendo 3 fungos do gênero *Penicillium*, 3 do gênero *Aspergillus* e 1 do gênero *Paecilomyces*) e 6 deles foram isolados da Pintura *Ouro Preto* (5 fungos do gênero *Aspergillus* e 1 gênero *Penicillium*), conforme apresentado na tab. 03:

Tabela 03 – Táxon dos fungos isolados das amostras têxteis extraídas da Pintura *Ouro Preto* e do Fraque LAL 161.

Substrato	Táxon	Isolado
Fraque LAL 161	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 08
Fraque LAL 161	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 09
Fraque LAL 161	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 10
Fraque LAL 161	<i>Paecilomyces</i> sp.	TEX 06
Fraque LAL 161	<i>Penicillium</i> sp.	TEX 05
Fraque LAL 161	<i>Penicillium</i> sp.	TEX 07
Fraque LAL 161	<i>Penicillium</i> sp.	TEX 11
Tela da Pintura <i>Ouro Preto</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 01
Tela da Pintura <i>Ouro Preto</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 03
Tela da Pintura <i>Ouro Preto</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 04
Tela da Pintura <i>Ouro Preto</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 12
Tela da Pintura <i>Ouro Preto</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 13
Tela da Pintura <i>Ouro Preto</i>	<i>Penicillium</i> sp.	TEX 02

Fonte: Autora (2024).

Espécies do gênero *Aspergillus*, *Paecilomyces* e *Penicillium* são descritas na literatura como fungos saprófitos e cosmopolitas que possuem um mecanismo de biodeterioração que transforma a celulose das fibras vegetais em glicose através da excreção das enzimas 1,4-endo- β -D-glucano celobiohidrolase, endo-1-4- β -D glucana glucanohidrolase e glucohidrolase de β -D-glicosídeos. As espécies do táxon *Penicillium* possuem, também, mecanismos que promovem a degradação das fibras proteicas através da quebra da molécula de queratina por meio da redução de ligações dissulfeto (sulfitolise), da hidrólise enzimática proteólise e dos processos metabólicos oxidativos com liberação de amônia (desaminação) (GUTAROWSKA *et al.*, 2016).

Isolados dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, foram encontrados em coleções históricas de artefatos de seda chinesa do *Golestan Museum* no Iran, de vestes arqueológicas, bordados, telas de pintura e roupas de diversas instituições museológicas da Eslovênia (museus privados, Galeria Nacional e Museu do Estado) (KAVKLER *et al.*, 2015) e de têxteis antigos de lã e linho do *Copta Museum* e do *Jordanian Heritage Museum*. Os dois táxons estão entre os mais frequentemente envolvidos na microbiodeterioração do patrimônio têxtil³² (ABDEL-KAREEM, 2010).

A análise da diversidade dos fungos em relação ao tipo de substrato presente nas amostras extraídas do Fraque LAL 161 e da Pintura *Ouro Preto* também apontou a dominância de fungos dos dois gêneros: No caso das espécies e fibras envolvidas na microbiodeterioração do Fraque, observou predominância das espécies do gênero *Aspergillus* na biodeterioração das

³² De acordo com Kavkler *et al.* (2015), os mais frequentes fungos filamentos envolvidos na microbiodeterioração do Patrimônio Têxtil são *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cladosporium*.

fibras naturais vegetais (algodão e linho) e de isolados do gênero *Penicillium* na biodeterioração das fibras naturais proteicas (lã) (tabela 04).

Tabela 04 – Fungos isolados das amostras têxteis extraídas do Fraque LAL 161.

Táxon	Isolado	Substrato
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 10	Fibra de algodão
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 08	Fibra de algodão
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 09	Fibra de linho
<i>Paecilomyces</i> sp.	TEX 06	Fibra de algodão
<i>Penicillium</i> sp.	TEX 05	Fibra de algodão
<i>Penicillium</i> sp.	TEX 07	Fibra de lã
<i>Penicillium</i> sp.	TEX 11	Fibra de lã

Fonte: Autora (2024).

Já a análise da diversidade dos fungos isolados do tecido da tela da Pintura *Ouro Preto* apresentou preponderância do gênero *Aspergillus* sobre as fibras vegetais (linho) (tab. 05).

Tabela 05 – Fungos isolados das amostras têxteis extraídas da Pintura *Ouro Preto*.

Táxon	Isolado	Substrato
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 13	Fibra de linho
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 04	Fibra de linho
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 03	Fibra de linho
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 01	Fibra de linho
<i>Aspergillus</i> sp.	TEX 12	Fibra de linho
<i>Penicillium</i> sp.	TEX 02	Fibra de linho

Fonte: Autora (2024).

Esses resultados corroboram com relatos obtidos na literatura de que a espécie *A. niger* está entre as espécies que mais infestam telas de pintura a óleo de coleções de museus e coleções privadas (ELSAYED; SHABANA, 2018).

5.7 Caracterização do óleo essencial de *M. alternifolia*

O OE de *M. alternifolia* testado possui características físicas que se encaixam nos parâmetros físicos estabelecidos pela *International Organization for Standardization* (ISO) através da ISO 4730: 2017 e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2019): coloração entre o transparente e o amarelo claro, forte odor e aroma canforado. A ausência de viscosidade, de coloração verde-acastanhado e odor semelhante a aguarrás também são características utilizadas como indicativos de que o óleo não sofreu reações oxidativas que alteram suas propriedades físicas (BARRADAS, 2020).

De acordo com o perfil cromatográfico fornecida pela empresa Laszlo (ANEXO F), o óleo possui de 65 compostos bioativos. Desses componentes apenas 15 estão entre os estipulados pela ISO para que a substância possa ser considerada como óleo puro de *M. alternifolia* (tabela 06).

Tabela 06 – Tabela comparativa entre o perfil cromatográfico estabelecido para o OE de *M. alternifolia* pela ISO 4730: 2017 e o perfil do óleo utilizado nos experimentos desta pesquisa.

Componentes determinados pela ISO 4730: 2017	Concentração mínima permitida (%)	Concentração máxima permitida (%)	Concentração identificada na amostra testada (%)
α -Pinenos	1,00	4,00	3,74%
Sabineno	0,01	3,50	0,16%
α -Terpineno	6,00	12,0	10,52%
Limoneno	0,50	1,50	1,08%
ρ -Cymeno	0,50	8,00	2,06%
1,8-Cineolo	0,01	10,0	1,92%
γ -Terpineno	14,00	28,00	20,17%
Terpinoleno	1,50	5,00	3,40%
Terpinen-4-ol	35,0	48,0	42,00%
α -Terpineol	2,0	5,0	6,19%
Aromadendreno	0,2	3,0	0,49%
Ledeno (syn, ciridifloreno)	0,1	3,0	0,47%
δ -Cadineno	0,2	3,0	0,49%
Globulol	0,01	1,0	0,17%
Viridiflorol	0,01	1,0	0,47%

Fonte: *International Organization for Standardization* (2017, on line, s.d.).

Dentre os 15 compostos citados, 9 estão entre os majoritários³³ - terpinen-4-ol (42%), γ -terpineno (20,17%), α -terpineno (10,52%), α -terpineol (6,19%), α -pineno (3,74%), terpinoleno (3,40%), ρ -cimeno (2,06%), 1,8-cineole (1,92%) e limoneno (1,08%). Desses apenas o α -terpineol apresenta concentração 1,19% acima do determinado pela ISO 4730: 2017.

Não foram encontrados dados que expliquem o motivo da fixação da concentração máxima do α -terpineol em 5% e nem sobre o ajuste da concentração máxima da substância de 8% para 5%, ocorrido através da substituição da ISO 4730: 2004 pela ISO 4730: 2017. O que se obteve na literatura é que o α -terpineol corresponde a um dos principais fito marcadores do OE *M. alternifolia* (BRASIL, 2023) e que o composto não oferece riscos graves à saúde humana e de animais (BARRADAS, 2020). Fato corroborado pela *United States Environmental Protection Agency* (2021), que afirma que a toxicidade oral ou dérmica do composto é baixa.

³³ Foram considerados majoritários apenas os fitoconstituintes que apresentaram valor percentual de concentração acima de 1%.

Segundo a Instituição, O LD₅₀ agudo via administração oral (dose letal) em ratos é de 2.830 miligramas/quilograma (mg/kg) para α -terpineol e de 4.300 mg/kg para a mistura de α -terpineol e β -terpineol. Já o LD₅₀ via administração dérmica em coelhos para terpineol é >3.000 mg/kg. Os únicos efeitos observados (diminuição da ingestão alimentar, aumento do colesterol e aumento do triacilglicerol) ocorreram na dose limite após tratamento com α -terpineol durante 14 dias, mas nenhum efeito adverso foi observado em um estudo de 20 semanas em ratos.

O α -terpineno, juntamente com o terpinen-4-ol e a γ -terpineno, integra o grupo de compostos de maior interesse no óleo devido à ampla ação antimicrobiana. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2023), a somatória das concentrações desses 3 fitocompostos pode ser considerada como um bom indicativo da eficiência antimicrobiana do óleo. No entanto, é necessário, de acordo com a Agência (*id*) que a porcentagem de α -terpineno seja menor que a de γ -terpineno e a porcentagem de γ -terpineno seja menor que a de terpinen-4-ol.

No caso do óleo testado, a soma das concentrações dos três componentes representa 72,69% da composição e a porcentagem das concentrações destes compostos não excede os valores determinados pela Agência (*id ibid*) - o que assegura a capacidade antisséptica do óleo.

Os componentes majoritários p -cimeno, α -terpineol, α -pineno, terpinoleno, 1,8-cineole e limoneno, também, apresentam ação antimicrobiana (MARTELO; CARSON; RILEY; 2003) e, juntos, correspondem a 18,39 % do OE. Destacam-se entre esses componentes, as concentrações obtidas de p -cimeno e 1,8-cineole. A baixa concentração do p -cimeno apresentada pelo óleo em relação a margem percentual estipulada pela norma internacional foi considerado como um fator que atesta a boa qualidade do produto, pois grandes concentrações de p -cimeno no óleo ocorrem como resultado do processo oxidativo que os terpenos sofrem a medida em que o produto é exposto ao calor, à luz e à umidade. Por esse motivo a ISO 4730: 2017 fixa como parâmetro de qualidade uma concentração mínima de 35,0% para o terpinen-4-ol e máxima de 8% para o componente p -cimeno (BARRADAS, 2022).

Já a concentração de 1,92% do 1,8-cineole detectada no óleo ficou adequada aos parâmetros exigidos pela organização internacional para evitar altas concentrações que possam causar irritações cutâneas (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Há, no entanto, poucas evidências científicas de que o 1,8-cineol seja o principal composto irritante no OE de *M. alternifolia*: Testes de contato realizados com 118 coelhos com pele intacta e desgastada, com outros tipos de cobaias e em humanos não permitiram comprovar nenhuma evidência de irritação. Nem mesmo a aplicação dérmica de 120 mL do óleo não diluído em gatos com pele raspada e intacta

resultou em sintomas de hipotermia, descoordenação, desidratação e tremores ou na morte de um dos gatos (CARSON; HAMMER; RILEY, 2006).

A baixa toxicidade do 1,8-cineol foi comprovada através de estudo realizado com camundongos em que os valores de toxicidade LD₅₀ do 1,8-cineole (calculados pelo método de Litchfield e Wilcoxon³⁴) foram de 3.849 mg/kg. Os resultados obtidos sugeriram que a toxicidade do 1,8-cineol são de baixa toxicidade (classe 4), de acordo com o padrão da escala de Hodge e Sterner e critérios de classificações de toxicidade aguda (XU *et al.*, 2014).

A presença dos componentes minoritários no óleo (8,92% da concentração) na amostra testada foi considerada como um bom indicativo da procedência dos componentes da amostra, pois a exigência de compostos menores como sabineno, globulol e viridiflorol pela *International Organization for Standardization* visa dificultar ou tornar economicamente insustentável a formulação artificial do óleo (CARSON; HAMMER; RILEY, 2006 e 2003).

Já os componentes com concentração abaixo de 1% representaram um percentual de 8,92% na concentração.

5.8 Avaliação da concentração inibitória mínima (CIM) e fungistática do óleo essencial de *M. alternifolia*

Os resultados obtidos nos testes de microdiluição em caldo demonstram que a CIM do OE de *M. alternifolia* para o fungo *Aspergillus* sp. identificado com a sigla TEX12 foi de 4 mg/mL durante as primeiras 48h. Após 72h, a CIM subiu para 8 mg/mL e manteve-se nessa concentração após 360h de teste (15 dias), conforme demonstrado em tabela a seguir (tab. 07):

Tabela 07– Resultados do teste de atividade antifúngica do OE de *M. alternifolia*.

Código	Espécie	Leitura				
		24h	48h	72h	168h	360h
TEX 12	<i>Aspergillus</i> sp.	4,0	4,0	8,0	8,0	8,0
		mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml	mg/ml

Fonte: Autora (2023).

Optou-se, no entanto, em utilizar como CIM a concentração de 8,0 mg/ml, obtida após 168h (7 dias), por considerar-se que a reaplicação do OE a cada 7 dias se tornaria mais adequada

³⁴ O método proposto por Litchfield e Wilcoxon sugere a determinação da dose letal suficiente para matar 50% dos animais (denominada de DL₅₀) quando a dose letal aproximada for inferior a 2 g/kg.

para um contexto museológico em que o controle da microbiodeterioração precisa ser constante e o menos dispendioso possível³⁵.

O plaqueamento dos esporos presente no poço em que se registrou a CIM de 8,0 mg/mL e dos esporos dos poços em que foram testadas concentrações 2, 3 e 4 vezes maior apresentou crescimento fúngico após 24h; o que indica que o óleo OE de *M. alternifolia* possui atividade fungistática contra o fungo TEX12. Os resultados se mantiveram por 15 dias (tab. 08).

Tabela 08 – Tipo de atividade antimicrobiana do OE de *M. Alternifolia*.

ISOLADO	CFM (mg/ml)	Tipo de atividade
Tex 12	8,0 mg/ml	Fungistática
Tex 12	16,0 mg/ml	Fungistática
Tex 12	32,0 mg/ml	Fungistática
Tex 12	64,0 mg/ml	Fungistática

Fonte: Autora (2023).

A CIM de 4,0 mg/ml obtido nas primeiras 48h (que em termos de volume por volume, equivaleria a 0,4%) situou-se entre os valores de CIM entre 0,03% (v/v) e 0, 5% (v/v), obtidos nos testes de atividade *in vitro* do OE de *M. alternifolia* realizados por Carson, Hammer e Riley (2002) contra 106 dermatófitos e 78 fungos filamentosos.

Já a concentração máxima de 64,0 mg/ml testada no ensaio de determinação do tipo de atividade microbiana do OE ficou acima da média dos valores das concentrações fungicidas mínimas (CMF) alcançados por Carson, Hammer e Riley (*id*) (entre 0,12 e 2%) e abaixo da concentração fungicida de 8% (v/v) (80,mg/mL) identificada pelos autores para o fungo *A. niger*.

An *et al.* (2019), ao testarem a ação do OE de *M. Alternifolia* e três de seus componentes (terpeno-4-ol, 3-Careno e α -terpineol) na concentração de 0,8% (v/v) contra de *A. niger* - descrito na literatura como um dos fungos mais comuns na infestação de pinturas a óleo e outros objetos históricos (ELSAYED; SHABANA, 2018) - obtiveram interferência na morfologia das hifas e dos esporos.

A resistência do referido fungo aos OEs de manjerona, cânfora, cravo e manjeriço também foi testada pelos autores Elsayed e Shabana (2018) através da inoculação de esporos do microrganismo em modelos simulados de pintura em tela e posterior exposição do material aos óleos. Durante os testes, o OE de cânfora na concentração 80% (v/v) desempenhou melhor atividade antifúngica em relação aos demais óleos. O óleo também não apresentou efeitos

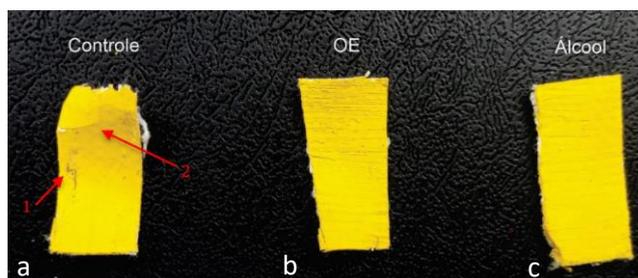
³⁵ Não é segredo que a maioria das instituições públicas destinadas a salvaguarda do patrimônio cultural brasileiro sofrem de carência de recursos.

colaterais notáveis nas propriedades dos modelos de pintura. Os resultados dessa investigação não só ajudaram a resgatar o patrimônio cultural da pintura a óleo do Egito, mas, também, o de toda a humanidade.

5.9 Testes de vaporização do óleo essencial de *M. alternifolia* em micro atmosfera

Após 78h de incubação, os protótipos têxteis que não foram submetidos a evaporação de nenhuma substância (controle) apresentaram micélio nas duas faces do tecido e rachaduras na camada pictórica durante o corte com a tesoura (fig. 79a). Todas as superfícies têxteis expostas à fumigação com álcool etílico hidratado 70% (v/v) também não apresentaram crescimento miceliano visível nas regiões do verso e do anverso (fig. 79b). O mesmo ocorreu com as superfícies fumigadas com solução de OE de *M. alternifolia* e álcool etílico hidratado 70% (v/v) (fig. 79c).

Figura 79 – Protótipos de tela após o teste de vaporização e corte com tesoura. O número 1 indica o acúmulo de micélio sobre a superfície e o número 2 indica a rachadura formada durante o corte.

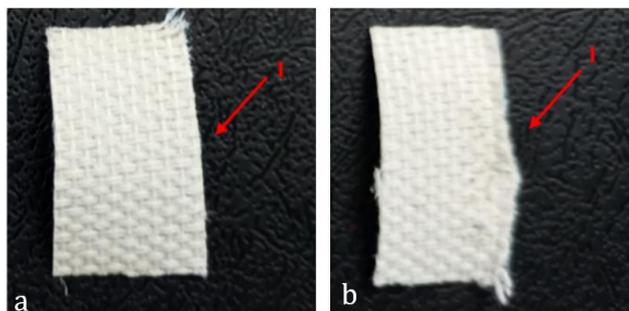


Fonte: Fotografia de Glenda Máira Silva Melo

Resultados semelhantes foram relatados por An *et al.* (2019) ao realizarem a fumigação de hifas e esporos do fungo *A. niger* com as concentrações de 0,4 $\mu\text{L}/\text{mL}$, 0,8 $\mu\text{L}/\text{mL}$ e 1,6 $\mu\text{L}/\text{mL}$ do OE de *M. alternifolia*.

Os protótipos têxteis compostos por fibras naturais e fumigados apenas com álcool etílico hidratado 70% (V/V) apresentaram maior rigidez durante a manipulação do que os protótipos de fibras naturais fumigados com solução de OE de *M. alternifolia* diluída em álcool etílico hidratado 70% (V/V). Nos dois casos, também foi possível constatar que os fios dos protótipos fumigados somente com álcool etílico hidratado a 70% (V/V) apresentaram aspecto quebradiço das fibras e diminuição de tensão por toda região em que se realizou o corte com a tesoura (fig. 80b).

Figura 80 – Da esquerda para direita: a) Protótipo de tela fumigado com solução de OE *M. alternifolia* e álcool etílico hidratado; b) Protótipo de tela fumigado apenas com álcool etílico hidratado. O número 1 indica a lateral do tecido em que foi realizado o teste de corte com a tesoura. Os pontos engrecidos na imagem correspondem aos locais em que ocorrem a impregnação de esporos durante o corte com a tesoura.



Fonte: Fotografia da autora 2024).

A aparência quebradiça das fibras foi considerada como possível reação à exposição ao tipo de álcool etílico utilizado no experimento que possui em sua composição 70 % de etanol e 30 % de água. Tal proporção é considerada a ideal para a assepsia de superfícies e objetos porque ajuda a dissolver a membrana lipídica de diversos tipos de microrganismos (CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA, *on line*, 2020). O contato com a solução, no entanto, leva também à dissolução de lipídios, que constituem a camada externa (cutícula) que protege as fibras celulósicas e proteicas (ROCHA *et al.*, 2008). A destruição da cutícula pode intensificar a perda de água das fibras para o meio ambiente e provocar a perda de elasticidade, a diminuição da resistência e o aspecto ressecado (KING, 2023).

O OE de *M. alternifolia*, por outro lado, é considerado como um excelente inibidor da degradação oxidativa dos lipídios. Tal ação é devida à presença de compostos fenolíticos em sua composição (como o terpineno-4-ol, γ -terpineno e α -terpinen), que impedem eliminação de radicais livres, em especial, dos radicais hidroxila que causam danos oxidativos aos ácidos graxos, ao DNA, às proteínas e aos outros componentes celulares da membrana biológica (ZHANG *et al.*, 2018). Ao impedir a degradação dos lipídios, o óleo evita a degradação da cutícula que protege a fibra contra o ressecamen; o que pode vir a explicar o melhor estado de conservação das fibras expostas à solução de OE de *M. alternifolia* diluída em álcool etílico hidratado 70% (V/V).

5.10 Germinação de conídios

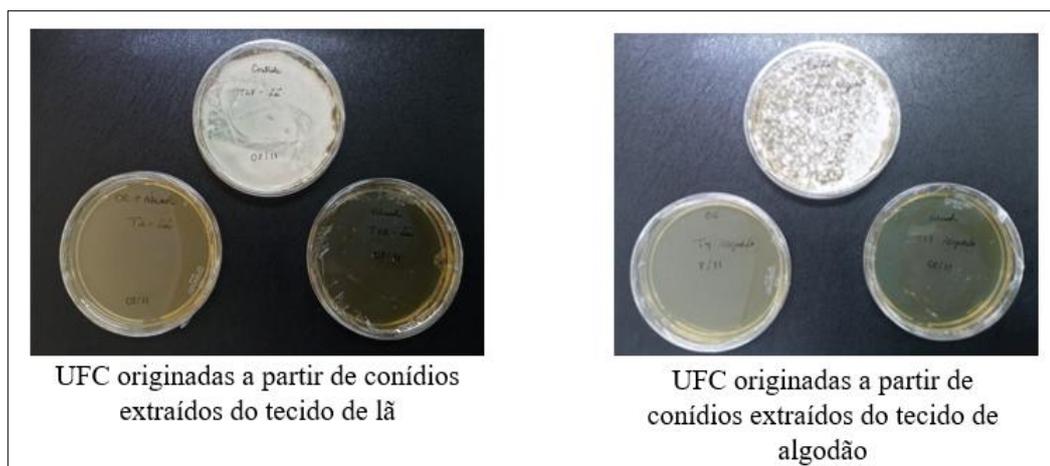
Após 78h de plaqueamento dos esporos extraídos dos protótipos de tecidos do Fraque LAL 161, não ocorreu crescimento fúngico nas placas inoculadas com esporos extraídos das superfícies têxteis que foram submetidas à evaporação com álcool etílico hidratado 70% (v/v) e com solução alcoólica de *M. alternifolia* 0,8% (v/v) (fig. 81 e 82).

Figura 81 – Resultados obtidos nos testes de germinação de conídios extraídos dos protótipos de tecidos do Fraque LAL 161 após 3 dias de inoculação. As placas que apresentam coloração branca correspondem as que possuem esporos de protótipos têxteis que não passaram por fumigação.



Autora (2024).

Figura 82 – Resultados obtidos nos testes de germinação de conídios extraídos dos protótipos de tecidos do Fraque LAL 161 após 3 dias de inoculação. As placas que apresentam coloração branca correspondem as que possuem esporos de protótipos têxteis que não passaram por fumigação.



Fonte: Autora (2024).

O mesmo aconteceu com placas que receberam esporos extraídos dos protótipos da tela da Pintura *Ouro Preto* que foram submetidas à evaporação com álcool etílico hidratado 70% (v/v) e com solução alcoólica de *M. alternifolia* 0,8% (v/v) (fig. 83) após 30 dias.

Figura 83 – Resultados obtidos nos testes de germinação de conídios extraídos dos protótipos da tela da Pintura *Ouro Preto*. As placas que apresentam coloração branca correspondem as que receberam os esporos dos protótipos têxteis que não passaram por fumigação.



Fonte: Autora (2024).

Os resultados obtidos nos ensaios de germinação assemelharam-se, em parte, aos resultados obtidos por e An *et al.* (2019), que obtiveram resultados entre 7,2% e 100% de inibição ao tentar coibir a germinação de esporos de *A. niger* com as concentrações de 0,4 $\mu\text{L}/\text{mL}$, 0,8 $\mu\text{L}/\text{mL}$ e 1,6 $\mu\text{L}/\text{mL}$ de OE de *M. alternifolia*, terpeno-4-ol e γ -terpineol após de 7 dias de incubação.

Nas placas que não foram submetidas à fumigação, foi possível detectar uma grande discrepância no número de colônias formadas nas primeiras 78h do experimento: a placa nomeada como T6 apresentou 3 UFCs, enquanto que as demais apresentaram incontáveis UFCs (ANEXO MM). Acredita-se que tal diferença seja devido à baixa bioreceptividade do tecido de poliéster. A falta de matéria orgânica em sua composição dificulta a sua decomposição pelos fungos para a retirada de nutrientes.

Após 18 dias de teste, também, constatou-se a formação de 3 UFCs na placa inoculada com esporos extraídos do protótipo têxtil de linho cru submetido à vaporização com álcool etílico hidratado 70% (v/v). O mesmo foi observado no protótipo têxtil de tela com tinta de óleo de linhaça azul fumigada com solução alcoólica OE de *M. alternifolia* a 0,8 % (v/v). Supõem-se que esses crescimentos sejam decorrentes do incorreto selamento das placas; já que o crescimento das colônias, nos dois casos, iniciou-se próximo às bordas. Outro fator levado em consideração é que as demais placas submetidas à evaporação com álcool etílico hidratado 70% (v/v) e com solução alcoólica de *M. alternifolia* a 0,8% (v/v) não apresentaram UFCs após 18 e 30 dias de leitura (ANEXO NN e OO).

Os resultados obtidos após 30 dias de teste foram considerados coerentes com os obtidos por Carson, Hammer e Riley (2006) em ensaios com conídios, os quais demonstraram que conídios germinados são muito mais suscetíveis ao OE de *M. alternifolia* do que os conídios não-germinados. Ainda de acordo com os autores (*id*), a maior susceptibilidade dos conídios germinados em relação aos não-germinados sugere que a parede dos conídios, quando intacta, confere considerável proteção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O patrimônio têxtil brasileiro é constituído por bens que simbolizam a identidade, o modo de agir e a memória dos diferentes grupos que formam a nação. Para que futuras gerações possam vir a usufruir de tais bens, faz-se necessário preservá-los nas melhores condições possíveis. No entanto, os objetos têxteis – em especial os que são constituídos a partir de fibras de origem celulósica (algodão, cânhamo, linho, rami, entre outros) ou proteica (seda, lã, por exemplo) - estão entre os artefatos mais suscetíveis ao processo de envelhecimento natural, deterioração e degradação.

A deterioração e degradação de fibras têxteis é um processo que ocorre pela somatória de um ou mais fatores, sejam eles físicos (excesso de água, temperatura inadequada, variações na temperatura, vento, luz e estresse mecânico), químicos (gases, ácidos húmicos do solo, entre outros fatores), antrópicos (manipulação incorreta) ou biológicos (ataque de microrganismos e insetos). Um ataque de fungos, por exemplo, ocorre quando há condições necessárias para que a colonização biológica aconteça - alto nível de umidade, contato com o solo, pouca ventilação e contato com material em decomposição.

A presença de componentes celulósicos e proteicos em alguns tipos de fibra têxteis aumenta ainda mais a susceptibilidade dos acervos à ação de fungos filamentosos: esses microrganismos aderem à superfície a esses tipos de fibras para delas extrair os componentes necessários à sua sobrevivência. As enzimas metabólicas liberadas por eles durante esse processo provocam alterações cromáticas, odor característico de mofo, perda de resistência das fibras, ruptura de fios e rasgos nos tecidos.

Tais características foram identificadas nas indumentárias históricas e nas telas das pinturas a óleo do Museu Histórico Abílio Barreto da Cidade de Belo Horizonte (MG) após a ocorrência de infiltrações de água da chuva no interior da RT em que as peças estavam armazenadas. Os biodanos causados pela contaminação microbiológica puderam ser constatados, em um primeiro momento, através da microscopia digital das superfícies têxteis de uma tela de pintura e de um fraque microbiodeteriorados.

Por meio de exames de microscopia, ensaio de combustão, teste de solubilidade também foi possível identificar os tipos de fibras presentes nos dois artefatos e relacionar a origem das fibras com os biodanos observados: a microbiodeterioração das fibras vegetais, por exemplo, está intrinsecamente relacionada com o grau de polimerização das moléculas, o comprimento da cadeia de celulose, o grau de cristalinidade, a orientação das fibras e o teor dos constituintes presentes em sua composição. As fibras de origem proteica, por outro lado, são menos

propensas ao ataque de fungos do que as fibras celulósicas, mas, em condições de armazenamento que atinjam altos índices de umidade e temperatura, as impurezas presentes nas fibras proteicas (sericina, no caso da seda, e cola, no caso da lã) podem servir de alimento para fungos dermatofíticos que produzem enzimas que quebram a queratina das fibras, causando a perda de resistência à tração e o aparecimento de descolorações com manchas de diferentes formas, cores nos tecidos. Já as fibras sintéticas – com exceção das fibras de poliuretano - são mais resistentes ao ataque de microrganismos em condições desfavoráveis de umidade e temperatura devido à característica hidrofóbica que possuem.

Através da técnica de microcultivo foi possível isolar 13 fungos de fios coletados como amostras dos artefatos colonizados e confirmar o envolvimento de fungos filamentosos na microbiodeterioração do acervo. A extração do DNA genômico e ampliação da região nuclear do espaçador interno transcrito (ITS) realizadas, no entanto, não permitiu a identificação do perfil molecular de todos os isolados. Apenas um pode ser identificado como pertencente a espécie *Penicillium goetzii*. Os demais fungos foram identificados apenas em nível de gênero por meio das técnicas de análise das características macromorfológicas das colônias e das estruturas reprodutivas e nutritivas dos microrganismos. A partir dessas informações, os isolados obtidos foram agrupados em 3 táxons: *Aspergillus*, *Paecilomyces* e *Penicillium*.

Ambos os táxons são descritos como microrganismos que obtêm nutrientes através da decomposição de matéria orgânica. Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, no entanto, estão entre os principais envolvidos na microbiodeterioração de acervos têxteis, sendo o gênero *Aspergillus* um dos principais táxons envolvidos na biodeterioração de fibras celulósicas enquanto que o gênero *Penicillium* é considerado como um dos principais táxons envolvido na biodeterioração de fibras proteicas.

A predominância de espécies do gênero *Aspergillus* na decomposição de fibras celulósica pode ser confirmada através do isolamento das espécies de fungos filamentosos presentes nas fibras de algodão extraídas do Fraque LAL 161 e das fibras de linho coletadas da tela da Pintura *Ouro Preto*. Foram notados também a predominância dos fungos do gênero *Penicillium* nas fibras de lã extraídas do Fraque.

Na busca por abordagens mais seguras, eficientes e econômicas para o controle da microbiodeterioração de artefatos de importância cultural, o campo da conservação-restauro vem desenvolvendo métodos sustentáveis a partir da aplicação de OEs, agentes antimicrobianos capazes de comprometer a estrutura e o funcionamento das células microbianas. A utilização de OEs na descontaminação de artefatos de importância cultural tem superado as desvantagens

dos métodos tradicionais de descontaminação que resultam em muitos efeitos colaterais para os objetos tratados, o meio ambiente e a saúde dos operadores.

Os ensaios realizados por esta pesquisa confirmaram a ação antifúngica do OE de *M. alternifolia* contra um dos fungos filamentosos isolados do acervo têxtil do MHAB e comprovaram que a fumigação do OE *M. alternifolia* consiste em um tratamento viável, eficaz contra fungos filamentosos e seguro para fibras, fios e tecidos de algodão, lã e linho, já que o óleo possui substâncias que inibem a degradação dos lipídios que formam às cutículas das fibras proteicas e celulósicas. Os resultados obtidos encorajam a realização de mais estudos *in vitro* e *in situ* sobre a ação do óleo contra outros fungos isolados do acervo do MHAB.

Mais estudos, também, são necessários para avaliar os possíveis efeitos adversos de sua aplicação a longo prazo em outros tipos de fibras e demais componentes do vestuário, tais como borracha, couro, gelatina, madeira, metais e ossos.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-KAREEM, O.. Monitoring, controlling and prevention of the fungal deterioration of textile artifacts in the Museum of Jordanian Heritage, **Mediterranean Archaeology and Archaeometry**, 2010, v. 10, n. 2, p. 85-96. Disponível em: <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=5895e0f23d7f4bbec6616309&assetKey=AS%3A458043373690880%401486217458164> Acesso em: 05 dez. 2023.
- ALMEIDA, S. B. S.. **Acervo têxtil do Museu Histórico Abílio Barreto**: Levantamento histórico e diagnóstico de conservação. 2018. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis). Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. 1 CD-R.
- ALSOHAILI, S. A.; BANI-HASAN, B. M.. Morphological and Molecular Identification of Fungi Isolated from Different Environmental Sources in the Northern Eastern Desert of Jordan. **Jordan Journal of Biological Sciences**, 2018, v. 11, n. 3, p. 329 - 337. Disponível em: <https://jjbs.hu.edu.jo/files/v11n3/Paper%20Number%202014.pdf> Acesso em: 05 dez. 2023.
- AMADEN-CRAWFORD, C.. **The art of fashion draping**. 3 ed. Fairchild Publications, 2007.
- AN, P.; YANG, X.; YU, J.; QI, J.; REN, X.; KONG, Q.. α -Terpineol and terpene-4-ol, the critical components of tea tree oil, exert antifungal activities in vitro and in vivo against *Aspergillus niger* in grapes by inducing Morphous damage and metabolic changes of fungus. **Food Control**, 2019, v. 98, p. 42-53.
- ANDRADE, C. S. F.; BATISTA, N. F.; LASAKOSVISCH, P. R.; OLIVEIRA, C. R.; ANTUNES, V. M. S.. Avaliação da citotoxicidade do tea tree oil e sua ação antimicrobiana em bactéria *propionibacterium acnes*. **Braz. J. Nat. Sci.**, 2018, v.1, n.3. Disponível em: <https://bjns.com.br/index.php/BJNS/article/view/37> Acesso em: 06 ago. 2023.
- ANDRÉS, G. Q.. **Micología clínica**. Barcelona: Elsevier Health Sciences Spain, 2015. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=MujICAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false Acesso em: 02 mai. 2022.
- BACHELIER, B.; GOURLLOT, J. P.. **Manual de qualidade da fibra – parte 2: A fibra de algodão**. Disponível em: https://imamt.org.br/wp-content/uploads/2018/03/manual_qualidade_parte2.pdf Acesso em 16 jul. 2024.
- BALL, S.; MANITTA, S.. Têxteis Planos. In: MLAC (Museums, Libraries and Archives Council). **Museologia: Roteiros práticos - Conservação de Coleções**. São Paulo: EDUSP; Vitae, 2005, p.123-22.
- BARRADAS, M. I. M. B. dos S.. **Melaleuca alternifolia**: evidência científica. 2020. 59f. Artigo (Mestrado Integrado em Medicina) Faculdade de Medicina. Universidade de Coimbra, 2022. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/97835/1/Melaleuca%20alternifolia.pdf> Acesso em: 07 abr. 2023.

BECERRA, J.; ORTIZ, P.; ZADERENKO, A. P.; KARAPANAGIOTIS, I.. Assessment of nanoparticles/nanocomposites to inhibit micro-algal fouling on limestone façades. **Building Research & Information**, 2019, v. 48, p. 180–190. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2019.1609233> Acesso em: 07 abr. 2023.

BERGFJORD, C.; BODIL, A.. A procedure for identifying textile bast fibres using microscopy: Flax, nettle/ramie, hemp and jute. **Ultramicroscopy**, 2010, v. 110, p. 1192–1197. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304399110001221> Acesso em: 15 jan. 2023.

BORREGO, S.; VALDÉS, O.; VIVAR, I.; LAVIN, P.; GUIAMET, P.; BATTISTONI, P.; SARAVIA, S. G.; BORGES, P.. Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from Cuban and Argentine documentary heritage. **ISRN Microbiology**, 2012, p. 1-7. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23762760/> Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **M47- *Melaleuca Alternifolia***, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/m-n-o/4446json-file-1/view> Acesso em: 09 jun. 2024.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. MELALEUCA, óleo *Melaleuca aetheroleum*. In: BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopeia Brasileira**, vol. 2. 6 ed. Brasília 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/arquivos/7989json-file-1>. Acesso em: 28 ago. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRITO, C. C.. Monumentalizando “ruínas precoces”: o Museu Histórico de Belo Horizonte e a imaginação museal de Juscelino Kubitschek. In: **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, 30, 2022, p. 1 - 47. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/anaismp/article/view/181838> Acesso em: 13 set. 2022.

BROWN, R. M.. **The microbial degradation of wool in the marine environment**. 1994. 118f. Dissertação (mestrado). University of Canterbury. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, 1994. Disponível em: <https://ir.canterbury.ac.nz/items/4c8dad0e-569f-4fdf-b5e4-c927b0a0749f> Acesso em: 03 jan. 2022.

CALDEIRA, A. T.. Green Mitigation Strategy for Cultural Heritage Using Bacterial Biocides. In: JOSEPH, E.(ed). **Microorganisms in the deterioration and preservation of cultural heritage**. Switzerland: Springer, 2021, p. 137-154. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-69411-1> Acesso em: 13 set. 2022.

CAMELO, C. B. R. S. C. R.; SANTOS, P. C. D.; PERFEITO, T. L. S. C.. Relação Museu/Escola: O caso do Museu histórico Abílio Barreto de Belo Horizonte. **Múltiplos**

Olhares em Ciência da Informação, 2017, v.7, n.2, p. 01-21. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/moci/article/view/17025> Acesso em: 07 de jul. 2022.

CAPPITELLI, F.; CATTÒ, C.; VILLA, F.. The Control of Cultural Heritage Microbial Deterioration. **Microorganisms**, 2020, v. 8. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/8/10/1542> Acesso em: 03 jan. 2022.

CAPPITELLI, F.; VILLA, F.. Novel Antibiofilm Non-Biocidal Strategies. In: JOSEPH, E..(ed). **Microorganisms in the deterioration and preservation of cultural heritage**. Switzerland: Springer, 2021, p. 117-136. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-69411-1> Acesso em: 03 jan. 2022.

CARSON, C. F.; HAMMER, K. A.; RILEY, T. V.. *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties. **Clinical Microbiology Reviews**, 2006, v. 16, n.1, p. 50–62. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/cmr.19.1.50-62.2006> Acesso em: 27 mai. 2023.

CARSON, C.F; RILEY, T. V.. Safety, efficacy and provenance of tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil. **Contact Dermatitis**, 2001, v. 45, p. 65–67. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11553113/> Acesso em: 27 mai. 2023.

CASELLI, E.; PANCALDI, S.; BALDISSEROTTO, C.; PETRUCCI, F.; IMPALLARIA, A.; VOLPE, L.; D'ACCOLTI, M.; SO_RITTI, I.; COCCAGNA, M.; SASSU, G.; *et al.*. Characterization of biodegradation in a 17th century easel painting and potential for a biological approach. **Plos One**, 2018, v.13, e0207630. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0207630> Acesso em: 27 mai. 2023.

CASTELLANI, A.. Long term maintenance and cultivation of common pathogenic fungi of man in sterile distilled water. **Commentar II**, 1967, v. 02, n. 17, p. 01-08. Disponível em: https://www.pas.va/content/dam/casinapioiv/pas/pdf-volumi/commentarii/commentarii-vol-ii/2_17.pdf Acesso em: 02 mai. 2022.

CAVENA, G.; NUGARI, M. P.; SALVADORI, O.. **La biologia nel restauro**. Itália. Editora Nardini, 1994.

CENTRO DE DOCUMENTACIÓN Y MUSEO TEXTIL (CDMT). El Museu Tèxtil de Terrassa: 75 Años de historia. Disponível em: <https://cdmt.cat/es/presentacio-museu-textil-terrasa-75-anys-historia/> Acesso em: 27 mai. 2023.

CHAIM, M. S.. **Guia técnico ambiental da indústria têxtil**. Belo Horizonte: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais e Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <https://pnla.mma.gov.br/publicacoes-diversas?download=32:guia-textil&start=20> Acesso em: 27 mai. 2023.

CLARK, S.. **Química essencial para aromaterapia**. Belo Horizonte: Laszlo, 2020.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade a

Terapia Antifúngica dos Fungos Filamentosos: Norma Aprovada. Documento M38-A, v. 22, n. 16. Wayen, PA.: National Committee for Clinical Laboratory Standards NCCLS/ CLSI, 2002. Disponível em: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/metodo_ref_testes_diluicao_modulo1.pdf Acesso em: 27 mai. 2023.

CODY, R.. **Textile Engineering**. Delhi, Research World, 2012.

COELHO, M. M.; HARDY, A. V.. Um novo museu, uma casa nova: o prédio do MHAB, projeto e construção. In: PIMENTEL, T. V. C. (Org.). **Reinventando o MHAB: O museu e seu novo lugar na cidade 1993-2003**. Belo Horizonte: Museu Histórico Abílio Barreto, 2004.

COOK, J. G.. **Handbook of fibres: Part I – Natural fibres**. England: Merrow Publishing, 2006.

COOK, J. G.. **Handbook of fibres: Part 2 – Man-made fibres**. 5ed. England: Merrow Publishing, 1993.

CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA. **Nota Oficial – Propriedades do álcool gel**. 28/02/2020. Brasília, 28 fev. 2020. Disponível em: <https://cfq.org.br/noticia/nota-oficial-propriedades-do-alcool-gel/> Acesso em: 24 jun. 2023.

CORAH, G.. **Textile Conservation: Deterioration of Materials**. 1997. 177f. Tese (doutorado). Faculty of the College of Fine and Applied Arts Department of Textiles. Rochester Institute of Technology, 1997. Disponível em: <https://repository.rit.edu/theses/3290> Acesso em: 02 jan. 2024.

CORDEIRO, A. C. A.. **Tecidos como patrimônio no Brasil: a realidade dos acervos têxteis eclesiásticos protegidos no Estado de Minas Gerais**. 2022. 289f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/49763> Acesso em: 15 jun. 2023.

CRAVEN, L. A.. Behind the names: the botany of tea tree, cajuput and niaouli. In: COUTHWELL, I. A.; LOWE, R. F. (ed.). **Tea Tree: The Genus *Melaleuca***. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1999, p. 11-28.

DALY, K.. **1782 Club: A study and conservation treatment of an original nineteenth-century irish tailcoat**. 2008. 80f. Dissertação (mestrado). S. U. N. Y. Fashion institute of technology. Programa de Pós-Graduação em Arts, Fashion and Textiles Studies: History, Theory, Museum Practice, New York, 2008.

DANTAS, T. B.. **Atividade antifúngica *in vitro* de timol sobre cepas do gênero *Penicillium***. 2013. 98f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/6812?locale=pt_BR Acesso em: 04 jun. 2022.

DIBA, K.; KORDBACHEH, P.; MIRHENDI SH; REZAIE, S.; MAHMOUDI, M.. Identificação de espécies de *Aspergillus* utilizando características morfológicas. **Pakistan Journal of Medical Sciences**, 2007, v.23, n. 6. Disponível em: <https://www.pjms.com.pk/issues/octdec207/article/article9.html> Acesso em: 04 jun. 2022.

Disponível em: <https://agora.emnuvens.com.br/ra/article/view/101> Acesso em: 04 fev. 2024.

DOMINGUÉZ, E. S.. **Colecciones Textiles en Museos Militares Tipología y Problemática de Conservación y Restauración**. 2015, 369f. Tese (Doutorado) Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Bellas Artes. Departamento de Pintura (Pintura y Restauración), Madrid, 2015. Disponível em: <https://docta.ucm.es/entities/publication/95828de3-5c9a-4ada-8a63-aa11a9965cb4> Acesso em: 05 maio 2022.

ELSAYED, Y.; SHABANA, Y.. The effect of some essential oils on *Aspergillus niger* and *alternaria alternata* infestation in archaeological oil paintings. **Mediterranean Archaeology and Archaeometry**, 2018, v. 18, n.3, p. 71-87. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330039177_The_effect_of_some_essential_oils_on_Asperrgillus_niger_and_Alternaria_alternata_infestation_in_archaeological_oil_paintings Acesso em: 14 set. 2022.

ESPINOZA M. F.; GRÜZMACHER, M. L.; F. E.. **Manual de conservación preventiva de textiles**. Chile: Fundación Andes, 2002. Disponível em: <https://www.cnct.cl/documentos/manualconservacion.pdf> Acesso em: 14 set. 2022.

ESPIRITO SANTO, J. V. F.. **Degradação De Materiais Constitutivos Da Fotografia Sobre Vidro Estudo Da Coleção Barão Von Tiesenhausen**. 2016. 254f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. Programas de Pós-Graduação em Artes. Belo Horizonte, 2106. Disponível em: file:///C:/Users/glend/Downloads/editado___tese_final_pos_jussara.pdf Acesso em: 09 set. 2022.

FANNIN, A. A.. **Handloom weaving technology**. Australia. Van Nostrand Reinhold Company, 1979.

FIGUEIREDO, C. N.; SOUZA, H. G.; CRUZ-MAGALHÃES, V.; SALES, L. S.; SANTANA NETO; D.; SOUZA, J. T.; ANDRADE, J. P.; MARBACH, P. A. S.. Diversidade taxonômica e identificação de *Penicillium*. In: SOARES, A. C. F.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; MARBACH, P. S. (Orgs.) **Tópicos em microbiologia agrícola**. Cruz das Almas, BA: EDUFRB, 2020. Disponível em: <https://www1.ufrb.edu.br/editora/component/phocadownload/category/2-e-books?download=211:topicos-em-microbiologia-agricola> Acesso em: 11 set. 2021.

FINCH, K.; PUTNAM, G.. **The care & preservation of textiles**. London: B.T. Batesford, 1991.

FLÜGEL, J. C.. **A psicologia das roupas**. São Paulo: Mestre Jou, 1966.

FLÜGEL, J. C.. Sobre o valor afetivo das roupas. **Psyche**, 2008, v.12, n.22. Disponível: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1415-11382008000100002&script=sci_arttext Acesso em: 14 jul. 2024.

FRENCH, A.; HEIBERGER, B.; BALL, S.. Conservação de coleções de vestuário. In: MLAC (Meusems, Libraries e Archives Council). **Museologia: Roteiros práticos - Conservação de Coleções**, vol 9. São Paulo: EDUSP; Vitae, 2005, p.63-74.

FRONER, Y. A.; SOUZA, L. A. C.. **Controle de pragas**. Belo Horizonte: EBA – UFMG; IPHAN, 2008. Disponível em:
https://www.academia.edu/24402437/T%C3%B3picos_em_Conserva%C3%A7%C3%A3o_Preventiva_7 Acesso em: 17 de ago. 2023.

GOMES, M. F.. Conservação de têxteis. **Oppidum**, 2010, v. 5., n. 4, 2010. Disponível em:
https://www.cm-lousada.pt/cmlousada/uploads/document/file/409/228_original.pdf Acesso em: 02 set. 2022.

GONDIM, R. F. A.; SILVA, J. D.; SILVA, C. S.. Aplicação de essencial de tea tree (*Melaleuca alternifolia*) e óleo balsâmico de copaíba (*Copaifera officinalis*) no controle de *staphylococcus aureus* em carne de frango cozida. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, 2023, v.16, n.5, p. 2531-2550.

GOOGLE ARTS & CULTURE. MUSEU IMPERIAL. **Traje majestático (1841)**. Disponível em: <https://artsandculture.google.com/asset/majestic-outfit-jo%C3%A3o-carlos-palhares/ywHVrNDStnLy6A?hl=pt-br>. Acesso em: 06 ago. 2023.

GREEN, S. W.. Managing textile collections. In: BIENNIAL SYMPOSIUM, 2. 1990, Washington, DC. **Proceedings: Textiles in Trade**. Washington - DC.: 1990, p. 14-16. Disponível: <https://www.ideals.illinois.edu/items/619> Acesso em: 06 ago. 2023.

GUEIDÃO, M.; VIEIRA, E.; BORDALO, R.; MOREIRA, P.. Available green conservation methodologies for the cleaning of cultural heritage: an overview. **ECR – Estudos de Conservação e Restauro**, 2020, n. 12, p. 22-44. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/357877992> Acesso em: 13 mai. 2024.

GUIAMET, P.; SOTO, D.; TEILECHE, T., BATTISTONI, P.. Microscopias en investigaciones de cerámicas y textiles arqueológicos. **Acta Microscopica**, 2016, v. 25, p.155-157. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/332031601_Microscopias_en_investigaciones_de_ceramicas_y_textiles_arqueologicos Acesso em: 13 ago. 2022.

GUILLITE, O.. Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies. **Science of the Total Environment**, 1995, v. 167, p. 215-220. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/004896979504582L> Acesso em: 13 ago. 2022.

GUPTA, B. S.. **Friction in textile materials**. England: Woodhead Publishing, 2008. Disponível em:
<https://lib.manaraa.com/books/Friction%20in%20textile%20materials%20by%20B.%20S.%20Gupta.pdf> Acesso em: 11 set. 2023.

GUTAROWSKA, B.; PIETRZAK, K.; MACHNOWSKI, W.; MILCZAREK, J. M.. Historical textiles – a review of microbial deterioration analysis and disinfection methods. **Textile Research Journal**, 2016, v. 87, n 19, pp. 2388–2406. Disponível em:
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0040517516669076> Acesso em: 27 mai. 2023.

GUTAROWSKA, B.; SKORA, J.; ZDUNIAK, K.; REMBISZ, D.. Analysis of the sensitivity of microorganisms contaminating museums and archives to silver nanoparticles. **Int.**

Biodeter. Biodegr., 2012, v.68, p.7–17. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964830511002538> Acesso em: 27 mai. 2023.

HAMMER, K. A.; CARSON, C. F.; RILEY, T.V.. Antifungal Activity of the Components of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil. **Journal of Applied Microbiology**, 2003, v. 95, n. 4, p. 853-860. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2672.2003.02059.x/abstract> Acesso em: 27 mai. 2023.

HAMMER, K.A.; CARSON, C.F.; RILEY, T.V.. *In vitro* activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against dermatophytes and other filamentous fungi. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, 2002, n. 50, p. 195-199. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12161399/> Acesso em: 13 ago. 2022.

HOUCK, M. M.. **Identification of textile fibers**. England: Woodhead Publishing, 2009.

INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 4730:1996**. Oil of *Melaleuca terpin-4-ol* type (Tea tree oil). Geneva Switzerland: ISO, 1994. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/28994.html> Acesso em: 12 abr. 2022.

INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 4730:2017**: Oil of *Melaleuca*, terpin-4-ol type (Tea tree oil). Geneva Switzerland: ISO, 2017. Disponível em: <https://www.sis.se/api/document/preview/921469> Acesso em: 12 abr. 2022.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **Irradiation technology**: Uses of ionizing radiation for tangible cultural heritage conservation. Australia: IAEA, 2017. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/16-17821_PUB1747_web.pdf Acesso em: 13 ago. 2022.

KAVKLER, K.; GUNDE-CIMERMAN, N.; ZALAR, P.; DEM_SAR, A.. Fungal contamination of textile objects preserved in Slovene museums and religious institutions. **International Biodeterioration & Biodegradation**, 2015, v. 97, p. 51-59. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964830514003138> Acesso em: 13 ago. 2022.

KEESING, F. M.. **Antropologia Cultural**: a ciência dos costumes, vol. 2. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1972.

KHAN, A. N.; RAKIB, M. A. N.; BHUIYAN, E. M. S.; HOWLADER, M. R.. A Review Paper on Textile Fiber Identification. Disponível: **IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering**, 2017, v. 4. n. 2. p. 14-20. <https://www.researchgate.net/publication/315962790> Acesso em: 05 mai. 2023.

KING, M. L.. **Conservación Preventiva en colecciones textiles**. In: CICLO CONFERENCIAS: PATRIMONIO Y CONSERVACIÓN PREVENTIVA. 1. 2013, Astúria. ARA, 2013.

KUASNE, A.. **Fibras Têxteis**. Curso têxtil em Malharia e Confecção - 2º Módulo. Centro Federal De Educação Tecnológica De Santa Catarina, Araranguá, 2008. Disponível em: https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/8/88/Apostila_fibras.pdf Acesso em: 04 nov. 2021.

LANDI, S.. **The textile conservator's manual**. 2 ed. Routledge, 1992.

LEVINSKAITĖ, L.; PAŠKEVIČIUS, A.. Fungi in water-damaged buildings of Vilnius Old City and their susceptibility towards disinfectants and essential oils. **Indoor Built Environ**, 2013, v. 22, p. 766-777. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258139985_Fungi_in_Water-Damaged_Buildings_of_Vilnius_Old_City_and_Their_Susceptibility_Towards_Disinfectants_and_Essential_Oils Acesso em: 09 ago. 2023.

LEWIN, M.. (ed.). **Handbook of Fiber Chemistry**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

LIPOVETSKY, G.. **O império do efêmero**. Companhia de Bolso, 2009.

LOPES, A. M.; VITORINO, L. C.; CASTRO, C. F. S.; NASCIMENTO, J. P.; SOUCHIE, E. L.. Primeiro relato da ocorrência de *Paecilomyces formosus* e *Paecilomyces parvisporus* no Brasil. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, 2016, v.14, n.4, p. 215-224. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3826> Acesso em: 27 mai. 2023.

LUTTERBACH, M. T. S.; OLIVEIRA, A. L. C.; ZANATTA, E. M.. COSTA, A. C. A.. A berlinda de aparato do imperador D. Pedro II: identificação de fungos em partes selecionadas e sua relação com biodeterioração e aerobiologia. **Conservar Patrimônio**, 2013, v. 17, p. 59-72. Disponível em: <http://revista.arp.org.pt> Acesso em: 06 ago. 2023.

MARIN, E.; VACCARO, C.; LEIS, M.. Biotechnology applied to historic stoneworks conservation: Testing the potential harmfulness of two biological biocides. **Int. J. Conserv. Sci.**, 2016, v.7, p. 227–238. Disponível em: https://ijcs.ro/public/IJCS-16-SI05_Marin.pdf Acesso em: 14 jan. 2024.

MARTELO, K. A.; CARSON, C.F; RILEY, T. V.. Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. **Journal of Applied Microbiology**, 2003, v. 95, n. 4, p.853-60. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.02059.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12969301/> Acesso em: 14 jan. 2024.

MAZZOLI, R.; PESSIONE, E.. Ancient Textile Deterioration and Restoration: Bio-Cleaning of an Egyptian Shroud Held in the Torino Museum. In: JOSEPH, E.. **Microorganisms in the Deterioration and Preservation of Cultural Heritage**. Springer, 2021, p.199-216. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-69411-1> Acesso em: 15 jan. 2022.

MENÉNDEZ, J. A. R.. **El traje de vistas de La Alberca. Modelo del mes de abril de 2004**. Museo del Traje. Ministerio de Cultura. Disponível em: <https://www.cultura.gob.es/mtraje/dam/jcr:deb24508-57c4-44f3-b677-033daffec587/04-2004-pieza.pdf> Acesso em: 06 fev. 2023.

MILLER, L.. Extramuros/ intramuros: universidades, museus e história do têxtil. In: PAULA, T. C. T. (Ed.) **Tecidos em sua conservação no Brasil: museus e coleções**. São Paulo: Museu Paulista da USP, 2006, p. 24-31.

MONTEIRO, M. H. D. A.; MACEDO, H.; W.; SILVA JUNIOR, A.; PAUMGARTTEN, F. J. R.. Óleos essenciais terapêuticos obtidos de espécies de *Melaleuca L.* (Myrtaceae Juss.).

REVISTA FITOS, 2013, vol. 8, n. 1, p.1-72. Disponível em:

<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/19213/4.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Acesso em: 30 jun. 2021.

MORAES, A. M. L.; PAES, R. A.; HOLANDA, V. L.. Micologia. In: MOLINARO, E. M. (org), CAPUTO, L. F. G.; AMENDOEIRA, M. R. R.. **Conceitos e Métodos para a**

Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; IOC, 2009, 4 v., p. 399 – 496. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/publicacao/livro/conceitos-e-metodos-para-formacao-de-profissionais-em-laboratorios-de-saude-volum-0> Acesso em: 06 ago. 2023.

MORENO, A. M.; GONZÁLEZ, L. F.; INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO. La preservación del patrimonio textil. In: AYUNTAMIENTO DE ANTEQUERA. **Conservación del patrimonio textil: guía de buenas practicas**. Andalucía: Podiprint España, 2017, p. 21-24. Disponível em: https://www.antequera.es/export/sites/ayto-antequera/.galleries/Publicaciones/Documentos/Conservacion_del_patrimonio_textil.pdf

Acesso em: 12 dez. 2023.

MORTON, W. E.; HEARLE, J. W. S. **Physical properties of textile fibres**. 4 ed. Boston: Woodhead Publishing Limited; CRC Press LLC; Textile Institute, 2008.

MUSEO ARQUEOLÓGICO SAN MIGUEL DE AZAPA. **Museouta**, s.d. a. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/Cz1ujjjMSEB/> Acesso em: 04 jan. 2023.

MUSEO ARQUEOLÓGICO SAN MIGUEL DE AZAPA. **Sala de la Cultura Chinchorro**, sd. b. Disponível em: <https://museouta.cl/sala-chinchorro/> Acesso em: 04 jan. 2023.

MUSEO DEL TRAJE. **Fato com vista piscina**, s.d. a. Disponível em:

<https://www.cultura.gob.es/mtraje/colecciones/indispensables/alberca.html> Acesso em: 03 ago. 2022.

MUSEO DEL TRAJE. **História**, s.d. b. Disponível em:

<https://www.cultura.gob.es/mtraje/museo/historia.html> Acesso em: 03 ago. 2022.

MUSEO NACIONAL DE ARTES DECORATIVAS. **Lo que la colección esconde (XXVIII): La visión de Ezequiel a visão de Ezequiel**. 2013. Disponível em:

<http://mnartesdecorativas.blogspot.com/2013/10/lo-que-la-coleccion-esconde-xxviii-la.html> Acesso em: 06 ago. 2023.

MUSEU HISTÓRICO ABÍLIO BARRETO (MHAB). **MHAB/ Acervo de objetos: guia das coleções**. Belo Horizonte, 2020.

MUSEU IMPERIAL (INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS). **Berlinda de aparato**, s.d. a. Disponível em: <http://dami.museuimperial.museus.gov.br/handle/acervo/538> Acesso em:

17 de ago. 2023.

MUSEU IMPERIAL (INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS). **Traje majestático**, s.d. b. Disponível em: <http://dami.museuimperial.museus.gov.br/handle/acervo/588> Acesso em: 17 de ago. 2023.

MUSEU IMPERIAL (INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS). **Trono do imperador**, s.d. c. Disponível em: <http://dami.museuimperial.museus.gov.br/handle/acervo/10186> Acesso em: 06 ago. 2023.

MUSEU PAULISTA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Relatório Anual de Atividades**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: https://mp.usp.br/sites/default/files/relatorio_2016_final.pdf Acesso em: 23 jan. 2024.

MUSEU PAULISTA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Relatório Anual de Atividades do Museu Paulista e Museu Republicano “Convenção de Itu”**. Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: https://mp.usp.br/sites/default/files/arquivosanexos/relatorio_2015_comp.pdf Acesso em: 23 jan. 2024.

NATIONAL PARK SERVICE. **The Museum Handbook Part I: Museum Collection**. Washington: National Parks Service. 2002. Disponível em: <https://www.nps.gov/museum/publications/MHI/MHI.pdf> Acesso em: 30 jun. 2023.

NEEDLE, H. L.. **Textile fibers, dyes, finished, and processes: A concise guide**. New Jersey: Noyes Publications, 1986.

NEIRA, L. G.. **Identificação e documentação de têxteis em arquivos**. *Acervo*, 2014, v. 27, n.1, p. 375-384.

OLIVEIRA, J. C. M. D.. **Relatório de análise microbiológica: Identificação molecular de Microrganismos isolados das reservas técnicas e ateliê do Museu Histórico Abílio Barreto**. Belo Horizonte, 2019.

OLIVEIRA, M. I.; SCHNEIDER, M.; RODA, M. B.; SILVA, C. M.; MORAES, M. S. A.; SCHNEIDER, R. C. S.; KIST, L. T.. Extração e caracterização do óleo essencial de melaleuca e desenvolvimento de uma formulação semi-sólida de uso tópico. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, 2015, v. 5, n.1, p. 50-59. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/view/5806> Acesso em: 30 jun. 2023.

PALLA, F.; BRUNO, M.; MERCURIO, F.; TANTILLO, A.; ROTOLO, V.. Essential Oils as Natural Biocides in Conservation of Cultural Heritage. **Molecules**, 2020, v. 25, n. 3, p. 1-11. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7037394/> Acesso em: 30 jun. 2023.

PASCUAL, E.; PATIÑO, M.. **O restauro de pintura**. Lisboa: Estampa, 2003.

PAULA, T. C. T.. A excepcional terra do pau-brasil: um país “sem tecido”. In: PAULA, T. C. T. (Ed.) **Tecidos em sua conservação no Brasil: museus e coleções**. São Paulo: Museu Paulista da USP, 2006, p. 77-84.

PAULA, T. C. T. **Inventando moda e costurando história: pensando a conservação de têxteis no Museu Paulista/USP**. 1998. 219 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Informação e Documentação). São Paulo, 1998. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27143/tde-08082001-105338/publico/mestrado.pdf> Acesso em: 30 jun. 2023.

PEKHTASHEVA, E.; NEVEROV, A.; KUBICA, S.; ZAIKOV, G.. Biodegradation and biodeterioration of some natural polymers. **Chemistry & Chemical Technology**, 2012, v. 6, n. 3, 2012, p. 265-280. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281603950_Biodegradation_and_Biodeterioration_of_Some_Natural_Polymers Acesso em: 10 abr. 2022.

PERALES, I. A.. A conservação de têxteis no Chile: O caso do Museo Histórico Nacional. In: PAULA, T. C. T. (Ed.). **Tecidos em sua conservação no Brasil: museus e coleções**. São Paulo: Museu Paulista da USP, 2006, p. 67-71.

PEREIRA, G. S.. **Introdução à tecnologia têxtil**. Curso têxtil em malharia e confecção - Módulo 2. Araranguá. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Unidade de Ensino de Araranguá, 2010. Disponível em: https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/7/7d/Apostila_tecnologia.pdf Acesso em: 22 de mai. 2022.

PEREZ, A. C.. El Museo del Traje - Centro de Investigación del Patrimonio Etnológico. **Revista Museo del Traje**, Madrid, 2007. v. 29, p. 13-22. Disponível em: <https://www.cultura.gob.es/dam/jcr:15c3eba8-07a3-4a9d-8eb1-c41f774f5ffc/indumentarrevista-del-museo-del-traje-00-2007.pdf> Acesso em: 15 mai. 2022.

PIMENTEL, T. V. C.; BITTENCOURT, J. N.; FERRÓN, L. M. A.. A teoria, na prática, funciona: Gestão de acervos no Museu Histórico Abílio Barreto. **Revista CPC**, São Paulo, 2007, n.3, p. 91-109. Disponível em: https://citrus.uspnet.usp.br/cpc/v1/imagem/conteudo_revista_colecao_arquivo_pdf/n3_thais.pdf Acesso em: 02 mai. 2022.

PIMENTEL, T. V. C. (Org.). **Reinventando o MHAB: O museu e seu novo lugar na cidade 1993-2003**. Belo Horizonte: Museu Histórico Abílio Barreto, 2004.

PRADO, A. G. S.. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, 2003, n. 26, v. 5, p. 738-744. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Lr7DQT8pwNDfDPYJ53DwH6J/> Acesso em: 11 jul. 2024.

RAKOTONIRAINY, M. S.; JUCHAULD, F.; GILLET, M.; OTHMAN-CHOULAK, M.; LAVÉDRINE, B.. The effect of linalool vapour on silver-gelatine photographs and bookbinding leathers. **Restaurator**, 2007, v. 28, p. 95-111. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/249945058> Acesso em: 15 jan. 2022.

RAKOTONIRAINY, M. S.; LAVÉDRINE, B.. Screening for antifungal activity of essential oils and related compounds to control the biocontamination in libraries and archives storage areas. **International Biodeterioration & Biodegradation**, 2005, v. 55, p. 141-147. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/248436696_Screening_for_antifungal_activity_of_essential_oils_and_related_compounds_to_control_the_biocontamination_in_libraries_and_archives_storage_areas Acesso em: 14 dez. 2023.

REY, M. L.. Conservación Preventiva en colecciones textiles. In: **CICLO CONFERENCIAS: PATRIIMONIO Y CONSERVACIÓN PREVENTIVA**. ARA Asociación Profesional de Conservadores y Restauradores del Principado de Asturias, 2013.

RIDDELL, R. W.. Permanent stained mycological preparations obtained by slide culture. **Mycologia**, 1950, v.42, p. 265-270. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3755439> Acesso em: 12 dez. 2023.

ROBERTSON, J.; ROUX, C.; WIGGINS, K. G.. **Forensic Examination**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.

RODRIGUES, J. W.. Vestes da sagração e coroação. In: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE. **Anuário do Museu Imperial**. Petrópolis: Museu Imperial de Petrópolis, 1959. 11 v. Disponível: <https://museuimperial.museus.gov.br/wp-content/uploads/2020/09/1950-Vol.-11.pdf> Acesso em: 08 jan. 2023.

ROJAS, M. R.; MORENO, A. M.; GONZÁLEZ, L. F.. Almacenar. In: AYUNTAMIENTO DE ANTEQUERA. Conservar, Mantener. In: AYUNTAMIENTO DE ANTEQUERA. **Conservación del patrimonio textil**: guía de buenas practicas. Andalucía: Podiprint España, 2017, p. 29-52. Disponível em: https://www.antequera.es/export/sites/ayto-antequera/.galleries/Publicaciones/Documentos/Conservacion_del_patrimonio_textil.pdf Acesso em: 12 dez. 2023.

ROSA, L. H.; VAZ, A. B. M.; CALIGIORNE, R. B.; CAMPOLINA, S.; ROSA, C. A.. Endophytic fungi associated with the Antarctic grass *Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae). **Polar Biology**, v. 32, 2009, p. 161-167. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00300-008-0515-z> Acesso em: 21 fev. 2022.

SAILER, R.; BERGER, T.; REICHLING, J.; HARKENTHAL, M.. Pharmaceutical and medicinal aspects of Australian Tea tree oil. **Phytomedicine**, Zurich, 1998, v.5, n.6, p. 489-495. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0944711398800482?via%3Dihub> Acesso em: 22 fev. 2022.

SAMSON, R. A.; HOUBRAKEN, J.; VARGA, J.; FRISVAD, J. C.. Polyphasic taxonomy of the heat resistant ascomycete genus *Byssochlamys* and its *Paecilomyces* anamorphs. **Persoonia**, 2009, v. 22, p. 14-27. Acesso em: 27 mai. 2023.

SANTOS, M. V. O.. **Ascomicetos (anamórficos e teleomórficos) associados ao folheto da Mata Atlântica no Sul da Bahia**. 2015. 84f. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia, Recife, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/16918/1/Tese%20final%20SANTOS%2c%20MVO.pdf> Acesso em: 27 maio 2023.

SARAIVA, L. A. S.; MACHADO, A. M. A.. Bipolaridade simbólica no Museu Histórico Abílio Barreto. **Cadernos EBAPE.BR**, 2007, v. 5, nº 2. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/ZxdQHHb5D7CCqNsyjdQn4Tj/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 10 mai. 2022.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ (SEEC). **Fibras têxteis**. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2012/06/textil_fibras_texteis.pdf Acesso em: 27 maio 2023.

SENAI. Manual Técnico: Têxtil e Vestuário. N.1 Fibras têxteis. FIESP; SENAI. Disponível em: https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual1_fibras Acesso em: 27 maio 2023.

SILVA, C. J.. **Morfoanatomia foliar e composição química dos óleos essenciais de sete espécies de *Melaleuca L. (Myrtaceae)* cultivadas no Brasil**. 2007. 89f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Viçosa, 2007. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2567/1/texto%20completo.pdf> Acesso em: 17 ago. 2021.

SILVA, J. F.; JESUS, L. A.; SOUZA, L. S.. Aplicação do óleo de *Melaleuca alternifolia* (cheel) para restauração de acervo bibliográfico microbiodeteriorado: relato de caso da biblioteca central da Universidade do Planalto Catarinense. **Revista ACB**, Florianópolis, 2016, v. 21, n. 1, p. 214-223. Disponível em: <https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1103> Acesso em: 17 ago. 2021.

SILVA, M.; ROSADO, T.; TEIXEIRA, D.; CANDEIAS, A.; CALDEIRA, A. T.. Production of green biocides for cultural heritage. Novel biotechnological solutions. **International Journal of Conservation Science**, 2015, v. 6, , p. 519-530. Disponível em: https://ijcs.ro/public/IJCS-15-SI08_Silva.pdf Acesso em: 17 ago. 2021.

SILVA, M.; SALVADOR, C.; CANDEIAS, M.F.; TEIXEIRA, D.; CANDEIAS, A.; CALDEIRA, A. T.. Toxicological assessment of novel green biocides for cultural heritage. **Int. J. Conserv. Sci.**, 2016, v.7, p. 265–272. Disponível em: https://ijcs.ro/public/IJCS-16-SI09_Silva.pdf Acesso em: 11 ago. 2021.

SILVA, S. R. S.. **Composição química, avaliação de atividade antimicrobiana do óleo essencial e deficiência de *Melaleuca alternifolia* Cheel crescida no Brasil**. 2001. 60f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Agroquímica. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SIQUEIRA, A. C. M.; CARVALHO, B. R.. As paredes que tem voz: história do Museu Histórico Abílio Barreto. **Rev. Arqueologia Pública. Campinas**, São Paulo, 2015, p. 58-71. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6467501> Acesso em: 15 jul. 2022.

SODRÉ, A. A.. **Museu Imperial**. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1950. Disponível em: <https://museuimperial.museus.gov.br/wp-content/uploads/2020/09/1950-Sodr%C3%A9.pdf> Acesso em: 15 jul. 2022.

SOUZA, S. C.. **Introdução à tecnologia da modelagem industrial**. Rio de Janeiro, Senai/DN, SENAI/CETIQ, CNPq, IBICT, PADCT, TIB, 1997.

STERFLINGER, K.; SERT, H.. Biodeterioration and practice of restoration. In: SZOSTAK-KOTOWA, J.. Biodeterioration of textile. **International Biodeterioration & Biodegradation**, 2004, v. 53, n.3, p. 165-170. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964830503000908> Acesso em: 05 dez. 2023.

TESTEX INSTRUMENT. **The Truth about Moisture Wicking Fabric: Water Vapour Permeability and Liquid Moisture Management Properties**. 04 de junho, 2021a. Disponível em: <https://www.testertextile.com/the-truth-about-moisture-wicking-fabric-water-vapour-permeability-and-liquid-moisture-management-properties/> Acesso em: 05 dez. 2023.

TESTEX INSTRUMENT. **Yarn Classification Guide: Raw Material, Process, Structure**. 28 de outubro de 2021b. Disponível: <https://www.testertextile.com/yarn-classification-guide-raw-material-process-structure-use/> Acesso em: 29 dez. 2023.

TEXCOMS TEXTILE SOLUTIONS. **Textile Fibres: Textile technology knowledge series**. Texcoms Textile Solutions, 2019, v. 1. Disponível em: <https://www.texcoms.com/category/textile/page/10> Acesso em: 05 mai. 2022.

TEXTILE INSTITUTE. **Identification of Textile Materials**. 7 ed. Manchester: Textile Institute, 1975.

THOM, C.; RAPER, K. B.. **A manual of the aspergilli**. Baltimore, The Williams & Wilkins Company, 1945. Disponível em: <http://deskuenvis.nic.in/pdf/ASpergillus%20manual.pdf> Acesso em: 15 mai. 2022.

TIANO, P.. **Biodegradation of cultural heritage: decay, mechanisms and control Methods**. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Centro di studio sulle "Cause Deterioramento e Metodi Conservazione Opere d'Arte". Firenze: 2016. Disponível: https://www.aspergillus.org.uk/article_database/biodegradation-of-cultural-heritage-decay-mechanisms-and-control-methods/ Acesso em: 5 set. 2021.

TÍMÁR-BALÁZSY, A.; EASTOP, D.. **Chemical Principles of Textile Conservation**. Routledge, 2011.

TORTORA, G. J.,; FUNKE, B. R.; CASE, C. L.. **Microbiologia**. 12 ed. Artmed, 2017.

TREIGIENÉ, R.; MUSNICKAS, J.. Solvent pre-treated wool fabric permanent set and physical properties. **Fibres & textiles in Eastern Europe**, 2003, v. 11, n. 1, p. 37-40. Disponível em: [https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-01279de8-6592-4c92-9cd7-662a886f81bf?q=41a75c22-4bfa-429e-835d-9b4c97eae926\\$6&qt=IN_PAGE](https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-01279de8-6592-4c92-9cd7-662a886f81bf?q=41a75c22-4bfa-429e-835d-9b4c97eae926$6&qt=IN_PAGE) Acesso em: 23 de mai. 2024.

TREPTOW, D.. **Inventando Moda: Planejamento de Coleção**. Brusque: Doris Treptow, 2007.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. USA. **Memorandum In-11083**, de 23 de novembro de 2021. Dispõe sobre α -Terpineol; Human Health Risk Assessment and Ecological Effects Assessment to Support Proposed Food Use as an Inert Ingredient in Pesticide Formulations. Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency, 2021. Disponível em: <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2021-0659-0004> Acesso em: 29 jan. 2021.

VICIOSA, I. M.. **Conservación y restauración de textiles**. Madri: Sintesis, 2018.

VICTORIA AND ALBERT MUSEUM. **Pair of Shoes**, s.d. a. Disponível em: <https://collections.vam.ac.uk/item/O351640/pair-of-shoes-unknown/> Acesso em: 23 jan. 2023.

VICTORIA AND ALBERT MUSEUM. **Textiles**, s.d. b. Disponível em: <https://www.vam.ac.uk/collections/textiles> Acesso em: 23 jan. 2023.

VICTORIA AND ALBERT MUSEUM. **The syon cope produced as part of Opus Anglicanum: Masterpieces of Medieval English Embroidery**, s.d. c. Disponível em: <https://www.vam.ac.uk/articles/the-syon-cope> Acesso em: 23 jan. 2023.

VIEIRA, T. R.; BARBOSA, L. C. A.; MALTHA, C. R. A.; PAULA, V. F.; NASCIMENTO, E. A.. Constituintes químicos de *Melaleuca alternifolia* (MYRTACEAE). **Quim. Nova**, 2004, vol. 27, n. 4, p. 536-539. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/qn/a/zrMqH8GckjXJD5GwMnDP7FQ/#:~:text=O%20estudo%20qu%C3%ADmico%20do%20caule,%C3%A1cido%20melal%C3%AAucico%2C%203\)%20e%20%C3%A1cido](https://www.scielo.br/j/qn/a/zrMqH8GckjXJD5GwMnDP7FQ/#:~:text=O%20estudo%20qu%C3%ADmico%20do%20caule,%C3%A1cido%20melal%C3%AAucico%2C%203)%20e%20%C3%A1cido) Acesso em: 15 jan. 2024.

VITO, M.; VERGARI, L.; MARIOTTI, M.; PROTO, M. R.; BARBANTI, L.; GARZOLI, S.; SANGUINETTI, M.; SABATINI, L.; PEDUZZI, A.; BELLARDI, M. G.; MATTARELLI, P. BUGLI, F.; LUCA, D.. Anti-Mold Effectiveness of a Green Emulsion Based on Citrus aurantium Hydrolate and Cinnamomum zeylanicum Essential Oil for the Modern Paintings Restoration. **Microorganisms**, 2022, v. 10, n.2, p. 1-11. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35208660/> Acesso em: 15 jan. 2023.

WHITE, T. J.; BRUNS, T. D.; LEE, S. B.; TAYLOR, J.. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *In*: INNIS, M. A. (ed); GELFAND, D. H. (ed); SNINSKY, J. J. (ed); WHITE, T. J. (ed). **PCR protocols: a guide to methods and applications**. San Diego: Academic Press, 1990, p. 315–322. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262687766_Amplification_and_Direct_Sequencing_of_Fungal_Ribosomal_RNA_Genes_for_Phylogenetics Acesso em: 14 jan. 2024.

XU, J.; HU, Z.; WANG, C.; YIN, Z.; WEI, Q.; ZHOY, L.; LI, L.; DU, Y.; JIA, R.; LI, M.; FAN, Q.; LIANG, X.; HE, C.; YIN, L.. Acute and subacute toxicity study of 1,8-cineole in mice. **International Journal of Clinical and Experimental Pathology**, 2014, v. 7, n.4, p. 1495–1501.

ZANONI, M. V. B.(org.); HIDEKO, Y.(org.). **Corantes: caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

ZHANG, X.; GUO, Y.; GUO, L.; JIANG, H.; JI, Q. In Vitro Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Melaleuca alternifolia* Essential Oil. **BioMed Research**

International, 2018, p. 1-8. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/324988914_In_Vitro_Evaluation_of_Antioxidant_and_Antimicrobial_Activities_of_Melaleuca_alternifolia_Essential_Oil Acesso em: 16 jul. 2024.

APÊNDICES

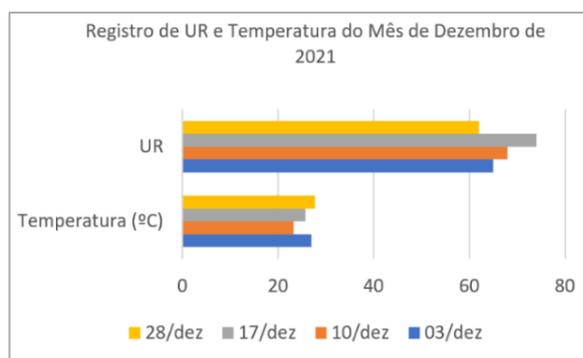
APÊNDICE A – Quadro de documentos identificados durante a pesquisa.

Documento	Título	Principais informações	Referência
Caderno de visitação	Casarão do MHAB – Museu da Cidade	- Descreve a técnica construtiva, os detalhes arquitetônicos e o processo de desapropriação do Casarão da Fazenda do Leitão.	MHAB (2010)
Catálogo de exposição	Velhos horizontes – Um ensaio sobre a moradia no Curral del Rei	- Descreve a trajetória do Casarão da Fazenda do Leitão desde sua constituição no Curral del Rei até a década de 1990; - Apresenta as características da sociedade do Curral del Rei antes de se tornar Arraial de Belo Horizonte.	MHAB (1997)
Ficha de controle de intervenções	Ficha de intervenções na Pintura <i>Ouro Preto</i>	- Descreve as intervenções realizadas na Pintura <i>Ouro Preto</i> desde sua aquisição pelo MHAB.	ANEXO A
Ficha de controle do acervo	Ficha de pré-entrada do Fraque LAL 161	- Apresenta informações relativas apenas à tipologia e procedência do Fraque.	ANEXO B
Ficha de inventário	Ficha de inventário da Pintura <i>Ouro Preto</i>	Apresenta os elementos de identificação e os aspectos históricos, iconográficos e técnicos da Pintura <i>Ouro Preto</i> .	ANEXO C
Guia de Coleções	Guia de Coleções do MHAB	- Descreve o processo de organização das coleções do MHAB.	MHAB (2000)
Planta de edificação	Planta do Sistema de Climatização do MHAB	- Retrata a localização do Sistema de climatização do segundo pavimento do Anexo do MHAB.	ANEXO D
Planta de edificação	Planta baixa do Anexo do MHAB	- Apresenta as medidas verticais do projeto arquitetônico do Anexo, assim como a posição das fundações e o material utilizados - alvenaria, concreto, argamassa, ...	ANEXO E e F
Planta de edificação	Planta baixa do Anexo do MHAB	- Retrata a localização das RTs de Acervo Pictórico e Têxtil no segundo pavimento do Anexo.	ANEXO F
Relatório	Relatório microbiológico	Apresenta os resultados das espécies de fungos isoladas do acervo do MHAB no ano de 2018.	ANEXO G

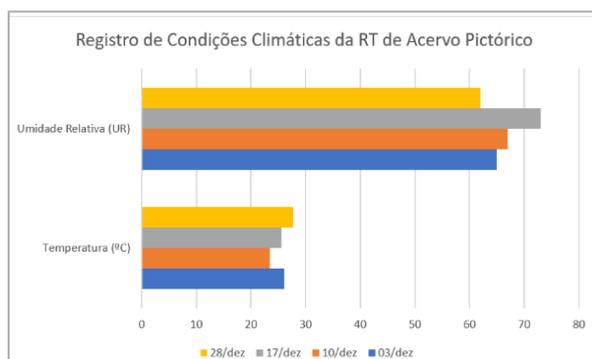
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE B – Gráficos dos registros de temperatura e umidade relativa obtidos nas RTs de Acervo Pictórico e Têxtil.

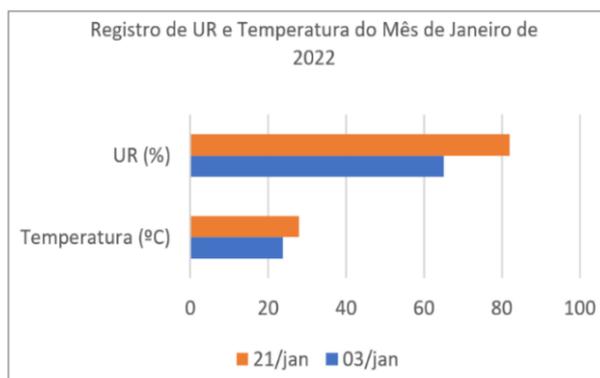
Índices de umidade relativa da RT de Acervo Pictórico durante o mês de dezembro de 2021.



Índices de umidade relativa da RT de Acervo Têxtil durante o mês de dezembro de 2021.



Índices de umidade relativa da RT de Acervo Pictórico entre os meses de dezembro a janeiro de 2022.



Fonte: Autora (2024).

APÊNDICE C - Ficha de diagnóstico de conservação do Fraque LAL 161.

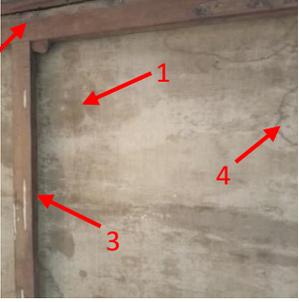
Substrato: Têxtil.	Origem: Fraque.	Técnica: Alfaiataria (provalvelnte).
Suporte: Tecido plano.	Data/Época: Não catalogada.	N. de registro: Nada consta.
Procedência: Coleção Augusto de Lima (peça não catalogada).		
Proprietário: Museu Histórico Abílio Barreto da cidade de Belo Horizonte (MG).		
<p>Dimensões:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Comprimento da frente: 50 cm; ● Comprimento do braço: 60 cm; ● Comprimento das costas: 86,5 cm; ● Distância entre ombros: 49 cm. 		
<p>Descrição: Fraque masculino com abotoamento duplo; fenda traseira; 3 botões encapados de tamanho médio na frente direita; 3 casas de botão na frente direita; 3 botões encapados de tamanho médio na frente esquerda; 3 casas de botão na frente esquerda; fechamento lateral dos punhos; 3 botões pequenos encapados em cada lateral dos punhos; duas pregas na região traseira; 1 botão encapado de tamanho médio em cada prega traseira; 2 pences nas costas; fenda traseira. Tecidos diferentes no forro do corpo, no forro das mangas, no pé de gola, na lapela e nas entretelas.</p>		
<p>Registro fotográfico:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
<p>Suportes:</p> <p>(X) Tecido plano. () Malha. () Tecido misto. () Feltro. () TNT. () Metal. (X) Plástico. () Borracha. () Madeira. () Osso. () Outro _____</p>		

Armação:		
(X) Tafetá. (X) Sarja. (X) cetim. () Jacquard. () Feltragem.		
Estado de conservação:		
() 1- Excelente. () 2- Bom. () 3- Regular. (x) 4- Ruim. () 5- Péssimo.		
Mapa de danos		
Registro visual	Descrição do dano	Localização
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perda da tensão da costura que une as duas partes do forro no centro das costas e na cintura; ▪ Manchas brancas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centro das costas.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rasgos no tecido de forro [1]; ▪ Rupturas na trama do tecido de forro deixando os fios de urdume aparentes [2]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Próximo ao local de união do forro com a gola nas costas.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Furos no tecido principal [1]; ▪ Manchas brancas no tecido principal [2]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canto superior esquerdo das costas.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perda de tensão entre os fios de trama e urdume que compõem o tecido de forro e entretela do punho. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Punho direito.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perda de tensão entre os fios de trama e urdume que compõem o tecido de forro da manga; ▪ Rasgos no tecido de forro. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cava direita.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausência de um botão encapado [1]; ▪ Manchas brancas [2]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frente direita.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indícios de colonização biológica no tecido principal. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Região da cintura nas costas.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indícios de colonização biológica no tecido externo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ombro esquerdo.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausência de um botão encapado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frente direita.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Furo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Região das costas próximo à região de união da costura no ombro esquerdo.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indícios de colonização biológica na região da cauda. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cauda direita.
<p>Data: 10/03/2022.</p>		<p>Responsável: Glenda Melo.</p>

APÊNDICE D - Ficha de diagnóstico de conservação da Pintura *Ouro Preto*.

Objeto: <i>Pintura Ouro Preto.</i>	Substrato: Têxtil.	
Autoria: Honório Esteves	Técnica: Pintura a óleo sobre tela fixa em bastidor de madeira.	
Data/Época: 14/08/1894	Dimensões: 105 cm X 45 cm.	
Registro fotográfico:		
		
Suportes: Tecido plano, bastidor e moldura de madeira.		
Armação dos tecidos:		
<input checked="" type="checkbox"/> Tafetá. <input type="checkbox"/> Sarja. <input type="checkbox"/> cetim. <input type="checkbox"/> Jacquard. <input type="checkbox"/> Feltragem.		
Estado de conservação:		
<input type="checkbox"/> 1- Excelente. <input type="checkbox"/> 2- Bom. <input type="checkbox"/> 3- Regular. <input checked="" type="checkbox"/> 4- Ruim. <input type="checkbox"/> 5- Péssimo.		
Mapa de danos		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manchas de umidade na madeira [1]; ▪ Manchas escurecidas no tecido da tela [2]; ▪ Furos na madeira [3]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Região superior do avesso do quadro.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excremento de insetos [1]; ▪ Acúmulo de poeira. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canto direito inferior do verso da moldura.

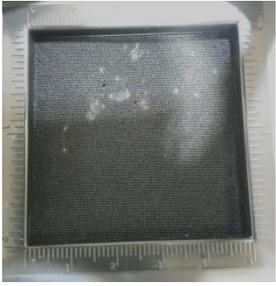
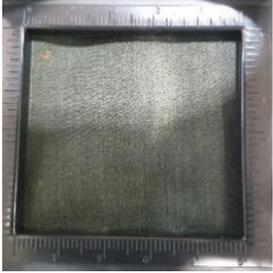
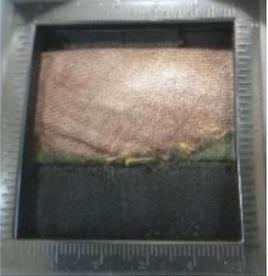
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Furos na madeira da moldura [1]; ▪ Furos na madeira do bastidor [2]; ▪ Mancha de tinta [3]; ▪ Fios soltos do tecido da tela do bastidor [4]; ▪ Ausência de pedaços da madeira da moldura [5]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canto direito inferior do verso da moldura.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rachadura na madeira da moldura [1]; ▪ Rachadura no gesso do friso [2]; ▪ Empenamento das regiões de encontro das laterais da moldura [3]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canto inferior direito do anverso da tela.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausência de pedaços da madeira da moldura; ▪ Furos na madeira da moldura. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canto superior direito do verso da tela.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Machas de umidade no tecido da tela [1]; ▪ Manchas escurecidas sobre o tecido da tela [2]; ▪ Furos na madeira do bastidor [3]; ▪ Furos na madeira da moldura [4]; ▪ Manchas de umidade sobre a madeira do bastidor [5]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canto superior esquerdo do verso da tela.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Machas de umidade no tecido da tela [1]; ▪ Manchas escurecida sobre o tecido da tela [2]; ▪ Manchas de tinta sobre o bastidor [3]; ▪ Manchas de umidade na madeira do bastidor [4]. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centro esquerdo do verso da tela.
Responsável: Glenda Melo.		Data: 10/03/2022.

APÊNDICE E - Quadro de resultados obtidos durante exame com lupa conta-fios do tecido de tela da Pintura *Ouro Preto*.

Código	Localização	Imagem	Características
ST 01 – Tecido da tela	Verso da região central da tela.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Armação em tafetá; ▪ Trama fechada; ▪ Fios de espessura irregular; ▪ Distribuição de fios por cm²: 16 fios urdume por 16 fios de trama; ▪ Superfície opaca; ▪ Manchas enegrecidas; ▪ Manchas de líquido.
ST 02 - Tecido da tela	Verso da lateral direita da tela.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Armação em tafetá; ▪ Trama fechada; ▪ Fios de espessura irregular; ▪ Distribuição de fios por cm²: 16 fios urdume por 16 fios de trama; ▪ Superfície opaca; ▪ Manchas enegrecidas.

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE F - Quadro de resultados obtidos durante exame com lupa conta-fios dos tecidos do Fraque LAL 161.

Código	Localização	Imagem	Características
ST 03 - Tecido principal do casaco.	Margem de costura do centro das costas.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Trama fechada; ▪ Armação em tela; ▪ Distribuição de fios por cm²: 16 fios de trama por 16 de urdume; ▪ Mesmo tipo de fio na trama e no urdume; ▪ Fios de diâmetro regular; ▪ Presença de sujidade.
ST 04 – Tecido do forro	Tecido de forro da cauda.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Trama fechada; ▪ Armação em sarja; ▪ Padronagem 2 x 1; ▪ Distribuição incontável de fios por cm²; ▪ Fios de dimensões regulares; ▪ Fio do urdume de cor e espessura diferente do fio da trama.
ST 05 – Tecido do forro da gola	Entretela da gola. Próximo à região de união da gola com as costas.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Trama fechada; ▪ Armação em sarja; ▪ Padronagem 2 x 1; ▪ Distribuição de fios por cm² equivalente a 26 fios de urdume por 31 fios de trama; ▪ Fios de dimensões irregulares; ▪ Mesmo tipo de fio na trama e no urdume.

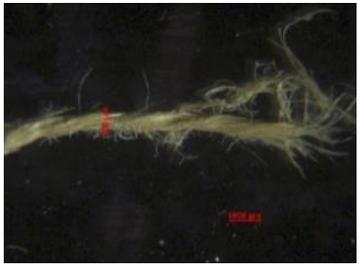
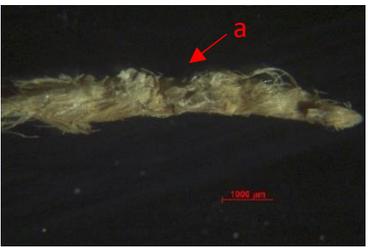
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE G – Quadro de resultados obtidos durante exame de escaneamento dos tecidos do Fraque LAL 161 com microscópio usb.

Código	Origem	Anverso	Verso	Características
ST 03 – Tecido do corpo do casaco	Região das costas.			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Armação em tafetá; ▪ Padronagem: 1 x 1; ▪ Trama fechada; ▪ Presença de sujidade.
ST 04 - Tecido de forro do corpo do casaco	Cauda.			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Armação em tafetá; ▪ Padronagem 2 x 1; ▪ Anverso brilhante; ▪ Sujidade; ▪ Fios diferentes de trama e urdume.
ST 06 - Tecido da lapela	Lapela esquerda.			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Armação em sarja; ▪ Padronagem 2 x 1; ▪ Verso e anverso brilhantes; ▪ Sujidade sobre a trama.
ST 07 - Entrela da manga	Manga direira.			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecido plano; ▪ Armação em tafetá; ▪ Padronagem 1 x 1; ▪ Trama aberta; ▪ Superfície opaca; ▪ Fios diferentes de trama e urdume.

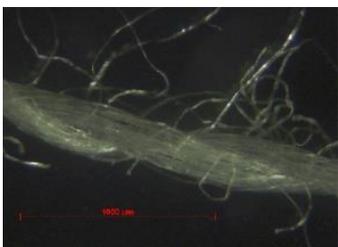
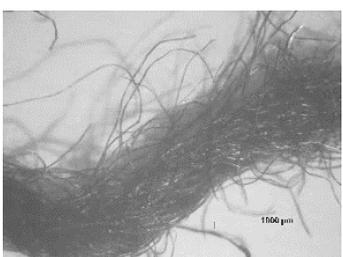
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE H – Quadro das características observadas nos fios da Pintura *Ouro Preto* através de estereomicroscopia. A barra de escala mostra 1000 µm de comprimento.

Cod.	Imagem	Localização	Características
3632		Canto superior esquerdo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 18X; ▪ Fio simples; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Fio com torção em “S”.
3633		Canto superior da lateral direita.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 18X; ▪ Fio simples; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Fio com torção em “S”.
3634		Canto inferior esquerdo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 110X; ▪ Fio simples; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Corpo estranho sobre as fibras [1].
3635		Canto superior da lateral esquerda.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 40X; ▪ Fio simples; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Fio com torção em “S”.

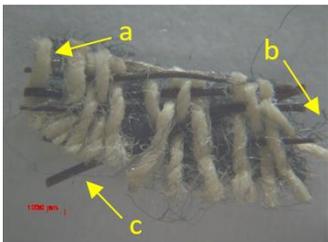
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE I – Quadro das características observadas, por estereomicroscopia, das fibras, dos fios e dos tecidos extraídos do Fraque LAL 161. A barra de escala mostra 1000 µm de comprimento.

Cod.	Imagem	Localização	Características
3636		Fio extraído do tecido da entretela da manga direita.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 18X; ▪ Fio simples; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Fio com torção em “S”.
3637		Fio extraído do tecido da entretela da gola.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 18X; ▪ Fio simples; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Fio com torção em “S”.
3638		Fio extraído do tecido de forro da manga direita.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 110X; ▪ Fibras paralelas torcidas juntas. ▪ Fio com torção em “Z”; ▪ Brilho intenso; ▪ Cor palha.
3639		Fio extraído do tecido da entretela do punho direito.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 50X; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Fio com torção em “S”.
3640		Linha de costura do centro das costas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 40X; ▪ Brilho discreto; ▪ Cor preta; ▪ Fibras de espessuras distintas.

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE J – Quadro das características observadas, por estereomicroscopia, das fibras, dos fios e dos tecidos extraídos do Fraque LAL 161. A barra de escala mostra 1000 µm de comprimento. Continuação.

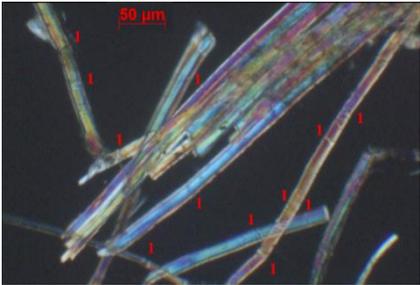
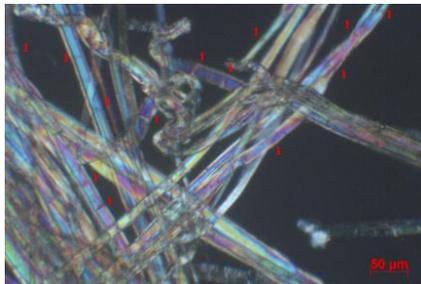
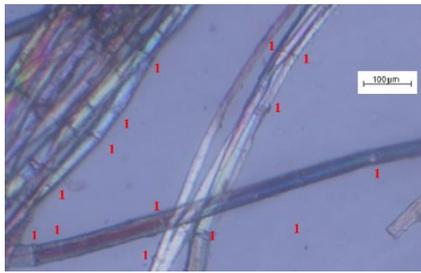
Cod.	Imagem	Localização	Características
3641		Fio da trama do tecido de forro do casaco.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 18X; ▪ Fibras descontínuas; ▪ Coloração verde escuro; ▪ Aspecto ondulado.
3642		Fios extraídos do tecido encontrado no interior da gola.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 25X; ▪ 3 tipos de fios com titulações distintas; ▪ Monofilamento liso [c]; ▪ Fio dobrado [a].
3643		Fio do tecido do forro da manga.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 60X; ▪ Brilho intenso; ▪ Coloração palha; ▪ Fio com torção em “Z”.
3644		Fio do forro do colarinho.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 35X; ▪ Fio simples; ▪ Cor preta; ▪ Opaca.
3645		Fio do urdume do tecido de forro das costas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 40X; ▪ Fio simples; ▪ Brilho discreto; ▪ Coloração ocre; ▪ Fibras descontínuas.
3646		Fio do tecido da lapela.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 18X; ▪ Opaca; ▪ Cor preta; ▪ Fibras curtas; ▪ Fio simples.

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE K – Quadro das características observadas, por estereomicroscopia, das fibras, dos fios e dos tecidos extraídos do Fraque LAL 161. A barra de escala mostra 1000 µm de comprimento. Continuação.

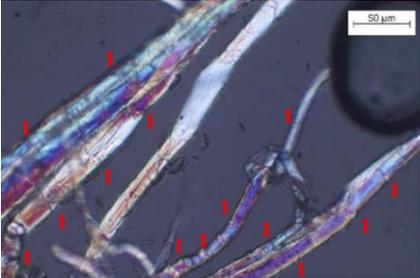
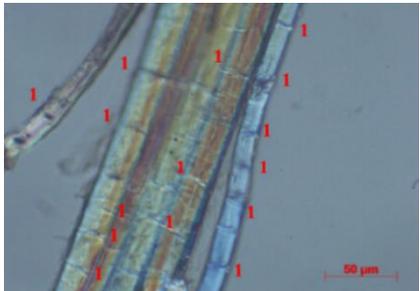
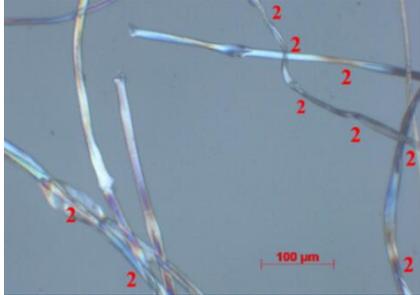
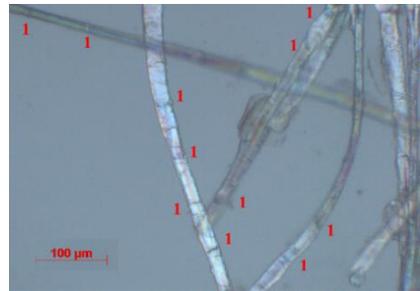
Cod.	Imagem	Localização	Características
3647		Fio do tecido principal (tecido externo) do Fraque.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 40X; ▪ Opaca; ▪ Cor preta; ▪ Fibras curtas; ▪ Fio simples.

APÊNDICE L – Quadro de morfologia da superfície das fibras extraídas da tela da Pintura *Ouro Preto* observadas sob luz polarizada sob aumento de 33X.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3632		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presença de nódulos [1] e ranhuras característicos de fibras lenhosas.
3633		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presença de nódulos [1] e ranhuras característicos de fibras lenhosas; ▪ Fibras retorcidas.
3634		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presença de nódulos [1] e ranhuras característicos de fibras lenhosas.
3635		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presença de nódulos [1] e ranhuras característicos de fibras lenhosas.

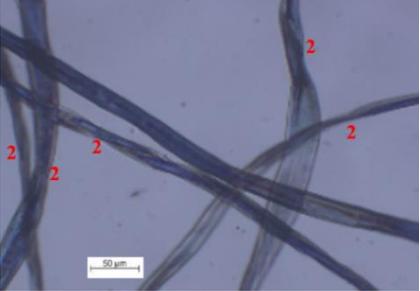
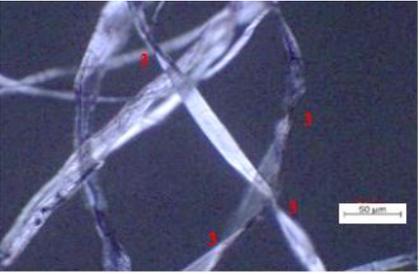
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE M – Quadro de morfologia da superfície das fibras extraídas do Fraque LAL 161 observadas sob luz polarizada.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3636		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Presença de nódulos [1] e ranhuras característicos de fibras lenhosas; ▪ Fibras retorcidas.
3637		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Presença de nódulos [1] e ranhuras característicos de fibras lenhosas.
3638		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 33X; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento e pontos de reversão [2] característicos de fibras obtidas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>; ▪ Pontos de reversão muito espaçados.
3639		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 33X; ▪ Presença de nódulos [1] e ranhuras característicos de fibras lenhosas.

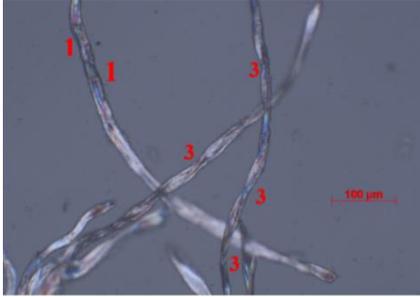
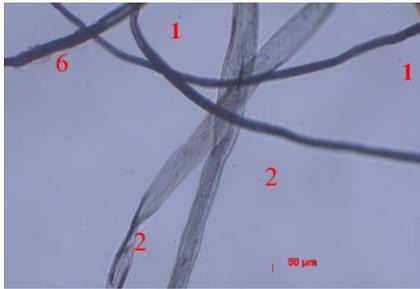
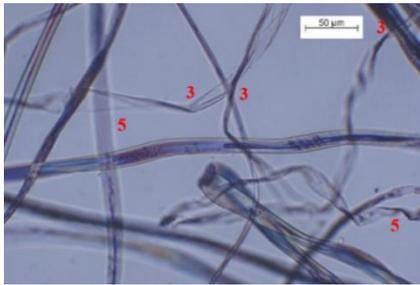
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE N – Quadro de morfologia da superfície das fibras extraídas do Fraque LAL 161 observadas sob luz polarizada. Continuação.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3640		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento e pontos de reversão [2] característicos de fibras obtidas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>; ▪ Pontos de reversão muito espaçados.
3641		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras com camadas de escamas sobrepostas [4] características de fibras capilares (lã).
3642a		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 33X; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento e pontos de reversão [2] característicos de fibras obtidas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>; ▪ Pontos de reversão pouco espaçados.

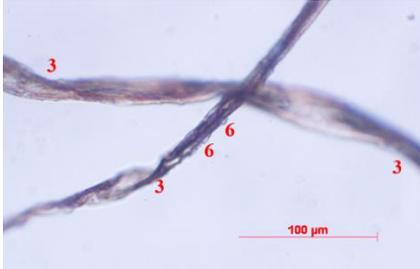
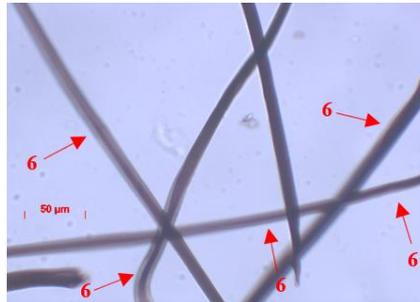
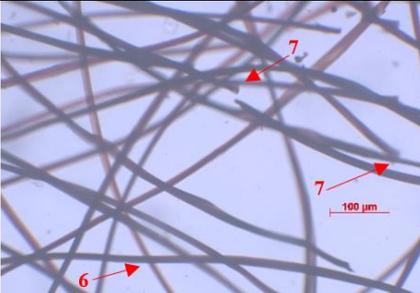
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE O – Quadro de morfologia da superfície das fibras extraídas do Fraque LAL 161 observadas sob luz polarizada. Continuação.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3642b		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 33X; ▪ Presença de nódulos [1] e padrão de ranhuras de fibras lenhosas; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento e pontos de reversão [2] característicos de fibras obtidas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>; ▪ Pontos de reversão pouco espaçados.
3642c		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibra lisa de pequena espessura com diâmetro regular [1] com acúmulo de esporos sobre a superfície [6]; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento e pontos de reversão [2] característicos de fibras extraídas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>; ▪ Pontos de reversão muito espaçados.
3643		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento e pontos de reversão [2] característicos de fibras extraídas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>; ▪ Pontos de reversão muito espaçados em algumas fibras [5] e pouco espaçados em outras [3].

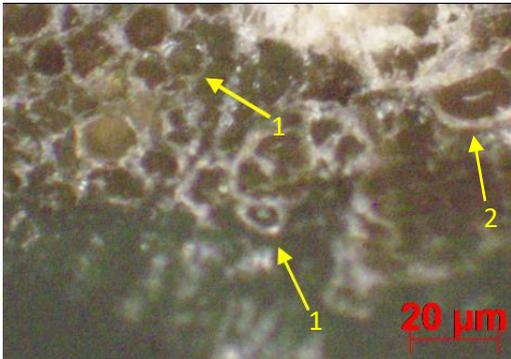
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE P – Quadro de morfologia da superfície das fibras extraídas do Fraque LAL 161 observadas sob luz polarizada. Continuação.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3644		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento (características de fibras extraídas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>). ▪ Acúmulo de esporos sobre a superfície [6].
3645		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 33X; ▪ Fibras com hélices ao longo do comprimento [3]; ▪ Pontos de reversão [3] característicos de fibras extraídas de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>.
3646		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras de diâmetro ligeiramente irregular, cerne escuro e externidade clara [6].
3647		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 33X; ▪ Fibras de diâmetro ligeiramente irregular, cerne escuro e externidade clara [6]; ▪ Externidade no formato de cerdas de escova [7].

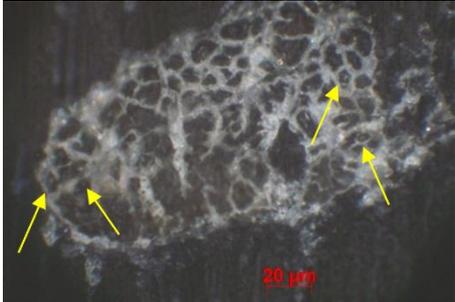
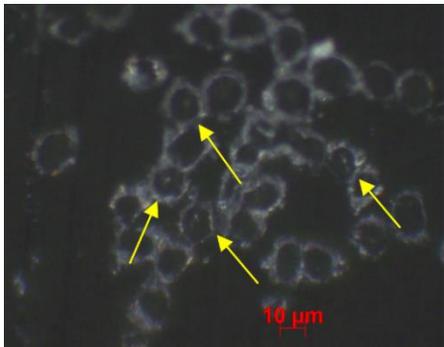
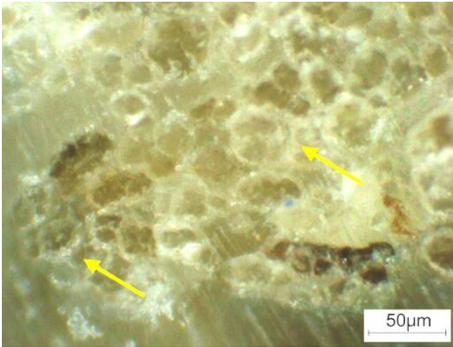
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE Q – Quadro de morfologia transversal das fibras coletadas da tela da Pintura *Ouro Preto* observadas sob luz polarizada com aumento de 20X.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3635		<ul style="list-style-type: none">▪ Fibras aglomeradas em uma mesma região de formato poligonal com lúmen pequeno [1]. Morfologia característica de fibras extraídas do caule de plantas do gênero <i>Linum</i>;▪ Fibra mais distante do feixe com formato aumentado, lúmen mais comprido e estreito [2]. Possível fibra de algodão ou linho mercerizada.

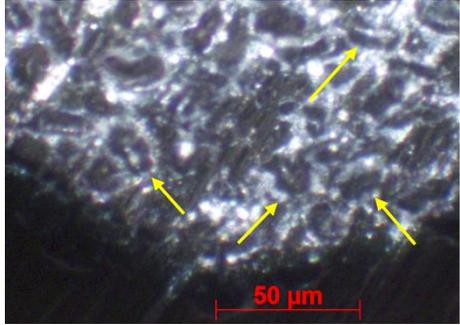
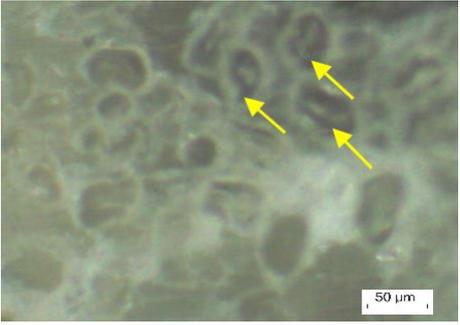
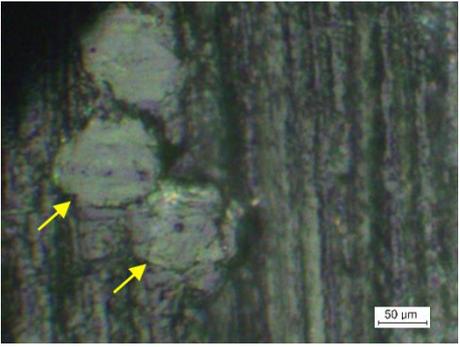
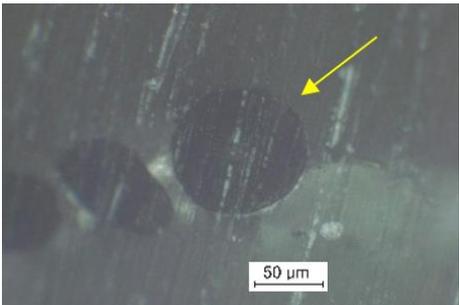
Fonte: Autora (2023).

**APÊNDICE R – Quadro de morfologia transversal das fibras coletadas do Fraque LAL
161 observadas sob luz polarizada.**

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3636		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 20X; ▪ Fibras aglomeradas com formato poligonal e lúmen pequeno; ▪ Características compatíveis com fibras extraídas do caule de plantas do gênero <i>Linum</i>.
3637		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 18X; ▪ Fibras de formato poligonal com lúmen pequeno; ▪ Características compatíveis com fibras extraídas do caule de plantas do gênero <i>Linum</i>.
3638	Não foi possível observar as características morfológicas	
3639		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras de formato poligonal com lúmen pequeno; ▪ Aglomerado de fibras em uma mesma região; ▪ Características compatíveis com fibras extraídas do caule de plantas do gênero <i>Linum</i>.

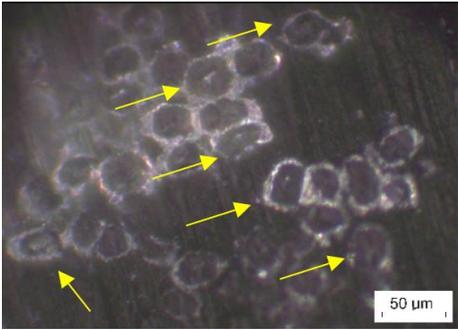
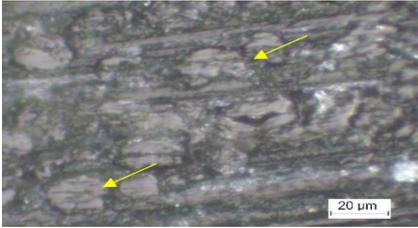
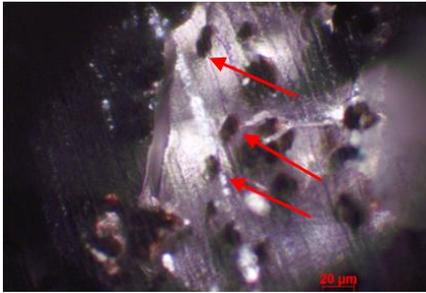
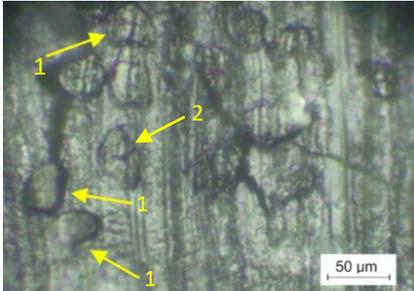
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE S – Quadro de morfologia transversal das fibras coletadas do Fraque LAL
161 observadas sob luz polarizada. Continuação.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3640		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras com formato de tubo colapsado (mais largo nas laterais e mais achatado no centro) e lúmen largo; ▪ Características compatíveis com as de fibras de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>.
3641	Não foi possível observar as características morfológicas	
3642a		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Formato de tubo colapsado; ▪ Lúmen largo; ▪ Características compatíveis com as de fibras de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>.
3642b		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 66X; ▪ Fibras de formato poligonal com lúmen pequeno; ▪ Características compatíveis com as de fibras extraídas do caule de plantas do gênero <i>Linum</i>.
3642c		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 33X; ▪ Diâmetro uniforme; ▪ Características compatíveis com as de fibras sintéticas.

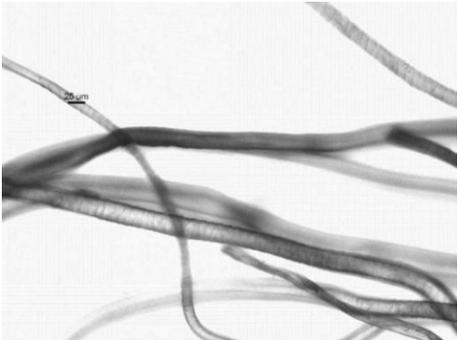
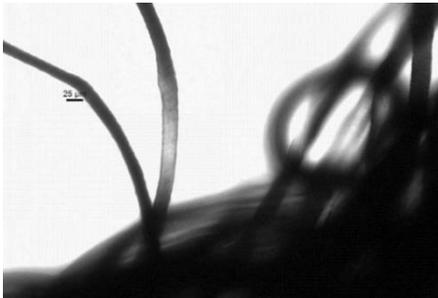
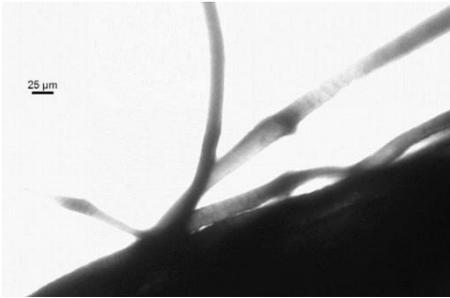
Fonte: Autora (2023).

**APÊNDICE T – Quadro de morfologia transversal das fibras coletadas do Fraque LAL
161 observadas sob luz polarizada. Continuação.**

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3643		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 20X; ▪ Predominância de fibras inchadas com formato de tubo colapsado e lúmen largo; <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características compatíveis com as de fibras de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i> após serem submetidas ao processo de mercerização.
3644		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formato de tubo colapsado; ▪ Lúmen largo; ▪ Características compatíveis com as de fibras de sementes de plantas do gênero <i>Gossypium</i>.
3646		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausência de lúmen; ▪ Regiões mais claras nas bordas e mais escuras no centro; ▪ Formato indefinido.
3647		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausência de lúmen na maioria das fibras [1]; ▪ Formato indefinido; ▪ Fibra com possível presença de lúmen [2].

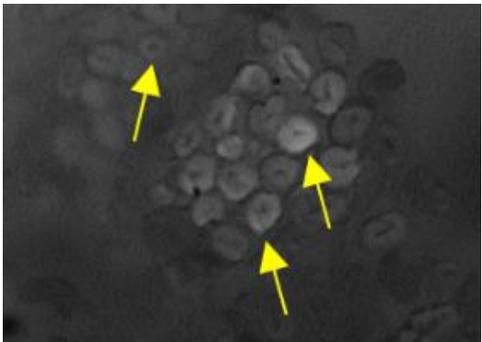
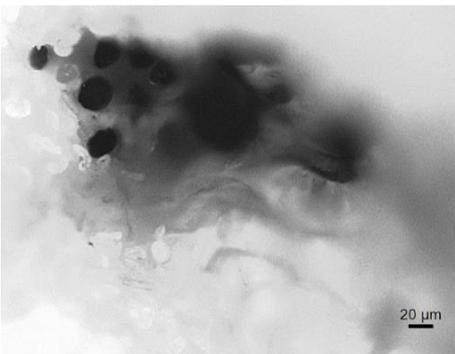
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE U – Quadro da Morfologia da superfície das fibras coletadas do Fraque LAL 161 visualizadas através da microscopia de campo claro.

Cod.	Fotomicroscopia	Características
3641		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 20X; ▪ Camadas de escamas sobrepostas [4]; ▪ Características compatíveis às de fibras capilares de lã.
3646		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 20X; ▪ Camadas de escamas sobrepostas; ▪ Características compatíveis com fibras capilares de lã.
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 20X; ▪ Camadas de escamas sobrepostas; ▪ Características compatíveis às de fibras capilares de lã.

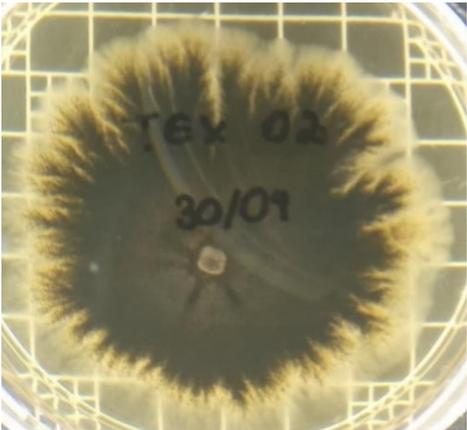
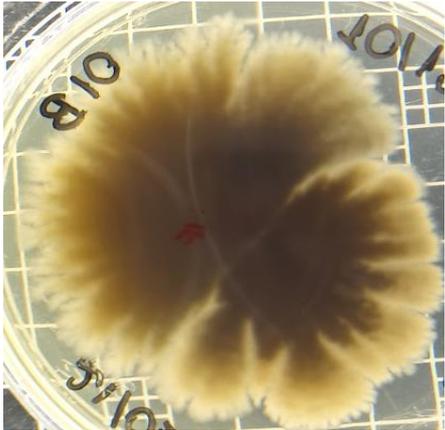
Fonte: Autora (2023).

**APÊNDICE V – Quadro de morfologia transversal das fibras coletadas da Pintura
Ouro Preto e observadas sob microscopia de campo claro.**

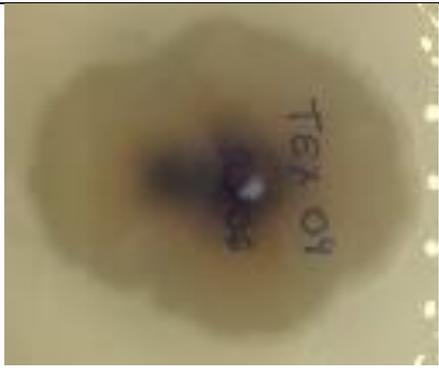
Cod.	Fotomicroscopia	Características
3634		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 10X. ▪ Fibras observadas em berço de fibras de algodão branco; ▪ Aglomeração de fibras com formato poligonal e lúmen pequeno; ▪ Ausência de rachaduras ao redor do lúmen; ▪ Característica compatíveis com fibras de linho.
3641		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imagem observada sob aumento de 10X; ▪ Fibras observadas em berço de fibras de algodão branco; ▪ Fibras de cerne escuro; ▪ Possivelmente, fibra proteica.

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE X – Quadro de caracterização do anverso e verso das colônias dos morfotipos isolados.

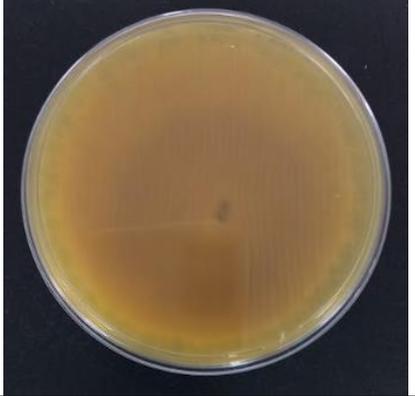
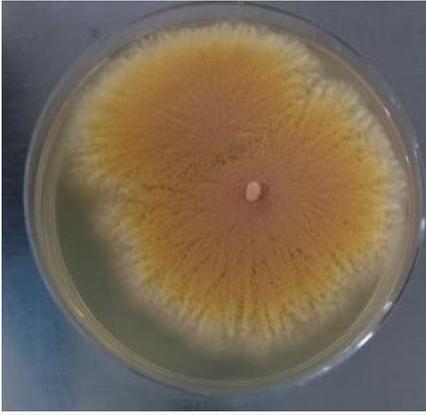
TEX 01	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Verde escuro no centro; verde azulado na região mais próxima à borda e branco nas margens. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Amarelo claro no centro; verde claro na região mais próxima à borda; branco nas margens.
TEX 02	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Verde folha no centro e branco nas margens. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Verde musgo no centro; palha na região mais próxima da borda; branco nas margens.

APÊNDICE Y – Quadro de caracterização do anverso e verso das colônias dos morfotipos isolados. Continuação.

TEX 03	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação papilada; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Rosado no epicentro; verde escuro próximo ao centro; verde mais claro próximo ao centro; verde azulado na região mais próxima à borda e branco na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura lisa; ▪ Marrom no centro; ▪ Amarelo creme próximo ao epicentro; ▪ Margem branca.
TEX 04	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Verde escuro no centro e branco na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma circular filamentosa; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Marrom no centro; ocre na região intermediária, branco na margem.

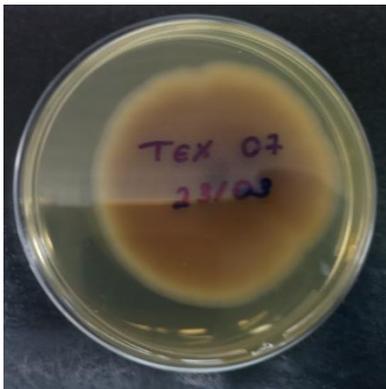
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE Z – Quadro de caracterização do anverso e verso das colônias dos morfotipos isolados. Continuação.

TEX 05	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma circular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Bege no centro; verde escuro na região intermediária; ocre na região próxima à borda; bege na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma circular filamentosa; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Ocre no centro; amarelo creme na região intermediária; amarelo claro na margem.
TEX 06	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Ocre no centro e bege na margem; ▪ Não forma exsudatos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Ocre no centro e bege na margem intermediária; amarelo claro na margem.

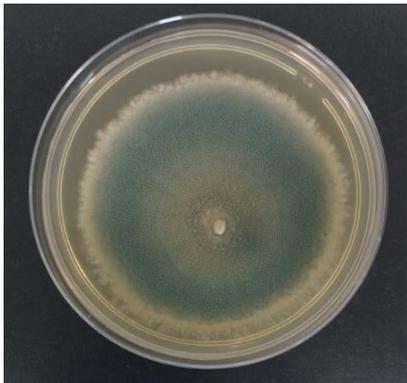
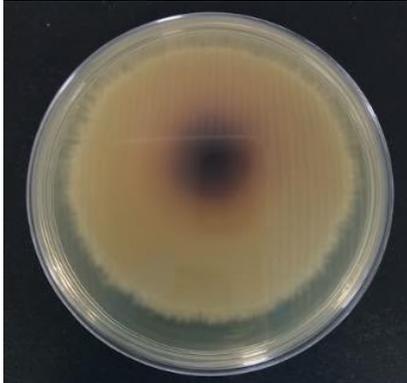
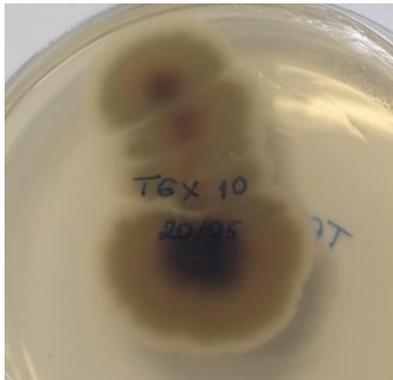
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE AA – Quadro de caracterização do anverso e verso das colônias dos morfotipos isolados. Continuação.

TEX 07	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma circular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Bege no centro; verde folha na região intermediária; verde escuro na região próxima à borda; branco na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma circular filamentosa; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Negro no centro; ocre do centro até a margem; branco na margem.
TEX 08	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Rosado no centro; verde escuro na região intermediária; ocre na região próxima à borda; bege claro na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Bege no centro; verde escuro na região intermediária; ocre na região próxima à borda; bege claro na margem.

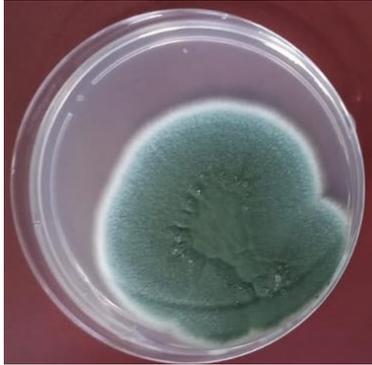
Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE BB – Quadro de caracterização do anverso e verso das colônias dos morfotipos isolados. Continuação.

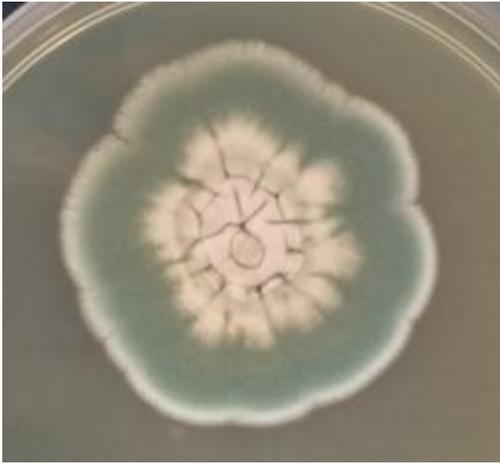
TEX 09	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma circular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Bege no centro; verde escuro na região intermediária; ocre na região próxima à borda; bege claro na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma filamentosa; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: marrom escuro no centro, ocre na região intermediária; amarelo claro próximo à borda; bege claro na margem.
TEX 10	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Bege no centro; verde escuro na região intermediária; ocre na região próxima à borda; bege claro na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma filamentosa; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Preto no centro e ocre na região intermediária com margem branca.

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE CC – Quadro de caracterização do anverso e verso das colônias dos morfotipos isolados. Continuação.

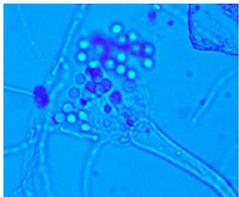
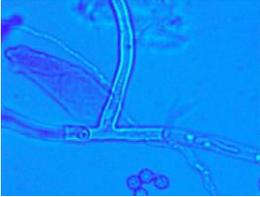
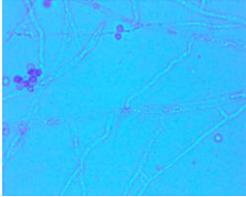
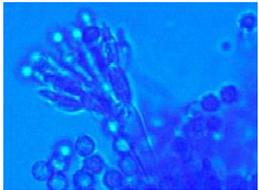
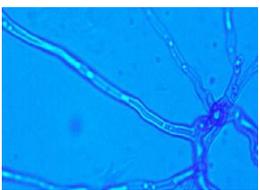
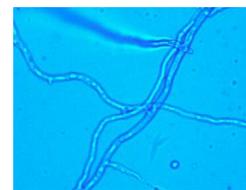
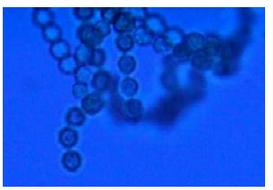
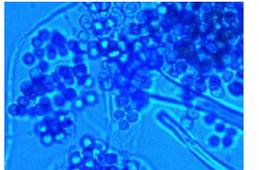
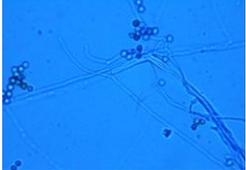
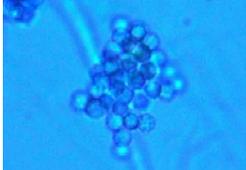
TEX 11	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma circular filamentosa; ▪ Elevação plana; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Verde musgo no centro da colônia; verde escuro no meio da colônia; borda branca. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma filamentosa; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura lisa; ▪ Coloração: Ocre na região central; bege mais curo na região intermediária; tom de bege claro esbranquiçado na borda.
TEX 12	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação papilada; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: verde escuro no centro; verde ligeiramente azulado próximo à borda; branco na margem; ▪ Forma exsudatos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Textura lisa; ▪ As colônias mais novas são bege claro no centro e levemente esverdeada até a borda; com o passar do tempo surge uma camada amarelada entre a camada bege clara do centro e a da borda.

APÊNDICE DD – Quadro de caracterização do anverso e verso das colônias dos morfotipos isolados. Continuação.

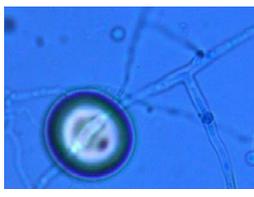
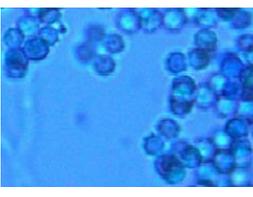
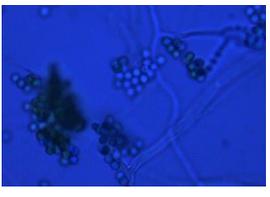
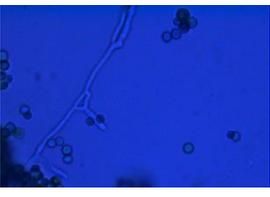
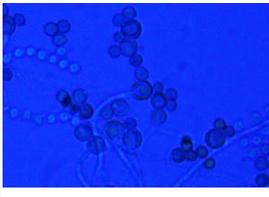
TEX 13	
Anverso	Verso
	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma irregular filamentosa; ▪ Elevação papilada; ▪ Margem filamentosa; ▪ Textura aveludada; ▪ Coloração: Rosado no centro; verde folha na região intermediária; verde bandeira próximo à borda; branco na margem. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma filamentosa; ▪ Margem ondulada; ▪ Textura lisa com sulcos; ▪ Coloração: marrom escuro no centro, ocre na região intermediária; branco na margem.

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE EE – Quadro de estruturas micromorfológicas observadas à fresco em microscópio biológico. Lâminas coloridas com azul de lactofenol.

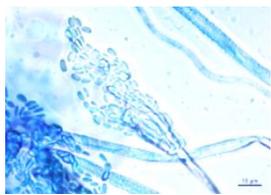
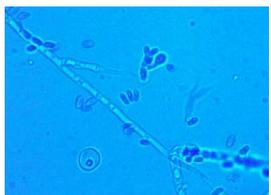
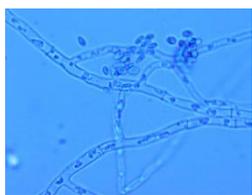
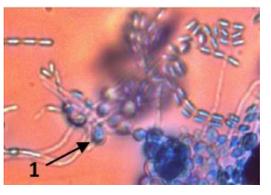
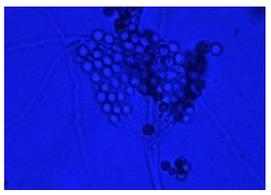
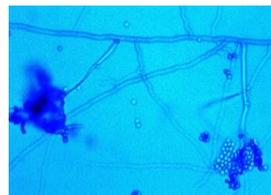
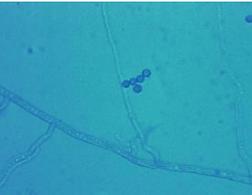
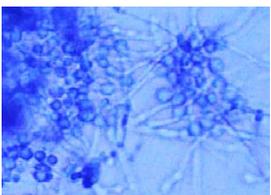
TEX 01 - Características compatíveis com <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal	Hifas	Conídios
			
- Presença de vesícula espatulada.	- Septada e ramificadas a 90°.	- Hifas septadas e hialinas.	- Superfície equinulada.
TEX 02 - Características compatíveis com <i>Penicillium</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por dois ramos de métulas simétricos.	- Não septada; - Em ângulos diversos.	- Hifas não septadas e ramificadas em ângulos diversos; - Hialinas.	- Superfície equinulada.
TEX 03 – Características compatíveis com <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do Pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por vesícula espatulada.	- Septada e ramificadas a 90°.	- Hifas septadas e ramificadas a 90°. - Hialinas.	- Superfície equinulada.

APÊNDICE FF – Quadro de estruturas micromorfológicas observadas à fresco em microscópio biológico. Lâminas coloridas com azul de lactofenol. Continuação.

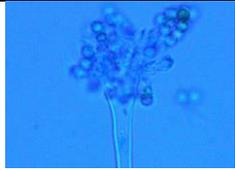
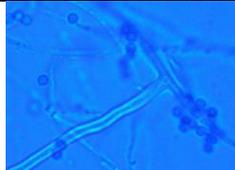
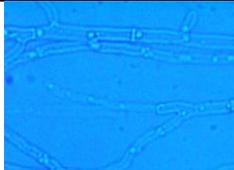
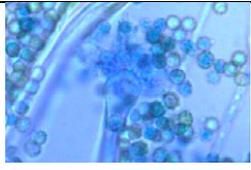
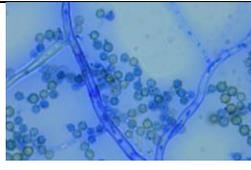
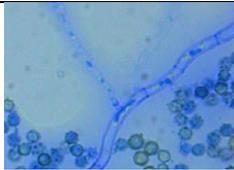
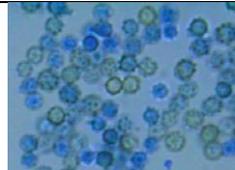
TEX 04 - Características compatíveis com <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por vesícula espatulada.	- Ramificadas a 90°.	- Hifas hialinas, septadas e ramificadas em ângulos diversos.	- Superfície equinulada.
TEX 05 - Características compatíveis com <i>Penicillium</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por um único ramo de metula (monovercillado).	- Em ângulos diversos.	- Hifas contínuas e ramificadas em ângulos diversos; - Hifas hialinas.	- Superfície lisa.

Fonte: Autora (2023).

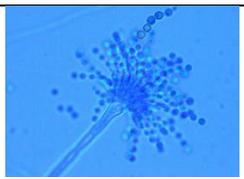
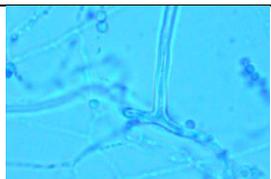
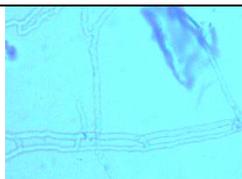
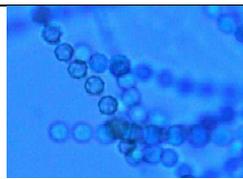
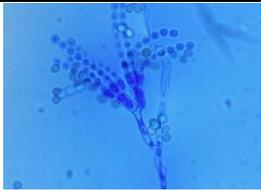
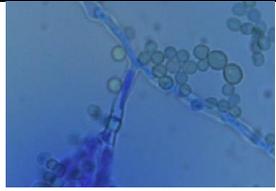
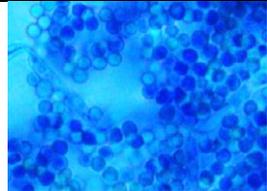
APÊNDICE GG – Quadro de estruturas micromorfológicas observadas à fresco em microscópio biológico. Lâminas coloridas com azul de lactofenol. Continuação.

TEX 06 - Características compatíveis com <i>Paecilomyces</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
<ul style="list-style-type: none"> - Fiálides de base ampla e pescoço longo e fino no final; - Fiálides irregularmente ramificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Em ângulos diversos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hifas septadas e hialinas; - Hifas ramificadas em ângulos diversos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conídios cilíndricos; - Cadeia longa de conídios verde-oliva; - Clamidósporos hialinos[1].
TEX 07 - Características compatíveis com <i>Penicillium</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
<ul style="list-style-type: none"> - Formada por dois ramos de métulas (bidiverticilado). 	<ul style="list-style-type: none"> - Em ângulos diversos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hifas contínuas e ramificadas em ângulos diversos; - Hialinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conídios com superfície lisa; - Ascósporos hialinos.

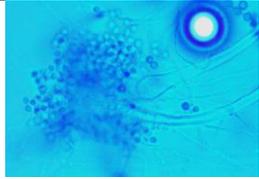
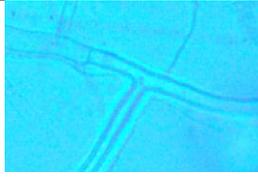
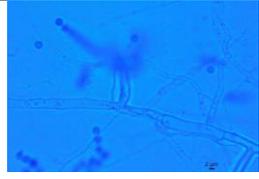
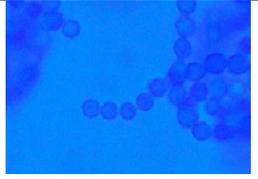
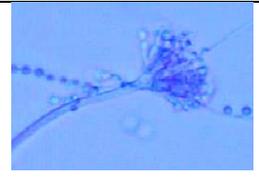
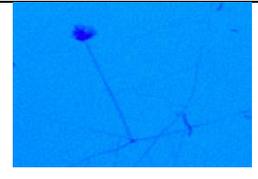
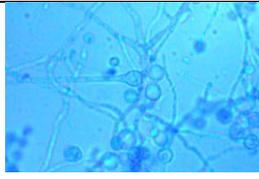
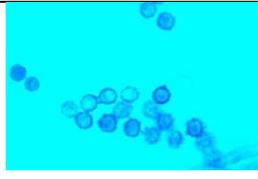
APÊNDICE HH – Quadro de estruturas micromorfológicas observadas a fresco em microscópio biológico. Lâminas coloridas com azul de lactofenol. Continuação.

TEX 08 - Características compatíveis com <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por vesícula espatulada.	- Ramificadas a 90°.	- Hifas septadas e ramificadas em ângulos diversos; - Hialinas.	- Superfície equinulada.
TEX 09 - Características compatíveis com <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por vesícula espatulada.	- Ramificadas a 90°.	- Hifas septadas e ramificadas em ângulos diversos; - Hialinas.	- Superfície equinulada.

APÊNDICE II – Quadro de estruturas micromorfológicas observadas à fresco em microscópio biológico. Lâminas coloridas com azul de lactofenol. Continuação.

TEX 10 - Características compatíveis com <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por vesícula espatulada; - Formato conidial radial.	- Ramificadas a 90°.	- Hifas septadas e ramificadas em ângulos diversos; - Hialinas.	- Superfície levemente equinulada.
TEX 11 - Características compatível com <i>Penicillium</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por dois ramos de métulas simétricos.	- Em ângulos diversos.	- Hifas septadas e ramificadas em ângulos diversos; - Hialinas.	- Superfície lisa.

APÊNDICE JJ – Quadro de estruturas micromorfológicas observadas à fresco em microscópio biológico. Lâminas coloridas com azul de lactofenol. Continuação.

TEX 12 - Características compatíveis com gênero <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por vesícula espatulada.	- Ramificadas a 90°.	- Hifas septadas e ramificadas em ângulos diversos; - Hialinas.	- Superfície equinulada.
TEX 13 - Características compatíveis com <i>Aspergillus</i> sp.			
Cabeça	Célula basal do pé	Hifas	Conídios
			
- Formada por vesícula espatulada.	- Ramificadas a 90°.	- Hifas septadas com terminais clamidósporos; - Hialinas.	- Superfície equinulada.

APÊNDICE LL – Quadro de resultados obtidos segundo os códigos depositados no *Top Blast* do *GenBank*.

CEPA	MARCADOR GENÉTICO	TOP BLAST	ID (%)	C (%)	Nº de PB
TEX 04	ITS	<i>Aspergillus versicolor</i> strain ATCC 9577 [KU729039]	99.35	100	460
		<i>Aspergillus amoenus</i> strain CBS 111.32 [OL772676]	99.35	100	
TEX 10	ITS	<i>Aspergillus versicolor</i> strain ATCC [KU729039]	99.33	100	449
		<i>Aspergillus amoenus</i> strain CBS 111.32 [KU729039]	99.33	100	
TEX 11	RPB	<i>Penicillium goetzii</i> isolate 2010F20 [MT558933]	100	100	464
		<i>Penicillium goetzii</i> isolate 2010F5 [MT558923]	100	100	

Fonte: Genbank (2022).

**APÊNDICE MM - Quadro de número de UFCs após 78h de plaqueamento dos esporos
extraídos das superfícies têxteis prototipadas.**

Protótipo	UFC		
	Vaporização com solução alcoólica de <i>M. alternifolia</i> a 0,8%	Vaporização com álcool etílico hidratado 70%	Controle (sem vaporização de substâncias)
MS de lã	0	0	Incontáveis
MS de algodão	0	0	Incontáveis
MS de linho branco	0	0	Incontáveis
MS de linho cru	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça amarela	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça vermelha	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça preta	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça azul	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça verde	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça branca	0	0	Incontáveis
MS de Poliéster	0	0	Incontáveis

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE NN - Quadro de número de UFCs após 18 dias de plaqueamento dos esporos extraídos das superfícies têxteis prototipadas.

Protótipo	UFC		
	Vaporização com solução alcóolica de <i>M. alternifolia</i> a 0,8%	Vaporização com álcool etílico hidratado 70%	Controle (sem vaporização de substâncias)
MS de lã	0	0	Incontáveis
MS de algodão	0	0	Incontáveis
MS de linho branco	0	0	Incontáveis
MS de linho cru	3	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça amarela	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça vermelha	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça preta	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça azul	0	2	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça verde	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça branca	0	0	Incontáveis
MS de Poliéster	0	0	Incontáveis

Fonte: Autora (2023).

APÊNDICE OO - Quadro de número de UFCs após 30 dias de plaqueamento dos esporos extraídos das superfícies têxteis prototipadas.

Protótipo	UFC		
	Vaporização com solução alcóolica de <i>M. alternifolia</i> a 0,8%	Vaporização com álcool etílico hidratado 70%	Controle (sem vaporização de substâncias)
MS de lã	0	0	Incontáveis
MS de algodão	0	0	Incontáveis
MS de linho branco	0	0	Incontáveis
MS de linho cru	Incontáveis	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça amarela	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça vermelha	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça preta	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça azul	0	Incontáveis	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça verde	0	0	Incontáveis
MS de tela com tinta de óleo de linhaça branca	0	0	Incontáveis
MS de Poliéster	0	0	Incontáveis

Fonte: Autora (2023).

ANEXO B – Escala elaborada por Lúcia Plebeu para a determinação do estado de conservação de artefatos têxteis, extraída da tese de Kathleen Day intitulada *1728 Club: A study ans conservation treatment of an original nineteenth-century Irish tailcoat* defendida no ano de 2008 no Programa *Master of Arts* do *S.U.N.Y Fashion Institute of Technology*.

Condition: On a scale of 1 to 5, 1 being excellent and 5 being poor, this object is a 3 (meaning fair condition). See following pages for close-up images and exact locations of disrepair.

____ Brittleness

Fraying edges/ abraded surface

Both turned back velvet cuffs are worn along the lower edges. This extends to the ground of the silk velvet and in some areas to the burlap understructure.

There is a combination of abrasion and fading throughout the exterior fabric of the tailcoat.

Holes, tears, cuts, missing areas

Holes and tears are located throughout the garment (see diagram).

Both black silk cuff linings have areas of splitting.

The upper body interior's black silk twill lining areas of splitting. There are small (less than 1/8 inch in size) sections of loss throughout the upper body lining, as well.

Loose, detached

The lining of the collar is missing; small sections of reinforcement book muslin remain near the hook and eye closures (Fig. E, D). The hook side is torn and curling.

Two gold buttons are missing from the proper right lapel. The proper left lapel has one torn buttonhole, located at the bottom of the row (Fig. K).

The proper left cuff has lost a few of the tacking points from the sleeve.

The braided eyes on the proper right cuff have split.

The right pocket flap has also lost a few of the tacking points from the body of the tailcoat.

The proper left tail pocket bag is missing. The seam creating the pleat in the tail and that placket for this pocket bag is separating in areas above and below the original entrance to the pocket bag. Separation is also occurring where the tails attach to the center back. Furthermore, this separation is taking place where two decorative buttons once were positioned. These buttons are no longer attached.

The interior padding has been quilted to the black silk twill lining of the garment. Much of these quilting stitches have become detached.

There is separation occurring on the exterior armhole of the proper right sleeve (Fig. M). There is also separation of the seam at the proper left interior armhole where the

ANEXO B – Continuação da escala elaborada por Lúcia Plebeu para a determinação do estado de conservação de artefatos têxteis, extraída da tese de Kathleen Day intitulada *1728 Club: A study ans conservation treatment of an original nineteenth-century Irish tailcoat* defendida no ano de 2008 no Programa Master of Arts do S.U.N.Y Fashion Institute of Technology. Continuação.

<p>sleeve's unbleached cotton twill weave lining meets the upper body's black silk twill weave lining. The separation extends to the shoulder seam of the proper left arm. Lastly, a 3" section of the proper right sleeve lining is separating. There is loose particulate matter throughout the garment.</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> Stains, surface dirt The interior of the tails has a black discoloration, particularly on the proper left side (Fig. P). White debris is on the inside of the proper left cuff, where the lining and wool meet. (Fig. U). There is loose particulate matter throughout the garment.</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> There is fading throughout the tailcoat, from a rich dark green to a more yellow-green, due to a combination of abrasion and fading.</p>
<p><input type="checkbox"/> Color bleeding</p>
<p><input type="checkbox"/> Corrosion, rust</p>
<p><input type="checkbox"/> Mold, Mildew</p>
<p><input type="checkbox"/> Pest Damage</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> Damage to finish Due to a combination of fading and abrasion, the finish is worn in many areas. This damage extends, in some areas, to the weave understructure of the fulled wool.</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> Distinguishing labels, stamps The back of the buttons have a manufacturer's embossing, "CHA Clancy Dublin".</p>
<p><input type="checkbox"/> Currently mounted/ associated with an exhibition device</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> The leather waistband is wavy and deformed and inscribed with ink (Fig. N). There are small darkened areas where either the ink has been rubbed into the leather or it reacted with body perspiration and darkened. The waistband has a overall shine. Due to the two lower buttons missing on the proper right lapel, there is no longer proper alignment and the remaining buttonholes are being strained.</p>

ANEXO C – Ficha de identificação do Fraque LAL 161.

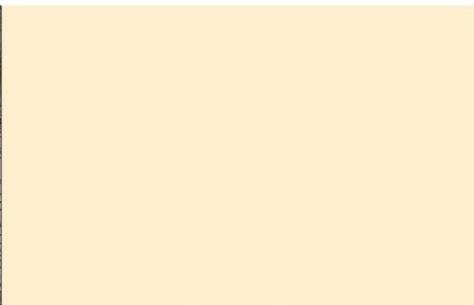
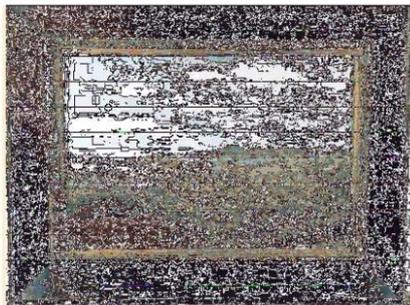
		Pré-entrada Ficha de Identificação	
1. Nº de Identificação Temporário: LAL 166-1		2. Data de Entrada no Museu: março 2014	
3. Modo de Aquisição: Doação		4. Doador(es): Luiz Augusto de Lima	
5. Nome do Objeto: Sobrecasaca		6. Classificação: Objetos de Uso Pessoal/ Vestuário	
7. Data: Século XX – 1ª metade		8. Autoria: sem identificação	
9. Material: tecido preto		10. Técnica: costura à máquina	
11. Origem: sem identificação		12. Procedência: Família Augusto de Lima	
13. Marcas e Inscrições: não possui		14. Estado de Conservação: ruim	
15. Dimensões	Altura	88 cm	
	Comprimento	-	
	Largura	55 cm	
	Diâmetro	-	
	Peso	-	
16. Descrição do Objeto: Sobrecasaca de Fraque em tecido preto com cinco botões forrados na parte frontal, sendo dois botões à esquerda alinhados na vertical junto à uma botoeira; e três botões alinhados na vertical à direita. Fazendo o fechamento na altura do punho das mangas compridas, dois botões forrados em cada uma. Na parte traseira dois botões forrados na altura da cintura. Parte interna forrada de cetim preto.		18. Imagem: 	
17. Breve Histórico do objeto: Provavelmente pertenceu ao avô paterno do doador, Sr. Renato Augusto de Lima (1893-1978), que foi advogado, delegado de polícia, pintor impressionista e pianista. Expôs pela primeira vez em 1910, no Café High Life. Participou de exposições e salões e recebeu condecorações e prêmios. Tem obras no MHAB e Museu Mineiro.			
18. Breve descrição estado de conservação: Possui rasgos no forro, nas partes internas das mangas, furos na superfície superior das costas. Sujidades e fungos por toda superfície.			
Responsável pelo cadastro pré-entrada: Ana Paula Portugal BM 00286-4		Data: 03/02/2022	

ANEXO D - Ficha de catalogação da Pintura *Ouro Preto*.

 PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE	Fundação Municipal de Cultura	
OBJETO		
Unidade	MUSEU HISTÓRICO ABÍLIO BARRETO	
Identificação do Objeto		
1.Coleção	PINACOTECA	
2.Nº de Tombo	MHAB 0081/93	
3.Nº de Inventário Anterior	112LT	
4.Nome	QUADRO	
5.Classificação	PINTURA	
6.Título	"OURO PRETO"	
7.Data	/ /1908	
8.Data da Atribuição		
9.Autoria	HONÓRIO ESTEVES	
10.Material e Técnica	MAD., GESSO, TINTA A ÓLEO, TELA / ÓLEO SOBRE TELA, MOLDAGEM	
11.Origem	OURO PRETO	
12.Procedência	PREFEITURA DE BELO HORIZONTE	
13.Modos de Aquisição	<input type="radio"/> COMPRA <input type="radio"/> PRODUTO DE OFICINA <input checked="" type="radio"/> TRANSFERÊNCIA <input type="radio"/> DOAÇÃO <input type="radio"/> RECOLHIMENTO <input type="radio"/> PERMUTA	
14.Data de Aquisição	10/03/1943	
15.Marcas e Inscrições	"1908 - H. ESTEVES" / "PANORAMA DE OURO PRETO. VISTA TOMADA DO ADRO DE SÃO FRANCISCO, REPRESENTANDO... INCONFIDÊNCIA MINEIRA".	
16.Estado de Conservação	<input type="radio"/> ÓTIMO <input type="radio"/> BOM <input checked="" type="radio"/> REGULAR <input type="radio"/> PÉSSIMO	
17.Dimensões		
Altura	S/MOLDURA: 81,5 CM - C/MOLDURA: 119 CM	
Comprimento		
Largura	S/MOLDURA: 116 CM - C/MOLDURA: 156 CM	
Diâmetro		
Profundidade		
Peso		
18.Descrição do Objeto	<p>REPRESENTAÇÃO DE PAISAGEM URBANA, DELIMITADA POR MONTANHAS E MURO DE PEDRAS. O CENTRO DA COMPOSIÇÃO DEFINE-SE POR CASARIO, DISPOSTO EM UM VALE. O PONTO CENTRAL É MARCADO POR EDIFICAÇÃO RELIGIOSA SEGUIDA, À ESQUERDA, POR EDIFICAÇÃO DE GRANDES PROPORÇÕES. ABAIXO, VÊ-SE CASARIO, IMPLANTADO NO ALINHAMENTO DE SUBIDAS E DESCIDAS. SOBRESSAI-SE, EM PLANO AVANÇADO, EDIFICAÇÃO DE GRANDE PORTE QUE SE CONTRAPÕE AO TEMPLO RELIGIOSO E À EDIFICAÇÃO VIZINHA A ESTE. OBSERVA-SE O PREDOMÍNIO DE DESCAMPADOS, VEGETAÇÃO E CADEIA DE MONTANHAS QUE CIRCUNDAM A PEQUENA AGLOMERAÇÃO URBANA.</p> <p>MOLDURA EM MADEIRA COMPOSTA POR DUAS PARTES: PARTE INTERNA DOURADA, FORMADA POR FRISO LISO E FRISO EM RELEVO; PARTE EXTERNA EM MADEIRA LISA, ESCURA.</p>	
Análise do Objeto		

ANEXO D - Ficha de inventário da Pintura *Ouro Preto*. Continuação.

19.Dados Históricos	PINTURA DATADA DE 1908, DE AUTORIA DE HONÓRIO ESTEVES. PINTOR MINEIRO, NASCIDO EM OURO PRETO EM 1860 E FALECIDO EM MARIANA EM 1933, TEVE EXPRESSIVA ATUAÇÃO NAS MANIFESTAÇÕES DO ACADEMICISMO MINEIRO, PRODUZINDO ÓLEOS, AQUARELAS, PASTÉIS E DESENHOS, DE CUNHO ACADÊMICO, QUE RETRATAM A PAISAGEM DE MINAS. SABE-SE QUE ESTUDOU PINTURA E DESENHO NA ACADEMIA IMPERIAL DAS BELAS ARTES DE 1884 A 1890, ONDE FOI ALUNO DE ZEFERINO DA COSTA E RODOLPHO AMOEDO. NAS DÉCADAS DE 10 E 20, TEVE DESTACADA PARTICIPAÇÃO NA VIDA CULTURAL DE BELO HORIZONTE, JUNTAMENTE COM GENESCO MURTA, ANÍBAL MATTOS, FUNCHAL GARCIA E OUTROS ARTISTAS, COM OS QUAIS DIVIDIU ESPAÇO EM EXPOSIÇÕES, MOSTRAS E SALÕES DE ARTE. NESSA PINTURA, O ARTISTA RETRATA OURO PRETO, PRIVILEGIANDO A ANTIGA FREGUESIA DE NOSSA SENHORA DO PILAR. DESTACA-SE, AO CENTRO DA COMPOSIÇÃO, A IGREJA NOSSA SENHORA DO CARMO, SEGUIDA, À ESQUERDA, PELO ANTIGO PRÉDIO DA CADEIA PÚBLICA, HOJE MUSEU DA INCONFIDÊNCIA, E CASARIO. À DIREITA, REGISTRAM-SE AS TORRES DO PILAR E A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA. A PINTURA REPRESENTA ASPECTO URBANO DA ANTIGA CAPITAL DE MINAS, ENFOCANDO A PARÓQUIA DE NOSSA SENHORA DO PILAR. DESTACAM-SE, EM MEIO AO CASARIO, IMPORTANTES EDIFICAÇÕES PÚBLICAS, CIVIS E RELIGIOSAS, CITANDO-SE A IGREJA NOSSA SENHORA DO CARMO, O MUSEU DA INCONFIDÊNCIA, A CASA DOS CONTOS, A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA E A MATRIZ DO PILAR, QUE SE INSINUA POR SUAS TORRES. REGISTRAM-SE O TRAÇADO URBANO, DEFINIDO PELA RUA DIREITA, E O PERFIL ONDULADO DAS MONTANHAS, ONDE SE SOBRESSAI O PICO DO ITACOLOMI.
20.Características Iconográficas	PINTURA A ÓLEO SOBRE TELA, COM SUPORTE DE EUCATEX E MADEIRA, FIXADA À MOLDURA POR PREGOS. POLICROMIA EM TONS DE VERDE, TERRA, AZUL, CINZA E BRANCO. MOLDURA EM MADEIRA COMPOSTA POR DUAS PARTES, FIXADAS POR PREGOS, COM ORNATOS FITOMORFOS EM GESSO E PINTURA PURPURINADA.
21.Características Técnicas	
Conservação do Objeto	
22.Diagnóstico	
23.Intervenções Anteriores	02/1996 - TELA RESTAURADA PARA INTEGRAR A MOSTRA DOS ARTISTAS CONSTRUTORES DA CAPITAL DENTRO DO PROJETO "UM SÉCULO DAS ARTES PLÁSTICAS EM BH".
24.Recomendações	
Notas	
25.Histórico de Exposições	ARTISTAS CONSTRUTORES DE BELO HORIZONTE: 1º MÓDULO - UM SÉCULO DE HISTÓRIA DAS ARTES PLÁSTICAS EM BH. CENTRO CULTURAL DA UFMG - 07 A 31 MAIO 1996. MHAB: 60 ANOS DE HISTÓRIA - MHAB - SALA USIMINAS - MAIO 2003 A FEVEREIRO 2004.
26.Histórico de Publicações	
27.Referências Bibliográficas	LAPHIS. ANÍBAL MATTOS E SEU TEMPO. BELO HORIZONTE: SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA / POLIGRAF EDITORA, 1991. P. 45. (CATÁLOGO DE EXPOSIÇÃO).
28.Fontes Adicionais	BELO HORIZONTE. MHAB. FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE ACERVO. PASTA Nº 112.
29.Avaliação Para Seguro	
30.Observações	
31.Localização	<input type="radio"/> SE <input checked="" type="radio"/> RT <input type="radio"/> OUTROS
Reprodução Fotográfica	
32.Controle	FILME 28, NEGATIVO 12, 13, 14, 15.
33.Responsável pela Reprodução / Data	MIGUEL AUN / SETEMBRO 1996.
Dados de Preenchimento	
34.Preenchimento / Data	ANA PAULA RIBEIRO/ 17-08-2004; THIAGO COSTA/ 24-08-2004
35.Revisão / Data	
36.Digitação / Data	DANIELA MAGALHÃES DA SILVEIRA / 30/07/2001.
Anexo	

ANEXO D - Ficha de inventário da Pintura *Ouro Preto*. Continuação.

ANEXO E – Planilha de intervenções realizadas na Pintura **Ouro Preto**.

MHAB
COLEÇÃO PINACOTECA - DIAGNÓSTICO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO 05
p.2

Nº de Tombo: MHAB 0081/93

Título: Ouro Preto / Honório Estreito

Época: _____

Material/Técnica: óleo sobre tela
Moldura larga, em madeira escura, lisa,
levemente chanfrada

Estado de Conservação: Ótimo Bom Regular Péssimo

Deteriorações observadas:

- Ataques de insetos xilófagos
- Microorganismos em desenvolvimento (fungos / mofo)
- Distorções no suporte
- Perda de plano (suporte)
- Suporte muito fragilizado
- Perdas no suporte
- Craquelada
- Desprendimentos da camada pictórica
- Perdas da camada pictórica
- Camadas de verniz escurecida
- Outros

Suporte com muitas manchas no verso
Marco do chassi na parte central da tela.
Chassi sem chanfro.

Intervenções anteriores: Tela restaurada no atelier
Remoção de verniz escurecido 2003
Nivelamento de perdas, reintegração cro-
mática, aplicação de verniz
Moldura foi imuneizada e consolidada
em pequenas áreas

Recomendações:

Conservadora: Carla Data: 25/03/04

ANEXO E – Planilha de intervenções realizadas na Pintura *Ouro Preto*. Continuação.

MUSEU HISTÓRICO ABÍLIO BARRETO ----- ATELÊ DE CONSERVAÇÃO

PLANILHA DE INTERVENÇÕES

I) IDENTIFICAÇÃO

Acervo de Objetos Acervo Fotográfico Acervo em Papel

COLEÇÃO: PINACOTECA

NÚMERO DE TOMBO OU REGISTRO: MHAB 0081/93

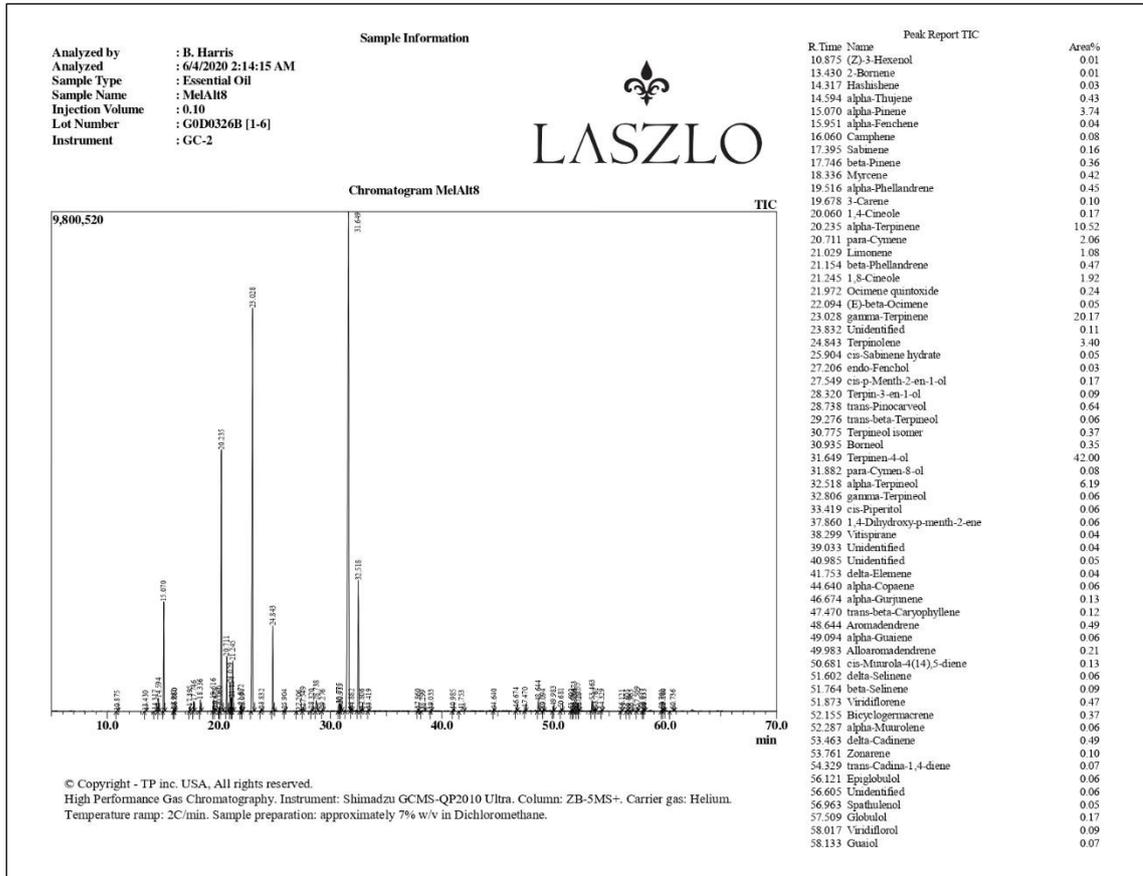
DESIGNAÇÃO/TÍTULO: OURO PRETO / Honório Esteves

MATERIAL/TÉCNICA: óleo s/ Tela - Moldura: madeira

II) INTERVENÇÕES REALIZADAS

TRATAMENTO REALIZADO	MATERIAL/TÉCNICA	DATA/PERÍODO
Retirada da moldura	chave de fenda alicate	22/04/03
Remoção do verniz oxidado	xilol + dimetilformamida	23/04/03
Fixação de alguns pontos da policromia	PVA	25/04/03
Nivelamento	Massa automotiva Wanda	28/04/03
Reintegração	Pigmento + verniz	29/04/03
Aplicação de verniz	Paraloid B72	30/04/03

ANEXO F – Imagens do resultado do teste cromatografia do OE de *M. alternifolia* da marca Laszlo adquirido para os experimentos da pesquisa.



ANEXO F – Imagens do resultado do teste cromatografia do OE de *M. alternifolia* da marca Laszlo adquirido para os experimentos da pesquisa. Continuação.

R Time	Name	Area%
59.701	5-epi-7-epi-alpha-Eudesmol	0.06
59.850	1-epi-Cubanol	0.08
60.736	Unidentified	0.06
		100.00