



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST / MCTIC

Mestrado Profissional em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia –  
PPACT

# **PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO AEROESPACIAL BRASILEIRO**

## **Diagnóstico da ocorrência de micro- organismos na aeronave Muniz M-7**

*Ana Carolina Nogueira de O. da S. de Carvalho*

**MAST / MCTIC**

**Rio de Janeiro**

**2017**

# **PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO AEROESPACIAL BRASILEIRO**

*DIAGNÓSTICO DA  
OCORRÊNCIA DE  
MICRO-ORGANISMOS  
NA AERONAVE MUNIZ  
M-7*

*por*

***Ana Carolina Nogueira de O. da S. de Carvalho,***

*Aluna do Mestrado Profissional em Preservação  
de Acervos de Ciência e Tecnologia*

Produto Técnico-Científico apresentado à  
Coordenação do Mestrado Profissional em  
Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia  
para obtenção do grau de Mestre em  
Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia.

**Área de concentração:** Preservação de Acervos  
de Ciência e Tecnologia

**Linha de Pesquisa:** Acervos, Conservação e  
Processamento

**Orientador:** Professor Dr. **Antônio Carlos A. da  
Costa**

**Co-orientadora:** Professora Dra. **Márcia T. S.  
Lutterbach**

*MAST/MCTIC - RJ, Fevereiro de 2017*

Ana Carolina Nogueira de O. da S. de Carvalho

# PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO AEROESPACIAL BRASILEIRO

**Diagnóstico da ocorrência de micro-organismos na aeronave Muniz M-7**

Produto Técnico-Científico apresentado ao Mestrado Profissional em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia, do Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST/MCTIC, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre Profissional em Preservação de Acervos de Ciência e Tecnologia.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

## **Banca Examinadora:**

**Orientador:** \_\_\_\_\_

Professor Doutor Antônio Carlos A. da Costa  
PPACT / Museu de Astronomia e Ciências Afins

**Co-orientadora:** \_\_\_\_\_

Professora Doutora Márcia T. S. Lutterbach  
Instituto Nacional de Tecnologia – INT

**Examinador Interno:** \_\_\_\_\_

Professora Doutora Cláudia Penha dos Santos  
PPACT / Museu de Astronomia e Ciências Afins

**Examinador Externo:** \_\_\_\_\_

Professora Doutora Rachel Motta Cardoso  
MUSAL / Força Aérea Brasileira

**Suplente interno:** \_\_\_\_\_

Professora Doutora Adriana Cox Hollos  
PPACT / Arquivo Nacional

**Suplente externo:** \_\_\_\_\_

Professora Doutora Gisele Birman Tonietto  
PUC - RIO

*Rio de Janeiro, 2017*

CARVALHO, Ana Carolina N. de O. da S. de

C331p

Preservação do Patrimônio Aeroespacial Brasileiro: diagnóstico da ocorrência de micro-organismos na aeronave Muniz M-7 / Ana Carolina N. de O. da S. de Carvalho. - Rio de Janeiro: MAST/MCTIC, 2017.  
vi., 84 p. : il.

Orientador: Antônio C. A. da Costa.

Produto Técnico-Científico (Mestrado Profissional) Museu de Astronomia e Ciências Afins – Programa de Pós-Graduação em Preservação de Acervos de C&T, 2017.

Referências: p. 67-71.

1. Preservação. 2. Biodeterioração. 3. Museu Aeroespacial. 4. Muniz M-7.  
I. Carvalho, Ana C. de O. da S. II. Museu de Astronomia e Ciências Afins / Mestrado Profissional em Preservação de Acervos de C&T. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, de cujo temor, procede toda a sabedoria.

A minha mãe, Carmen, que me ensinou o poder de transformação da educação.

Ao meu marido, Robson, pelo amor, paciência e respeito pela minha vocação.

A minha filha, Sophia, que já nasceu lutando e me mostrou que sou muito mais forte do que eu mesma pensava.

Ao Professor Antônio, meu querido orientador, pela paciência, dedicação e por sempre ter uma palavra de incentivo, mesmo nos meus momentos de desespero.

A Professora Márcia T. Lutterbach, minha co-orientadora, que disponibilizou a estrutura e equipe do INT para realização dessa pesquisa.

Ao Brigadeiro do Ar Márcio Bhering, por permitir que eu cursasse o mestrado.

A Ten Cel Vilma e Ten Cel Sahara, que acreditaram nesse projeto.

Aos meus estimados subordinados, SO Marcio, 2S Eduardo e 3S Alberto, que mantiveram a Reserva Técnica durante a minha ausência.

Aos meus companheiros, Tenentes do MUSAL, sempre dispostos a me ajudar.

A minha sogra, Vilma, que sempre se disponibilizou a cuidar da minha filha para que eu pudesse estudar.

A todos o meu muito obrigada!

“Há um ditado que ensina o gênio é uma grande paciência; sem pretender ser gênio, teimei em ser um grande paciente. As invenções são, sobretudo, o resultado de um trabalho teimoso, em que não deve haver lugar para o esmorecimento.”

Santos Dumont

## RESUMO

CARVALHO, Ana Carolina N. de O. da S. de. PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO AEROESPACIAL BRASILEIRO: *diagnóstico da ocorrência de micro-organismos na aeronave Muniz M-7*

Orientadores: Professor Dr. Antônio Carlos A. da Costa e Professora Dra. Márcia T. S. Lutterbach. MAST. 2017. Produto Técnico-Científico de Mestrado.

A Dissertação apresenta o diagnóstico realizado no acervo do Museu Aeroespacial, através da coleta de amostras, a fim de detectar a presença de colônias microbianas e de identificar as possíveis causas da proliferação destes organismos. A aeronave Muniz M-7, foi selecionada como principal objeto de estudo, servindo como uma peça piloto, para que se possa relacionar a composição de seus materiais constituintes com a ocorrência de espécies fúngicas que possam causar deterioração. Dessa forma, o procedimento proposto poderá servir de base para a conservação física da coleção e, conseqüentemente, para a preservação do patrimônio aeronáutico. O produto principal do presente projeto é o desenvolvimento de uma instrução técnica de procedimento para acompanhamento, avaliação e correção de processos de biodeterioração microbiana em áreas de guarda sem controle ambiental.

Palavras-chave: Preservação. Biodeterioração. Patrimônio aeronáutico.

## *ABSTRACT*

CARVALHO, Ana Carolina N. de O. da S. de. PRESERVATION OF THE BRAZILIAN AEROSPACE PATRIMONY: diagnosis of the occurrence of microorganisms in the Muniz M-7 aircraft (Master Scientific-Technical Product).

Supervisor: Antônio Carlos A. da Costa e Márcia T. S. Lutterbach. MAST. 2017.

The dissertation presents the diagnosis carried out in the collection of the Aerospace Museum, through the collection of samples, in order to detect the presence of microbial colonies and to identify the possible causes of the proliferation of these organisms. The Muniz M-7 aircraft was selected as the main object of study, serving as a pilot piece, so that the composition of its constituent materials can be related to the occurrence of fungal species that may cause deterioration. In this way, the proposed procedure can serve as a basis for the physical conservation of the collection and, consequently, for the preservation of the aeronautical heritage. The main product of the present project is the development of a technical procedure instruction for monitoring, evaluation and correction of microbial biodeterioration processes in guard areas without environmental control.

Keywords: Preservation, Biodeterioration, Aeronautical heritage.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem aérea do MUSAL.

Figura 2 - General Pantaleão Pessoa a bordo do M-7, acompanhado pelo engenheiro Coronel Muniz e pilotado pelo Capitão Aquino, no dia do batismo oficial do M-7.

Figura 3 – Entrega da 2ª série de Aviões Muniz M-7, na Ilha do Engelho, Campo de pouso da “Fábrica Brasileira de Aviões”, 04 de janeiro de 1940.

Figura 4 - ANTÔNIO Guedes Muniz em companhia do Major Monteiro (ex-diretor do MUSAL (1973-83)), ao fundo Muniz M-7.

Figura 5 - Avião Muniz M-7, no salão Velhas Graças do MUSAL

Figura 6 – Esquema de identificação de partes do avião MUNIZ M-7

Figura 7 – Proliferação fúngica em vários pontos de coleta no avião Muniz M-7, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em agosto de 2016.

Figura 8 – Proliferação fúngica em vários pontos de coleta no avião Muniz M-7, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em agosto de 2016.

Figura 9 – Proliferação fúngica em vários pontos do ambiente do Salão Velhas Garças, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em outubro de 2016.

Figura 10– Mapa de localização do Salão Velhas Garças, no Museu Aeroespacial.

Figura 11 – Proliferação fúngica em vários pontos de coleta no avião NIEUPORT 21E1, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em outubro de 2016.

Figura 12a – Isolados purificados de *Cladosporium* sp., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Figura 12b – Isolados purificados de *Cladosporium* sp., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Figura 13 – Isolado purificado de *Curvularia* sp., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Figura 14 – Isolado purificado de *Penicillium* sp., na aeronave Muniz M-7. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Figura 15 – Isolado purificado de *Nigrospora* sp., na aeronave Muniz M-7. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Figura 16a – Isolados purificados do filo Basidiomycota., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Figura 16b – Isolados purificados do filo Basidiomycota., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x). No conjunto inferior, imagem da levedura, fungo de natureza não filamentosa.

Figura 17 – Gráfico da variação da média de temperatura no período de janeiro de 2014 à setembro de 2016

Figura 18 – Gráfico da variação da média de umidade relativa do ar no período de janeiro de 2014 à setembro de 2016

Figura 19a – Aeronave Langley Aerodrom Number 5 (1891) – Estrutura de metal e asas de madeira cobertas com tecido de seda.

Figura 19b – Aeronave Wright Military Flyer (1909) – Estrutura de madeira e tecido, sendo o primeiro avião militar em operação.

Figura 19c – Aeronave De Havilland DH-4 (1917) – Avião militar em estrutura de madeira.

Figura 19d – Aeronave Curtiss R3C-2 – Avião militar em estrutura de metal e madeira.

Figura 20 – Museu TAM – Exposição de Longa Duração

Figura 21 – Contato do *swab* nas placa de Petri com meio de cultura

Figura 22 a e b – Datalogger e termohigrometro

Figura 23 – Tabela com dados climatológicos, fornecido pela estação meteorológica do Departamento de Controle do Espaço Aéreo – Fevereiro/2015

Tabela 1 – Coleta de material microbiano no avião Muniz M-7, em agosto de 2016

Tabela 2 – Coleta de material microbiano no avião NIEUPORT 21E1, em outubro de 2016

Tabela 3 – Dados climatológicos da região dos Afonsos

## *SIGLAS E ABREVIATURAS UTILIZADAS*

**ALA** - Associação Latino-Americana de Arquivos

**C&T** – Ciência e Tecnologia

**COMAER** – Comando da Aeronáutica

**DTCEA-AF** - Destacamento de Controle do Espaço Aéreo dos Afonsos

**FAB** – Força Aérea Brasileira

**INCAER** – Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica

**INT** – Instituto Nacional de Tecnologia

**MAST** – Museu de Astronomia e Ciências Afins

**MUSAL** – Museu Aeroespacial

**OM** – Organização Militar

**SISCULT** – Sistema de Cultura da Aeronáutica

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 - A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE C&amp;T E A AERONAVE MUNIZ M-7 .....</b>	<b>5</b>
1.1 Preservação do Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia.....	6
1.2 O Museu Aeroespacial .....	11
1.3 Antônio Guedes Muniz e o Desenvolvimento da Indústria Aeronáutica Brasileira.....	13
<b>CAPÍTULO 2 - QUESTÕES RELACIONADAS À PRESERVAÇÃO E METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>21</b>
2.1 Controle Ambiental.....	22
2.2 Biodeterioração .....	25
2.3 Metodologia de Pesquisa.....	28
2.3.1 Caracterização do acervo e seleção de partes da peça-piloto para estudo.....	28
2.3.2 Coleta de amostras e monitoramento microbiológico do ar.....	30
2.3.3 Levantamento climatológico da região (dados oficiais) – Temperatura e Umidade Relativa.....	32
<b>CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO: O MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO.....</b>	<b>33</b>
3.1 Condições Climáticas do Salão Velhas Graças – MUSAL.....	48
<b>CAPÍTULO 4 - PRODUTO TÉCNICO-CIENTÍFICO: INSTRUÇÕES TÉCNICAS PARA MONITORAMENTO DE CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM GRANDES DEPÓSITOS DE GUARDA SEM CONTROLE AMBIENTAL.....</b>	<b>57</b>
I. Apresentação.....	58
II. Estabelecimento de acordo de cooperação técnica.....	58
III. Caracterização do acervo e da área de guarda.....	59
IV. Monitoramento microbiológico do ar.....	59
V. Análise das amostras em laboratório.....	61
VI. Levantamento climatológico da região (dados oficiais) – Temperatura e	

Umidade Relativa.....	61
VII. Correlação dos dados e proposta de medidas para minimizar os danos causados por micro-organismos .....	63
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>

# **INTRODUÇÃO**

No que se refere à História da Aviação, o Brasil ocupa posição de destaque no desenvolvimento das ciências aeronáuticas, apesar de boa parte da população brasileira desconhecer o papel significativo de nossos compatriotas na expansão desta ciência. Afinal, o desejo de voar, almejado há tempos remotos e amplamente referenciado em contos e mitos desde a antiguidade, começou a tomar forma no Brasil colonial.

Nosso primeiro personagem, o Padre Bartolomeu Lourenço de Gusmão, nascido na Vila de Santos no final do século XVII, foi considerado o primeiro cientista brasileiro. À luz do princípio de Arquimedes, Bartolomeu de Gusmão compreendeu que, ao ser aquecido, o ar perde densidade, tornando-se mais leve que o ar ambiente. Fazendo subir em Lisboa, no dia 08 de agosto de 1709, perante D. João V, o primeiro exemplar ocidental de balão não tripulado propulsionado a ar quente, tornando-se, segundo Reale, “o primeiro filho das terras do Novo Mundo cujo nome é cercado do mais alto realce, e inserido nas tábuas da História das Ciências”.

No rol dos inventores pioneiros é marcante a presença de Alberto Santos Dumont. Conhecido no Brasil como Pai da Aviação, dedicou sua vida aos estudos aeronáuticos, aprimorando gradativamente a dirigibilidade de balões tripulados, culminando com o desenvolvimento do avião, quando, no dia 23 de outubro de 1906, no Campo de Bagatelle, em Paris, o 14-Bis, primeira aeronave a decolar por meios próprios, voou por uma distância de 60 metros, a três metros de altura.

Atualmente, o Brasil continua desempenhando importante papel no desenvolvimento aeronáutico, com a Empresa Brasileira de Aeronáutica – EMBRAER, uma das maiores empresas aeronáuticas do mundo, oferecendo soluções sustentáveis à aviação comercial e executiva, além de soluções integradas para defesa e segurança. Bem como pela atuação na preservação de coleções aeronáuticas, através do trabalho desenvolvido pelo Museu Aeroespacial (MUSAL), no Rio de Janeiro.

Dentre o acervo que se encontra em exposição no MUSAL, destaca-se o Muniz M-7, um avião para dois tripulantes, projetado pelo à época Major do Exército Brasileiro Antônio Guedes Muniz. Foi o primeiro modelo fabricado em série no Brasil, pela Companhia Nacional de Navegação Aérea. O protótipo foi construído no Parque Central de Aeronáutica (Campo dos Afonsos) e os aparelhos seguintes na Fábrica Brasileira de Aviões, na Ilha do Viana (Rio de Janeiro).

No que se refere aos avanços tecnológicos, o Muniz M-7 não apenas alavancou o desenvolvimento da indústria aeronáutica no Brasil como possibilitou o treinamento de pilotos civis e militares, visto que, naquela época, o país apresentava uma carência significativa de aviões e pilotos. O M-7 encontra-se em exposição no “Salão Velhas Garças”, juntamente com outras 10 aeronaves fabricadas e utilizadas nas primeiras décadas do século XX. Desta forma, continua inserido no principal sítio histórico da aviação brasileira, o Campo dos Afonsos.

O trabalho se propõe, a partir da realização de um estudo de caso, identificar a presença de populações de micro-organismos no acervo do Museu Aeroespacial, de modo a estabilizar os processos de biodeterioração desencadeados. Especificamente, a aeronave Muniz M-7, por suas características estruturais, deverá ser o principal objeto de estudo, servindo como uma peça piloto, para que se possa relacionar a composição de seus materiais constituintes com a ocorrência de espécies fúngicas que possam causar deterioração. Dessa forma, o procedimento proposto poderá servir de base para a conservação física da coleção e, conseqüentemente, para a preservação do patrimônio aeronáutico.

Como ponto de partida, o capítulo 1 discorre acerca das questões relacionadas à preservação de acervos de Ciência e Tecnologia e suas implicações no Museu Aeroespacial (MUSAL), que como organização têm por missão tutelar o patrimônio aeronáutico. Além de apresentar o Muniz M-7 como acervo museológico da instituição e traçar o panorama histórico ao qual está inserido, bem como sua importância para o desenvolvimento tecnológico da época.

O segundo capítulo nos insere a tópicos relacionados às condições ambientais e sua influência direta aos processos de biodeterioração, nos introduzindo à metodologia de trabalho utilizada para realização do estudo de caso. Cabe ressaltar que sua aplicação foi realizada em parceria com o Laboratório de Biocorrosão e Biodeterioração do Instituto Nacional de Tecnologia, cuja Coordenadora Dra. Márcia Teresa Soares Lutterbach é Co-orientadora deste trabalho. Os procedimentos de biologia molecular apresentados são procedimentos estabelecidos e correntes neste instituto, ao qual disponibilizou toda a infraestrutura para a execução da presente proposta.

A aplicação da metodologia descrita é apresentada no terceiro capítulo, bem como os resultados obtidos. Estes nos permitiram entender as possíveis causas da incidência de microorganismos nas aeronaves em exposição no MUSAL. Além de

possibilitar a elaboração de uma proposta para implementar as medidas de conservação da coleção de aviões.

O resultado final da pesquisa foi a elaboração de um produto técnico-científico, com o desenvolvimento de uma Instrução Técnica de procedimento para acompanhamento, avaliação e correção de processos de biodeterioração microbiana em depósitos sem controle ambiental.

# **CAPÍTULO 1**

## **A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE C&T E A AERONAVE MUNIZ M-7**

## 1.1. Preservação do Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia

No tocante à Constituição Federal de 1988, a definição de patrimônio cultural contempla, além de bens vinculados a fatos memoráveis ou de excepcional valor artístico, todos aqueles que constituem a identidade cultural do povo brasileiro:

Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

- I - as formas de expressão;
  - II - os modos de criar, fazer e viver;
  - III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;
  - IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;
  - V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.
- (BRASIL, 1988, Art. 216)

No que se refere ao Patrimônio cultural de Ciência e Tecnologia, existem diversos equívocos quanto à terminologia. Visto que muitos objetos que compõem coleções em museus de C&T, são classificados como instrumentos científicos, sem, no entanto, terem sido aplicados em atividades científicas.

Lourenço (2009, p.48) considera patrimônio científico como a evidência material e imaterial da pesquisa e do ensino das ciências, incluindo ciências ditas “exatas”, ciências da saúde e ciências naturais. Desta forma:

*Scientific heritage is the shared collective legacy of the scientific community, in other words what the scientific community as a whole perceives as representing its identity, worth being passed on to the next generation of scientists and to the general public as well. It includes what we know about life, nature, and the universe, but also how we know it. Its media are both material and immaterial. It encompasses artefacts and specimens, but also laboratories, observatories, landscapes, gardens, collections, savoir faires, research and teaching practices and ethics, documents, and books.*  
(LOURENÇO E WILSON, 2013, p. 3)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Patrimônio científico é o legado coletivo partilhado pela comunidade científica, em outras palavras, o que a comunidade científica como um todo percebe como representando a sua identidade, que está sendo passado para a próxima geração de cientistas e ao público em geral também. Ele inclui o que sabemos sobre a vida, a natureza e o universo, mas também a forma como a conhecemos. Seus meios são material e imaterial. Ela engloba artefatos e espécimes, mas também laboratórios, observatórios,

O patrimônio científico é baseado na produção do conhecimento em teorias e metodologias, e não inclui o patrimônio tecnológico, que é considerado o patrimônio de produção de conhecimento nas disciplinas aplicadas. Nesse sentido o patrimônio industrial se insere como os produtos da aplicação do patrimônio da tecnologia.

O patrimônio industrial compreende os vestígios da cultura industrial que possuem valor histórico, tecnológico, social, arquitetônico ou científico. Estes vestígios englobam edifícios e maquinaria, oficinas, fábricas, minas e locais de tratamento e de refinação, entrepostos e armazéns, centros de produção, transmissão e utilização de energia, meios de transporte e todas as suas estruturas e infra-estruturas, assim como os locais onde se desenvolveram atividades sociais relacionadas com a indústria, tais como habitações, locais de culto ou de educação. (KÜHL, 2011, p.25)

Face ao exposto, o termo que se insere de maneira mais adequada e abrangente é Patrimônio Cultural da Ciência e Tecnologia, definido por Granato e Campos, (2013, p.2):

O patrimônio cultural da Ciência e Tecnologia (C&T) inclui o conhecimento científico e tecnológico produzido pelo homem, além de todos aqueles objetos (também englobando documentos em suporte papel), coleções arqueológicas, etnográficas e espécimes das coleções biológicas que são testemunhos dos processos científicos e do desenvolvimento tecnológico. Também se inserem nesse grande conjunto as construções arquitetônicas produzidas com a funcionalidade de atender às necessidades desses processos e desenvolvimentos.

Todavia tão importante quanto identificar os itens que compõe o Patrimônio Cultural da Ciência e Tecnologia, são as ações direcionadas, sejam de natureza política ou aplicadas, que tenham como objetivo a preservação desses bens culturais.

O termo preservação, segundo a Associação Latino-Americana de Arquivos (ALA), refere-se às atividades associadas à manutenção dos materiais de arquivos, bibliotecas e museus, para seu uso na forma física original ou em algum outro formato, e inclui diversos procedimentos que vão desde o controle do meio ambiente até os tratamentos de conservação; por sua vez se subdivide em

---

paisagens,jardins, coleções, *savoirfaires*, práticas de ensino e pesquisa e ética, documentos e livros. (LOURENÇO E WILSON, 2013, p. 3)

preservação preventiva (conservação preventiva) e preservação reparadora (restauração).(VAILLANT CALLOL, 2013, p.18)

Em “Ética e responsabilidade social na preservação do patrimônio cultural”, Kuhl (2011) apresenta a importância de se refletir sobre os preceitos teóricos da preservação no direcionamento das ações práticas. Trazendo como eixo central de discussão, as razões de preservar ressaltando que a preservação se dá por razões de cunho cultural, científico e ético. Assim consideramos que o papel de um bem cultural é o de documentar, servir como efetivos suportes do conhecimento e da memória coletiva, onde as ações de preservação devem ter por objetivo prolongar a integridade destes bens para que sejam mantidos da melhor maneira possível no futuro.

A necessidade continua de contrapor a teoria e a prática, é indispensável para alcançar princípios amadurecidos, capazes de solucionar as questões em toda a sua complexidade. É essencial que as ações sejam norteadas por princípios éticos e científicos e não provenientes do objeto, baseadas em argumentos empíricos. Os meios técnico-operacionais não podem ser entendidos como desvinculados das discussões teóricas, visto que a excessiva valorização de ações técnicas-especializadas pode culminar na aplicação de escolhas controversas em relação a estes bens.

Os instrumentos teórico-metodológicos e técnico-operacionais da restauração – que são aplicáveis na prática– têm, pois, o objetivo de fazer com que os bens sejam usufruídos no presente e transmitidos ao futuro da melhor maneira possível – com pleno respeito pelos seus aspectos materiais, documentais e de conformação, pelas suas várias estratificações e pelas próprias marcas da passagem do tempo –, sem desnaturá-los nem falseá-los, de modo que possam, de fato, continuar a exercer seu papel primordial: ser documentos fidedignos e, como tal, servir como efetivos suportes do conhecimento e da memória coletiva. Por isso, qualquer intervenção deve ser justificada do ponto de vista das razões por que se preserva. (KÜHL, 2011, p.29-30)

O profissional de preservação tem por responsabilidade garantir o direito ao conhecimento e à memória como necessidade humana e social. O ato de preservar irá permitir, incentivar e assegurar que os testemunhos do fazer humano, atuais e pretéritos, existam, convivam e que sejam respeitados em sua plenitude. Desta forma, certifica o direito ao conhecimento de que os bens culturais são portadores, oferecendo subsídios para a compreensão e apreensão da realidade, proporcionando meios abrangentes de adaptação e transformação para construir o futuro.

Em *Instruments of History: appearance and evidence*, Suzanne Keene (1999) aborda questões relacionadas à conservação de instrumentos científicos. Que nesse contexto é considerado como um elemento de vinculação com o passado, por conseguinte, sua alteração provoca ruídos na comunicação estabelecida entre o artefato e o usuário. Nesse sentido, as medidas para preservação dos instrumentos científicos têm sofrido modificações com o estabelecimento de uma metodologia científica para o campo.

Os profissionais de conservação deixaram uma formação baseada apenas no conhecimento empírico e passaram a se dedicar a uma formação acadêmica. O que possibilitou aos conservadores terem domínio acerca da composição dos materiais que constituem as coleções, tais quais aos processos de deterioração destes, bem como a melhor aplicação de novos equipamentos e materiais no exercício da função.

Além disso, indica a importância das decisões de conservação sejam tomadas por uma equipe com conhecimento e domínio dos procedimentos e técnicas. Ressalta ainda, que o consenso desta equipe é indispensável para garantir a segurança dos procedimentos de intervenção adotados.

Kenne estabelece a distinção entre a restauração e conservação destacando que a ação de restaurar é uma tentativa de restabelecer o objeto a um estado anterior, que geralmente trata-se de uma suposição, enquanto conservar é manter a materialidade existente e remover os agentes de deterioração. Afirma ainda que mesmo a conservação pode submeter os acervos a situações de risco, visto que, apesar da prática ser norteada por uma teoria estabelecida, princípios como a reversibilidade nem sempre podem ser aplicados.

Em *“Better than new? Scientific instrument restoration in Italy”*, Paolo Brenni (1999) discorre sobre a importância da interdisciplinaridade na restauração, e entre a restauração e o reparo. O autor ressalta o papel dos instrumentos científicos como testemunhos materiais, e que sua compreensão é fundamental para a compreensão da construção da ciência e da transmissão do conhecimento científico.

Ao definir instrumento científico, Brenni declara que a “característica mais importante de um instrumento provavelmente é representada pela sua função. Cada aparato só foi feito para executar uma função especial.” (BRENNI, 1999, p.90). Todavia esclarece que deve haver conscientização dos restauradores de que estes artefatos não foram criados para o uso contínuo, mesmo que haja o anseio de restabelecer a funcionalidade dos bens culturais. Ao enfatizar a importância da interdisciplinaridade, considera que os instrumentos científicos são impregnados de

valores intrínsecos, como histórico, científico e econômico e composto de uma diversidade de materiais. Nesse sentido indica que para uma boa restauração são necessários dois elementos principais, a sensibilidade e um profundo conhecimento do artefato.

Quando se trata de restauração de instrumentos científicos, ela nem sempre é realizada por profissionais especializados em restauração. O autor atribui essa carência à área ainda em formação e escassa bibliografia disponível. *“Restoration has been often undertaken in Italy paying much more attention to technical aspects rather than to the historical value of scientific instruments.”* (BRENNI, 1999, p. 93)<sup>2</sup>. Nessa perspectiva, estabelece a diferenciação entre restauração e reparo, e afirma que os profissionais que trabalham com esses artefatos realizam apenas reparos.

Já Peter R. Mann (1994) aborda questões relacionada ao uso indiscriminado dos bens culturais, principalmente no que se refere ao patrimônio de ciência e tecnologia. Tendo em vista os critérios éticos, a finalidade principal de um museu é a preservação da prova material, desta forma os artefatos podem ser explorados em uma variedade de maneiras para o benefício público desde que isso não implique na destruição dessas provas.

Em contrapartida os curadores de transportes defendem que a melhor maneira de preservar o artefato é mantê-lo em boas condições de funcionamento. A partir deste ponto de vista, a prioridade desloca-se da preservação da sua originalidade e seu valor como prova material para a necessidade de mantê-lo operando. Contudo, a idéia de que a melhor maneira de preservar um bem é mantê-lo em boas condições de funcionamento para executá-lo é ilusória. Visto que qualquer máquina trabalhando causa desgaste e requer manutenção, reparação e substituição de peças novas. Sendo assim, acaba comprometendo a originalidade e valor probatório de artefato.

No que diz respeito a museus e centros de ciências, é lançado o desafio da exibição de instrumentos científicos que foram removidos de seu contexto original e expostos a um público não familiarizado com a área de conhecimento a qual faz parte. Segundo Falcão, faz-se necessário o desenvolvimento de ambientes que dêem suporte e permitam que o visitante não especializado explore os instrumentos de forma frutífera (2007, p. 125). Uma alternativa ética e respeitosa é a utilização do acervo para exposição, associada a modelos e aparatos interativos, onde se propõem situações em que o visitante dialogue com o experimento, personalizando a experiência do usuário.

---

<sup>2</sup>“A restauração tem sido muitas vezes realizada na Itália dando muito mais atenção aos aspectos técnicos do que ao valor histórico dos instrumentos científicos.” (BRENNI, 1998, p. 93)

## 1.2. O Museu Aeroespacial

Atualmente o Brasil se destaca pela notoriedade de sua atuação na preservação de coleções aeronáuticas, sendo o Museu Aeroespacial (MUSAL), no Rio de Janeiro, o maior museu de aviação do Hemisfério Sul. Detentora da guarda de 128 aeronaves, a instituição possui exemplares de inestimável valor histórico e cultural. No universo de suas coleções, incluem-se, ainda objetos museológicos, documentos, fotografias e exemplares bibliográficos.

O MUSAL é uma Organização Militar (OM) do Comando da Aeronáutica (COMAER), que tem por missão, preservar a memória da Força Aérea Brasileira por intermédio do seu conteúdo histórico. Subordinada ao Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica (INCAER), e atua como um dos elos principais do Sistema de Patrimônio Histórico e Cultural do Comando da Aeronáutica (SISCULT), sistema de gestão cultural “com a finalidade de planejar, orientar, coordenar e controlar as atividades culturais no âmbito da Força Aérea Brasileira”.

No que se refere à sua criação, Dias, Machado e Cardoso mencionam:

O MUSAL foi criado a partir de uma iniciativa do primeiro ministro da Aeronáutica, Joaquim Pedro Salgado Filho, em 15 de dezembro de 1943, através da Portaria nº 237. Tal Portaria designou o segundo tenente da reserva José Garcia de Souza para ser o responsável por organizar as doações de livros, de documentos, de objetos e iniciar o acervo do museu. Entretanto, a criação e inauguração propriamente ditas do Museu Aeroespacial ainda demorariam alguns anos para acontecer. Entre a publicação dessa Portaria e a data de inauguração do museu passaram-se trinta e três anos. Foi somente no ano de 1971, com a transferência da Escola de Aeronáutica do Campo dos Afonsos para Pirassununga, que os hangares usados para as instruções de voo dos cadetes ficaram vazios, surgindo, assim, a ideia de usá-los como local para as exposições do museu.(DIAS et al., 2016).

No ano de 1973, foi criado o Núcleo do Museu Aeroespacial. A partir de então foram realizadas obras nos hangares de instrução de voo da antiga Escola de Aeronáutica, e houveram as doações e restaurações dos primeiros aviões. Contudo o MUSAL só abriu as suas portas no dia 18 de outubro de 1976.

Cabe ressaltar, que quando mencionamos a restauração do patrimônio aeronáutico no MUSAL, nos reportamos ao que Vieira se refere como “vandalismo reparador”.

Uma aeronave pode ser restaurada à condição de vôo durante o processo de musealização da mesma. Os trabalhos executados nesta tarefa em muito se assemelham ao praticado em uma oficina de manutenção aeronáutica comum. Porém, para que a tarefa de tornar uma aeronave novamente aeronavegável possa ser considerada um processo de conservação todos os seus passos deverão respeitar os códigos de ética da conservação e as ações de “manutenção” deverão ser priorizadas e direcionadas pela ótica da intervenção mínima, o que não é uma prática corrente na manutenção aeronáutica por não ser o seu objetivo primário. (VIEIRA, 2009, p.74)

Dentro da estrutura organizacional do MUSAL, duas divisões empregam-se à preservação do seu acervo, sendo a Divisão de Museologia e a Divisão de Restauração, estando a segunda inserida nos parâmetros citados no parágrafo anterior. Todavia, a Divisão de Museologia dedica-se ao processamento do acervo museológico propriamente dito, através das seções de Documentação Museológica e Reserva Técnica; encarrega-se da concepção, montagem e manutenção de exposições, com as seções de Curadoria e Museografia; desenvolve atividades de educação patrimonial na seção de Recursos Educativos; zela pela preservação das fontes documentais por intermédio das Seções de Arquivo Histórico e Biblioteca; e realiza pesquisas inéditas a partir de consultas a fontes primárias na seção de Pesquisa.

Em decorrência da dimensão de seu acervo tridimensional de grande porte, atualmente, 120 das 128 aeronaves encontram-se em exposição, dispostas aleatoriamente no Salão Velhas Garças e ao longo dos cinco hangares que constituem a sede do museu. Além disso o MUSAL possui ainda 15 salas de exposições, onde congregam-se mostras temáticas sobre aviação e sobre a Força Aérea Brasileira.

O Museu Aeroespacial encontra-se inserido no principal sítio histórico da aviação brasileira, o Campo dos Afonsos, onde surgiram o Aeroclube, em 1912, a Escola Brasileira de Aviação, em 1914, e a Aviação Militar do Exército, em 1919.

Poucos locais seriam mais apropriados para sediar um museu aeronáutico do que o Campo dos Afonsos, com justiça, considerado como berço da aviação brasileira e palco de muitos e importantes eventos na história da aviação. Pode-se mesmo argumentar que o próprio sítio é o primeiro e mais valioso item do acervo do Museu Aeroespacial. (BARROS, 2013, p.25)

Instalado no prédio que fora outrora a Escola de Aeronáutica, a instituição sofre as mazelas da ocupação de espaços adaptados e das restrições arquitetônicas,

devido à preservação do prédio propriamente dito. Tendo como circunstâncias atenuantes a constante incursão de agentes de risco.

Geograficamente o museu encontra-se em um vale, fator determinante na ocorrência de inundações, principalmente na incidência das chuvas de verão. Não obstante, além dos altos índices de umidade, a cobertura em telhas dos hangares, absorve calor, elevando sobremaneira a temperatura nesta mesma estação.



Figura 1: Imagem aérea do MUSAL.  
Fonte: Acervo Museu Aeroespacial

Outro fator determinante é a proximidade à área de mata, onde são realizadas as instruções militares e exercícios de campanha. Esta possibilita a constante migração de animais silvestres de pequeno porte para o interior dos hangares de exposição. Uma vez instalados, geram resíduos e excrementos que são corrosivos às superfícies depositárias.

### **1.3 Antônio Guedes Muniz e o Desenvolvimento da Indústria Aeronáutica Brasileira**

Antônio Guedes Muniz nasceu na cidade de Maceió em 1900. Seu pai, funcionário público, almejava um futuro melhor para os filhos, então migrou com a família para o Rio de Janeiro em 1906, a fim de proporcionar-lhes uma educação de qualidade. A família retornou para Alagoas em 1912, mas Muniz é enviado novamente para a capital onde permaneceu interno no Colégio Anglo-Brasileiro até terminar o estudo preparatório. No ano de 1918, foi aprovado e matriculado no curso de Engenharia da Escola Politécnica. Entretanto, com não possuía muitos recursos, transferiu-se para a Escola Militar, onde se formaria oficial dentro de três anos, assegurando assim uma carreira segura. Devido ao excelente desempenho no curso de formação, o Aspirante da Arma de Engenharia, escolheu servir na Companhia de Aviação desta Arma, que tinha por missão a manutenção do Campo dos Afonsos em Marechal Hermes.

No decorrer do desempenho de suas atividades na unidade, o então aspirante foi apresentado ao Capitão Vilela Junior, estudioso na área de construções aeronáuticas. Este já havia construído dois aviões bem sucedidos, o “Aribú e o Alagoas”, contudo por falta de apoio os projetos foram abandonados. Foi a partir do incentivo deste entusiasta da aviação, que Muniz foi impelido ao estudo das ciências aeronáuticas, recebendo, ainda em 1921, o brevê de piloto aviador militar.

O crescente interesse de Muniz pela aviação levou oficial a permanecer todo tempo disponível nas oficinas do Parque Central de Aviação<sup>3</sup>, onde eram reparados os aviões acidentados, a fim de aprender acerca das estruturas dos aviões. E foi nesse ambiente que Muniz teve contato com técnicos e oficiais da Missão Militar Francesa<sup>4</sup>, que face ao seu notório entusiasmo, o incentivaram a solicitar ao Governo Brasileiro autorização para instruir-se na Escola de Engenharia Aeronáutica, na França.

Sua solicitação data de 1924, contudo seu requerimento foi deferido apenas em 1925. Não muito diferente do Capitão Vilela Junior, o então capitão Muniz, também não recebeu incentivo no que se refere à dedicação ao desenvolvimento da engenharia aeronáutica, visto que, mesmo sendo autorizado a embarcar para França, todo o custeio da viagem e do curso seriam realizados com recursos próprios.

---

<sup>3</sup> Atual Parque de Material Aeronáutico dos Afonsos PAMA-AF, Campo dos Afonsos - RJ.

<sup>4</sup> A Missão Militar Francesa teve por objetivo a instrução do Exército Brasileiro, desde a escola de formação até o Estado-Maior e a modernização dos serviços administrativos, para a organização do Serviço Geral da Aviação.

A realização do curso previa, além das aulas teóricas e de visitas a fábricas de aviões, a elaboração de projetos de aeronaves. Desta forma, durante todo o decorrer do curso de formação Muniz apresentou cinco projetos, M-1, M-2, M-3 e M-4, sendo o último, M-5, o único projeto completo. O M-5 era um avião que apresentava características peculiares que o diferiam do que era fabricado na época, tanto na Europa, quanto no Brasil.

As características do M-5 diferenciavam-no bastante dos aviões europeus daquela época, principalmente por ser monoplane de asa baixa, quando a grande maioria era composta de biplanos, tendência que vinha desde antes da Primeira Guerra Mundial. Era *biplacee* possuía estrutura de madeira coberta com tela e contraplacado. A parte dianteira de sua fuselagem era de alumínio, onde ficava o motor, um Hispano-Suiza de 100 HP, 6 cilindros em linha, refrigerado a água e uma hélice de madeira com passo fixo. Tinha 7,10 m de comprimento, autonomia para 4 horas e meia, e velocidade máxima de 250 km/h e de cruzeiro, 175 km/h. Seu trem de pouso tinha rodas e pneus de grandes diâmetros (para evitar atolar); um patim metálico traseiro com amortecedores de borracha fazia as vezes de bequilha. (INCAER, 1990, p.293)

O desempenho do então Major Muniz, na realização do curso universitário, tal qual seu sucesso no empreendimento do projeto do M-5 renderam, ao engenheiro, o convite para permanecer na França, a cargo do Governo Brasileiro, para fiscalizar a confecção de uma encomenda de aeronaves para o Exército. A oportunidade, não apenas permitiria a aquisição de experiência prática na área da construção aeronáutica, como permitiu que seu projeto se tornasse uma realidade. A partir de uma solicitação do General Machado Vieira, o Ministro da Guerra Nestor Sezereno dos Passos, autorizou a execução do projeto. Desta forma, a construção do M-5 ficou a cargo da *Fábrica Caudron*<sup>5</sup>, a aeronave passou por todos os testes realizados e recebeu certificação Serviço Técnico da Aeronáutica Francesa.

Finda a Missão Militar Brasileira na França, em 1931, Muniz regressa ao Brasil, trazendo consigo o M-5 desmontado. Sendo remontado na Escola de Aviação Militar, onde voou até 1934, quando um acidente danificou seriamente uma de suas asas e o trem de pouso.

Em 1933, o Tenente Coronel Muniz foi designado para direção do Núcleo do Serviço Técnico de Aviação, criado devido à necessidade de um órgão credenciado a

---

<sup>5</sup>A *Société des avions Caudron* foi uma fabricante francesa de aeronaves. Criada pelos irmãos Caudron, em 1909, se popularizou através do desenvolvimento de aeronaves eficientes desde o início da Primeira Guerra Mundial.

desenvolver projetos de aviões e decidir sobre sua construção. Para tanto selecionou engenheiros, técnicos, projetistas, entre outros profissionais, e firmou parceria com o industrial Henrique Lage.

O M-7, um biplano clássico, foi projetado por Muniz, em 1935, com o intuito de tornar-se um avião de treinamento. O projeto e sua respectiva maquete foram enviados à França, para verificação e testes. Uma vez aprovados, o protótipo foi construído no Parque Central de Aviação.

(...) o M-7 marcou época. Tratava-se de um belo biplano de treinamento, projetado especificamente para as necessidades da Escola de Aviação Militar. Dois protótipos foram construídos no Parque Central de Aviação no Campo dos Afonsos, um deles apenas para ensaios estatísticos. (BARROS, 2013, p.35)

No que se refere aos avanços tecnológicos, o M-7 possui uma característica inovadora, sua fuselagem era de aço soldado. No período em que permaneceu na Escola de Engenharia Aeronáutica, a indústria aeronáutica francesa não utilizava esse recurso, pois alegava que na ausência de bons soldadores, o avião com essa estrutura não apresentaria condições de voo. Contudo, a chegada do piloto norte-americano Charles Lindbergh a Paris, após a travessia do Atlântico revolucionou esta concepção. Quando os técnicos franceses retiraram a tela para a inspeção do avião verificaram que sua fuselagem era de aço soldado. A partir do episódio os alunos do curso, dentre eles Muniz, solicitaram o curso de solda a oxigênio, desta forma os alunos interessados formaram-se peritos na técnica.

Um avião projetado com fuselagem em tubos de aço torna seu custo de produção mais barato, mais rápido e mais simples de ser construído. Sendo esta portanto mais uma característica que viabilizou a produção em série do M-7

O M-7 realizou seu primeiro voo no dia 17 de outubro de 1935, no Campo dos Afonsos, e devido ao seu desempenho satisfatório o avião foi homologado. Seguindo o projeto para a produção em série na Fabrica Brasileira de Aviões, recém-criada por Henrique Lage, com a assessoria do Ten Cel Muniz.

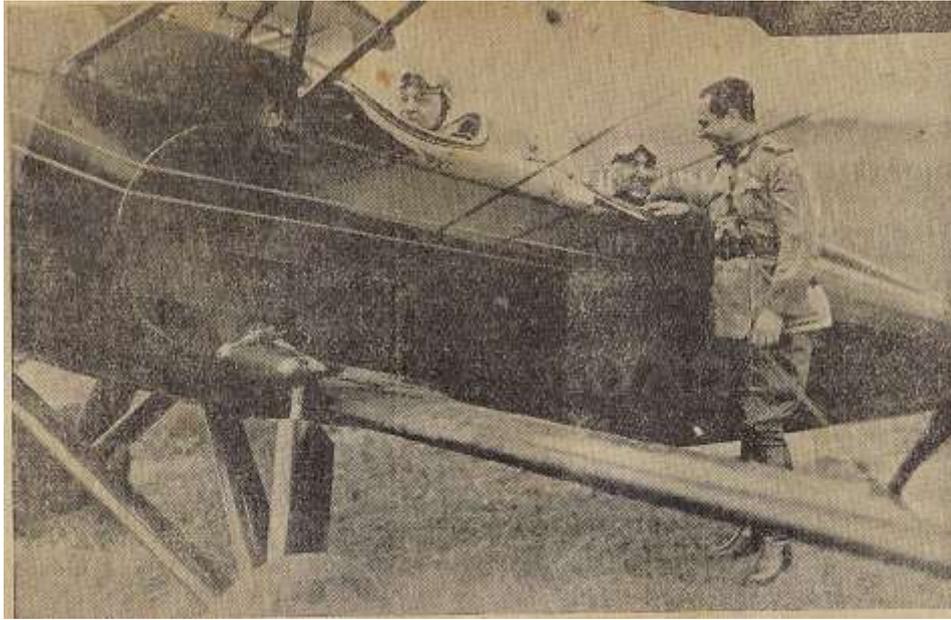


Figura 2: General Pantaleão Pessoa a bordo do M-7, acompanhado pelo engenheiro Coronel Muniz e pilotado pelo Capitão Aquino, no dia do batismo oficial do avião brasileiro.

Fonte: Asa, n° 96 – 1936, p. 3; Acervo: Museu Aeroespacial

AVIÃO M-7 – EXPERÊNCIA DE VÔO – De um modo particularmente brilhante e sobre a grata emoção de todos quanto a assistiram, realizou-se no dia 17 próximo passado, no Campo dos Afonsos, a primeira experiência de vôo do avião escola M-7, de cunho genuína e irrefragavelmente nacional, idealizado e projectado pelo Tenente Coronel Antonio Guedes Muniz e construído, sob própria direção e por operários nossos no Parque central de Aviação. Em vôo magnífico, effectuado approximadamente durante 30 minutos, satisfez integralmente o M-7 a todas as condições exigidas nessa primeira experiência aérea. (Parque Central de Aeronáutica - Boletim n° 246, 22 de outubro de 1935)

A Escola de Aviação Militar, que funcionava no Campo dos Afonsos, utilizou 11 aviões MUNIZ M-7, de um total de 28 produzidos de 1937 a 1941, ficando os outros 17 nos aeroclubes para o treinamento de pilotos até o final da década de 50.

Em boletim da Diretoria de Aviação o general diretor resolve homologar o avião nacional, “M-7” [...] Tal medida foi baseada no resultado das provas a que foi submetido o avião brasileiro, perante uma comissão chefiada pelo tenente-coronel Ivo Borges, commandante da Escola de Aviação Militar. Tal comissão fez o avião “M-7”, sempre pilotado pelo capitão, Geraldo de Aquino, realizar todas as provas necessarias, que comprehenderam vôos de subida, de velocidade, de maleabilidade, distancias de rolamento na aterragem e decolagem, etc. Tendo em vista que as provas eram identicas ás que foram exigidas dos aviões estrangeiros durante a concorrência internacional ultima. A comissão pode estabelecer uma comparação absoluta entre o aparelho nacional e seus rivaes de

outras nações, colocando-o vencedor, em primeiro lugar, com uma grande diferença de pontos. [...]

Em virtude de tais resultados, altamente significativos, resolveu o Exército adotar oficialmente o avião “M-7”, homologando-o. O ministro da Guerra e o general Coelho Netto já resolveram mandar fabricar uma série de 10 desses aviões, no mínimo para sua utilização na Escolas de Aviação. (ASAS, 1936, p.1)



Figura 3 – Entrega da 2ª série de Aviões Muniz M-7, na Ilha do Engenho, Campo de pouso da “Fábrica Brasileira de Aviões”, 04 de janeiro de 1940.

Fonte: Acervo Museu Aeroespacial

Além de alavancar o desenvolvimento da indústria aeronáutica no Brasil, o Muniz M-7 possibilitou o treinamento de pilotos civis e militares, visto que, naquela época, o país apresentava uma carência significativa de aviões e pilotos. A aeronave foi também a primeira a ser adaptada para pulverização de lavouras no Rio Grande do Sul, ainda em 1947, possibilitando o aprimoramento de técnicas de combate a pragas e a expansão agrícola.



Figura 4 – ANTÔNIO Guedes Muniz em companhia do Major Monteiro (ex-diretor do MUSAL (1973-83)), ao fundo Muniz M-7.  
Fonte: Acervo Museu Aeroespacial

O exemplar em questão foi registrado na base de dados MIDAS sob o registro MUSAL 000.190. Fabricado no ano de 1938, possui matrícula de número “13”. Empregado na aviação civil, voou no Aeroclube de Santa Catarina com o prefixo “PP-TEN” até 1967, quando foi doado ao Museu de Aeronáutica da Fundação Santos Dumont, em São Paulo. A transferência para o MUSAL se deu no ano de 1975, onde foi “restaurado” e caracterizado como um avião de treinamento da Escola de Aviação Militar.



Figura 5: Avião Muniz M-7, no salão Velhas Graças do MUSAL  
Autor: Waldecir Gastão

## **CAPÍTULO 2**

# **QUESTÕES RELACIONADAS À PRESERVAÇÃO E METODOLOGIA DE PESQUISA**

## 2.1. Controle Ambiental

Na atualidade a ciência e a tecnologia vêm sendo amplamente utilizadas na preservação do patrimônio cultural, seja para compreensão de sua manufatura e da estrutura de seus materiais, seja para avaliação dos processos de deterioração. Jean L. Boutaine (2006) expõe que assim é possível melhor preservá-los, a fim de transmiti-los às gerações futuras. Desta forma, foi realizada uma revisão de diferentes técnicas que são aplicadas nesta disciplina de "ciência da conservação".

*Para la preservación de los objetos es necesario conocer tanto la naturaleza de los materiales que los conforman, como su comportamiento ante Las diferentes condiciones ambientales, para así poder identificar los deterioros y sus posibles causas y proceder a eliminarlas. (NORMAS, 2000, p.11)<sup>6</sup>*

## 2.1. Controle Ambiental

Carvalho aponta o ambiente como o campo de ação privilegiado da conservação preventiva, sendo o controle ambiental uma das suas principais estratégias (2007, p.36). Um controle ambiental adequado inclui a manutenção dos níveis de temperatura; umidade relativa e iluminação em padrões aceitáveis; assim como a criação de mecanismos de barreira aos poluentes atmosféricos, elementos particulados e aos esporos de fungos, eliminando dessa forma as condições favoráveis à biodeterioração – considerando que se atribui às condições ambientais inadequadas, uma das principais causas de danos às coleções.

Sendo assim, a manutenção da área de exposição e guarda em condições ambientais estáveis torna-se um fator fundamental para garantir a conservação de uma coleção. O conhecimento da estrutura do edifício, o comportamento higrométrico dos materiais que constituem o acervo, bem como a avaliação do clima local, são imprescindíveis para que o controle ambiental alcance o resultado esperado, mantendo estável o estado de conservação do acervo.

Ferreira, Freitas e Ramos (2015) apresentam os resultados de um estudo experimental realizado numa câmara de fluxo, mostrando o enorme potencial de materiais higroscópicos na estabilização dos índices de umidade relativa. E relaciona a

---

<sup>6</sup> Para a conservação de objetos é necessário saber tanto a natureza dos materiais que os compõem, como o seu comportamento sob diferentes condições ambientais, a fim de identificar os danos possíveis e causas e intervir para eliminá-los.(NORMAS, 2000, P.11)

utilização de materiais higroscópicos nas exposições, sob diferentes condições de ventilação, com a estabilização da umidade relativa do ar.

A conservação dos bens culturais é diretamente influenciada por flutuações na temperatura e, especialmente, a umidade relativa. De acordo com Sherelyn Ogden (2001) calor, umidade, luz e poluentes produzem reações químicas destrutivas. Por conseguinte:

O bom controle da temperatura, da UR e de outros fenômenos ambientais é fundamental para a sua preservação. Como a temperatura e a umidade determinam a velocidade dos danos, devemos nos concentrar na avaliação desses fatores no ambiente em que se localizam as coleções. (2001, p. 23-24)

Recentemente os aparelhos culturais que se dedicam à preservação do patrimônio material ocupam-se de conservar e expor suas coleções da forma mais segura possível. Nesse sentido, estas instituições adotam diretrizes rígidas de controle ambiental, permitindo apenas pequenas flutuações de temperatura e umidade relativa.

A manutenção de condições estáveis é de grande importância. Uma instituição deve escolher uma temperatura e uma umidade relativa do ar, dentro das faixas recomendadas, que possam ser mantidas durante 24 horas por dia, 365 dias por ano. (2001, p.8)

No entanto, essas ações promovem grande consumo de energia e requerem a implantação de sistemas de climatização de alta capacidade. Nesse sentido, Kramer, Maas, Martens, Van Schijndel e Schellen (2015) indagam acerca da sustentabilidade desses sistemas e realizam uma simulação de economia de energia, no *State-of-the-art Museum*, na Holanda. Para tanto, foram analisados o risco de degradação da coleção incluindo o aquecimento, resfriamento, umidificação e desumidificação. Constatando que, sendo utilizados parâmetros mais flexíveis de temperatura e umidade relativa, foi possível uma economia de até 70% no consumo de energia.

Considerando que a remodelação, restauração e adequação do patrimônio imóvel em espaços de exposição envolvem inúmeros riscos para a conservação, Elena Lucchi (2016), desenvolveu um estudo para a avaliação da qualidade ambiental, considerando as necessidades de conservação preventiva e conforto humano, e energético dos edifícios de museus. Aplicado em instituições européias, a fim de comparar o desempenho ambiental e energético e identificar os problemas mais comuns, fraquezas e vulnerabilidades, a ferramenta tem por objetivo preconizar uma

abordagem estratégica para otimizar o consumo energético e a conservação do patrimônio cultural.

Luo, Gu, Yu, Li e Xiao (2016) realizaram o monitoramento ambiental de algumas salas do "*La Specola*" Museum em Florença, instituição afetada por problemas de superaquecimento no verão. A análise, realizada a partir do padrão italiano UNI 10829, indicou que os índices de temperatura e umidade relativa não condiziam com a conservação dos bens culturais. Com o propósito de minimizar os danos, foi instalada, em duas salas de exposição, uma ferramenta de simulação térmica dinâmica, que visava tanto o resfriamento do espaço, quanto a redução da necessidade energética. Esta viabilizou melhorar as condições ambientais sem comprometer a integração de arquitetura com o contexto histórico, bem como seus resultados poderão ser estendidos para outros edifícios históricos onde as más condições ambientais internas podem causar danos às coleções.

Na época atual um dos maiores desafios dos museus é a sustentabilidade, reduzindo custos e demanda de energia sem comprometer a conservação e conforto térmico. Silva, Henriques e Coelho (2016) desenvolveram um trabalho que recolheu dados ao longo de um ano no Museu Nacional Português para avaliar o risco de danos e conforto térmico, em uma tentativa de chegar a um equilíbrio entre as necessidades de conservação, e a redução de energia pela otimização do clima. Para tanto, foram utilizadas três salas, sendo duas equipadas com sistema de climatização, e uma sem sistema de controle. A evolução da ciência parece mostrar uma nova tendência com a aplicação de metas menos exigentes, promovendo o controle dos danos ao limitar a flutuação da umidade relativa e limitando a temperatura para maximizar o conforto térmico dos usuários.

Muitas coleções mantidas em museus encontram-se vulneráveis a condições ambientais inadequadas. Por conseguinte, o controle ambiental em museus exige protocolos operacionais acessíveis. Nesse sentido D'Agostino, Alfano, Palella e Riccio (2015) apresentam um protocolo destinado à avaliação microclimática de ambiente de museu, a quantificação dos fatores responsáveis pelos processos de degradação e a escolha de intervenções mais adequadas para melhorar o estado de conservação. O trabalho tem por objetivo servir como uma referência para que profissionais de conservação, que necessitam de procedimentos claros e intervenções aplicáveis, em face da escassez de recursos econômicos ou de gestão, possam padronizar os procedimentos de monitoramento ambiental para a conservação do patrimônio cultural.

## 2.2. Biodeterioração

Dentre os principais processos de deterioração que atingem o patrimônio cultural encontra-se a biodeterioração. Os altos índices umidade relativa do ar e temperaturas elevadas, típicos de climas tropicais, favorecem o crescimento e desenvolvimento de diferentes organismos vivos que atuam sobre bens culturais.

*[...] los daños causados por los agentes biológicos a los bienes culturales son llamados genericamente "biodeterioro". Bajo este termino se sintetiza todo tipo de alteración producida por organismos vivos, comprendidos por insectos, roedores, mohos y hongos.*<sup>7</sup>(GOREN, 1999, p.45)

De acordo com Costa, Lino e Hannesch (2011), o monitoramento microbiológico de ambientes climatizados vem se tornando prática corrente em todo o mundo, em particular quando há relação com processos deteriorantes de substratos específicos. Sabe-se que micro-organismos dos mais diversos gêneros encontram-se presentes nos ambientes, muitas vezes associados a partículas em suspensão decorrentes da inadequada manutenção preventiva de aparelhos de circulação de ar ou de controladores de umidade do ar em condições precárias de operação.

Quando certos fatores do meio, como a umidade, a temperatura, a iluminação, a contaminação do ar e a ventilação, alcançam determinados níveis, constituem, junto com a manipulação incorreta e com os distintos elementos como o edifício e suas características microclimáticas, a proliferação dos agentes biológicos e as diferentes atividades humanas, a principal causa de deterioração dos bens culturais, (VAILLANT CALLOL, 2013, p. 57)

Carvalho e Güthz (2007) alertam sobre a influência combinada de temperatura e umidade, visto que temperaturas elevadas influenciam positivamente no desenvolvimento de micro-organismos. Em ambientes com umidade relativa elevada, pode ocorrer proliferação de fungos. Tendo mais água adsorvida no objeto, mais os fungos se proliferam, produzindo as enzimas que geram ácidos orgânicos e que destroem os objetos. Contudo estes organismos são encontrados em qualquer substrato onde haja matéria orgânica disponível. E apesar do seu crescimento estar diretamente relacionado à umidade, esta obtenção de água pode advir da atmosfera ou meio sobre o qual se encontram. Os fungos também crescem num amplo intervalo

---

<sup>7</sup>os danos causados por agentes biológicos dos bens culturais são chamadas genericamente de "biodeterioração". Sob este termo é sintetizado todos os tipos de alteração produzidos por organismos vivos, inclusive por insetos, roedores, mofos e fungos.(GOREN, 1999, p.45)

de temperatura (0° a 62°C, estando a temperatura ótima entre 22° e 30° C).

*Monitor the relative humidity throughout the museum to detect damp areas where fungi could grow. Exterior walls, floors, and cold surfaces should receive special attention. A temperature difference of a few degrees can create a large variation in local relative humidity. (DAWSON e STRANG, 1991, p.2)<sup>8</sup>*

Sterflinger (2010), enfatiza que o controle de temperatura, a limpeza regular e monitoramento microbiológico são fundamentais para que os museus e suas áreas de guarda previnam a contaminação por micro-organismos. Salienta ainda a importância da multidisciplinaridade, ao indicar assessoria de micologistas na elaboração de métodos específicos para a conservação e o tratamento de itens contaminados.

Os fungos desempenham um papel considerável para a deterioração do patrimônio cultural, devido à sua enorme atividade enzimática e sua grande capacidade de crescimento, nesse sentido a prática de prevenção é imprescindível à conservação. De acordo com Ranalli, Zanardini e Sorlini (2009), estes organismos podem causar danos em bens constituídos por diferentes tipos de matrizes, sejam eles de natureza inorgânica (alvenaria, metais e vidro), sejam materiais orgânicos (papel, madeira, pergaminho, couro, têxteis, etc.), ou materiais compósitos (artes plásticas).

Sua atividade está diretamente relacionada com as suas potencialidades metabólicas, com a composição química dos materiais constituintes dos objetos, com as características climatológicas da zona ou região onde estejam localizadas as instituições e seu ambiente interior, assim como com o trabalho preventivo que nelas se desenvolva. (VAILLANT CALLOL, 2013, p.16)

Strzelczyk (2004) indica que a umidade relativa elevada é relevante para o crescimento microbiano. Desta forma, a combinação entre o índice de umidade suficiente e os nutrientes dos materiais constituintes dos bens patrimoniais propicia as condições necessárias para a sobrevivência e desenvolvimento dos microrganismos que causam danos aos objetos.

A umidade relativa do ar constitui um dos fatores mais importantes no desenvolvimento dos processos biodeterioradores, já que todas as reações metabólicas requerem um ambiente aquoso. Por isto, para

---

<sup>8</sup>Monitorar a umidade relativa do ar em todo o museu para detectar áreas úmidas, onde fungos poderiam crescer. As paredes exteriores, pisos e superfícies frias devem receber atenção especial. Uma diferença de temperatura de alguns graus pode criar uma grande variação na umidade relativa local. (DAWSON e STRANG, 1991, p.2)

que um organismo possa crescer e desenvolver-se, deverá ter água à sua disposição. (VAILLANT CALLOL, 2013, p.60)

Herrera e Videla (2004) apontam que os processos de biodeterioração, a deterioração atmosférica ou intemperismo dos materiais expostos ao ar livre, e poluição natural e antropogênica, são os três principais fatores que influenciam a deterioração de monumentos e edifícios pertencentes ao patrimônio cultural. Nessa perspectiva, o ambiente interfere diretamente nos processos de deterioração, bem como influenciam no desenvolvimento das comunidades microbianas que colonizam estes monumentos e edifícios. Os autores apresentam a relação entre os agentes biológicos e os efeitos atmosféricos na degradação de materiais estruturais do patrimônio cultural, em quatro ambientes distintos: área rural, zona marinha, ambientes urbano e urbano-industrial. Utilizando para tanto as técnicas de análise de superfície complementadas por microscopia eletrônica e técnicas microbiológicas para o isolamento e cultura de contaminantes microbianos, sendo verificado que a deterioração do material estrutural dos monumentos se deu por reações químicas provocadas por agentes biológicos, pelas condições ambientais a que são expostos ou pela associação de ambos os fatores.

Konsa, Tirrul e Hermann (2014) relatam que a biodeterioração de objetos fornece informações acerca de suas condições ambientais anteriores, bem como sobre os padrões de uso desses objetos. Tomou por exemplo o Museu Nacional da Estônia, que possui áreas de guarda continuamente monitoradas e gerenciadas, e, por conseguinte o risco de biodeterioração de objetos de madeira é pequeno, mas ainda assim, foram encontrados objetos que apresentavam deterioração de insetos e fungos, para ressaltar a necessidade do manejo integrado para o controle de pragas nas instituições.

Nessa perspectiva Kisternaya e Kozlov (2012), apontam que o “*Kizhi*” *Open-Air Museum* adotou um sistema de monitoramento, a fim de identificar as zonas danificadas por insetos, fungos e de avaliação da atividade de uma ampla gama de agentes biológicos em fases iniciais. O controle ambiental e de biodeterioração combinado com a reparação e eliminação dos possíveis ataques, prolonga a vida útil das estruturas históricas de madeira serviço, preservando sua autenticidade.

Abe (2010) identificou contaminação fúngica em materiais armazenados num museu de arte, o qual foi monitorado com o emprego de um índice biológico relacionado a parâmetros climáticos, o qual dá uma indicação da capacidade

ambiental do fungo proliferar naquela região. A fim de determinar esse índice, os esporos fúngicos foram encapsulados no local e a germinação de esporos, medida pela extensão das hifas fúngicas, foi mensurada. Foi identificada a predominância do *Aspergillus penicillioides* e do *Eurotium herbariorum*, espécies de ocorrência provável naquele ambiente.

Kavkler, Gunde-Cimerman, Zalar e Demšar (2015) realizaram uma pesquisa sobre o crescimento de fungos sobre têxteis históricos, na Eslovênia. Foi possível observar que mesmo em instituições que não possuíam qualquer sistema de controle das condições ambientais internos, a taxa de degradação têxtil ocasionada por biodeterioração foi relativamente baixa. Constataram que os itens armazenados em baixos índices de umidade e temperatura, o crescimento de fungos permaneceram restritos por vários anos, concluindo mesmo que os objetos podem ter sido contaminados antes do armazenamento.

## **2.3. Metodologia de pesquisa**

### **2.3.1. Caracterização do acervo e seleção de partes da peça-piloto para estudo**

Para a realização do estudo, foi necessária a caracterização das peças da aeronave Muniz M7, previamente selecionada para o estudo de caso e de sua área de guarda. O avião é composto por materiais de diferentes naturezas, tendo fuselagem em aço, revestimento em tela com a superfície pintada, hélice de madeira, bancos de couro e pneus de borracha.

A fim de obter as especificações corretas dos materiais que constituem a aeronave, foi utilizada a descrição técnica do Capitão João Mendes da Silva, publicada na Seção Técnica do periódico ASAS, de novembro de 1935:

O avião M-7 é um bi-plano para o duplo comando inicial de pilotagem. O plano superior apresenta uma forte flecha para retaguarda e o plano inferior um diedro apreciável. [...]

A asa superior é ligada a fuselagem por intermédio de uma cabana de aço em forma de N. A amarração das duas asas é feita por meio de um par de mastros em N, também de aço.

A construção da asa é de madeira, do tipo caixão sem nenhum contraventamento metálico interno, o que permite uma grande quota de rigidez contra as deformações motivadas pelos agentes exteriores. Cada asa se compõe por 2 longarinas paralelas do tipo caixão [...]. As mesas de tais longarinas, são de *spruce* e as almas de contraplacado CAWIT. As longarinas são ligadas entre si por meio de nervuras de *spruce* e contraplacado. O revestimento é mixto – contraplacado CAWIT, de 1,1 m/m cobrindo o bordo de ataque e prolongando-se pelo intradorso até a longarina trazeira; tela indutada para o extradorso, na retaguarda da longarina dianteira e todo o voto da asa. [...]

**FUSELAGEM:** - A fuselagem é de aço Cromo-molibdeno inteiramente soldada. Tal tipo de fabricação que apresenta grande facilidade de construção no Brasil, pode ser adotados.

A forma da fuselagem é simples, do tipo viga armada em N.

**TREM DE ATERRAGEM:** - o meio trem é diferentemente montado na esquerda ou na direita, a fim de facilitar as futuras reparações.

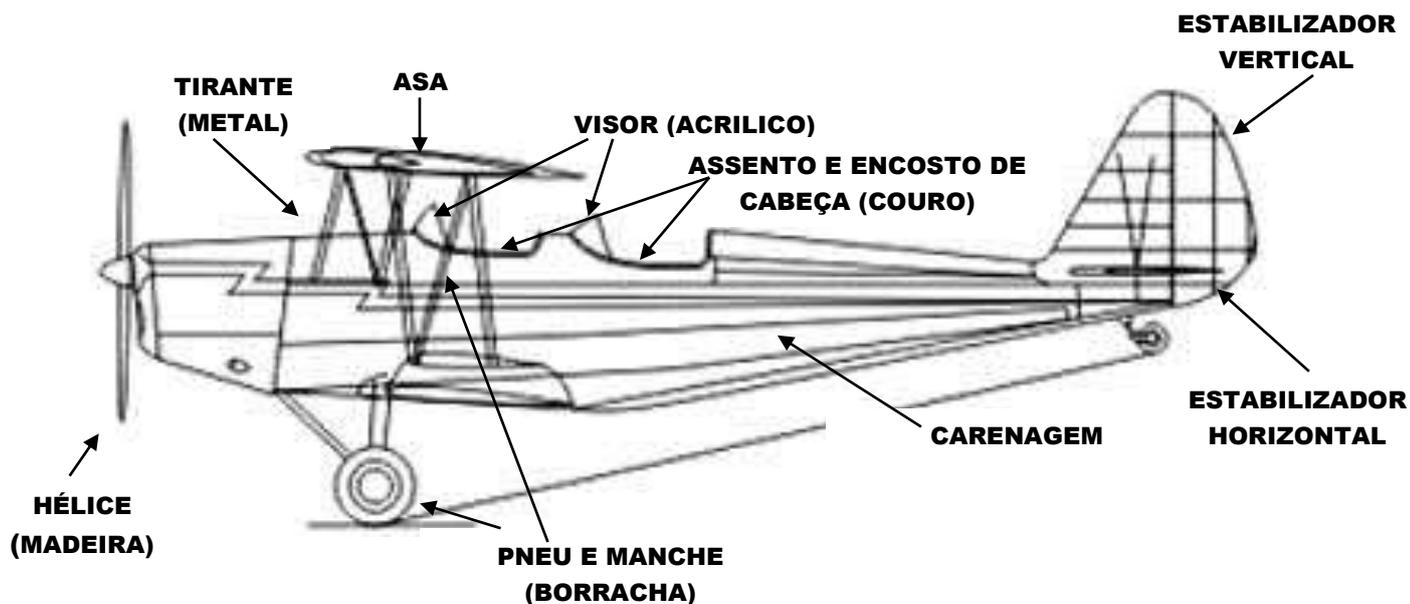
O avião é equipado com freios nas rodas, acionado por um punho no manche e manobrado diferencialmente pelos pedais do leme de direção. [...]

**GRUPO MOTO-PROPULSOR:** - O motor do avião protótipo é o GIPSY MAJOR DE 130 C.V. A 2.100 r/m. Tal motor com cilindros incerdidos, permite que se abaixe o avião, o que diminue a altura do trem de aterragem, e oferece ainda uma ótima visibilidade para frente e para os lados, impossível de se obter com os motores a estrela.

O berço motor é de aço soldado, cromo-mobdeno, e faz parte integrante da fuselagem. Embóra, por uma questão de reparação seja preferível o berço destacável, a segurança aconselha, mormente no caso dos motores de pequeno número de cilindros, que se adote um berço rigidamente ligado á fuselagem. A hélice é de madeira, pelas múltiplas vantagens que oferece, inclusive na parte referente a sua construção no Brasil.

**COMBUSTIVEL E LUBRIFICANTE:** - Os tanques de gasolina, localizados no interior da fuselagem tem uma capacidade de 150 litros que permite uma autonomia de 5,10 horas. O tanque de óleo, que faz papel de radiador, com uma capacidade de 15 litro, se acha situado debaixo do motor, acompanhando a linha da capotagem. A alimentação de gasolina é feita por meio de duas bombas pertencentes ao motor.

**EMPENAGENS:** - Os lemes do avião M-7 são idênticos aos do avião MUNIZ M-5. Mesma superfície, mesmo perfil e tipo de construção. Apenas o dispositivo de comando foi simplificado sendo a empenagem horizontal também regulável em vôo, o que não se verifica no M-5. (ASAS, 1935, p.4)



Apoio de borracha da asa	Material: borracha
Manche (borracha)	Material: borracha
Pneu	Material: borracha
Banco	Material: couro
Encosto de cabeça	Material: couro
Hélice	Material: madeira
Carenagem	Material: tela / verniz dopleer (entelagem)
Estabilizador horizontal	Material: tela / verniz dopleer (entelagem)
Estabilizador horizontal 2	Material: tela / verniz dopleer (entelagem)
Estabilizador vertical	Material: tela / verniz dopleer (entelagem)
Tela (parte interior)	Material: tela crua
Tiranete	Material: metal
Placa	Material: metal
Placa do painel	Material: metal

Figura 6 – Esquema de identificação de partes do avião MUNIZ M-7

### 2.3.2. Coleta de amostras e monitoramento microbiológico do ar

Foram realizadas três coletas de material, para detecção de mico-organismos, entre os meses de agosto e outubro de 2016. Para a análise microbiológica do ar do ambiente em torno da aeronave piloto e no seu interior foi realizada através da exposição de 18 placas de Petri com Agar Sabouraud<sup>9</sup> contendo cloranfenicol para detecção de fungos para que houvesse sedimentação espontânea do material em suspensão neste ambiente.

Nas coletas realizadas no salão Velhas Garças, no Museu Aeroespacial, as placas foram dispostas no entorno dos aviões em exposição. Cabe ressaltar que a aeronave Muniz M-7, encontra-se próxima à porta de entrada do Museu, sendo portanto um dos itens mais suscetíveis à contaminação proveniente do ambiente externo.

Identificação da localização das placas:

WACO - Canto superior esquerdo da sala

NIEUPORT- No cento à esquerda da sala

CAUDRON - Na parte superior do centro da sala

14 BIS - Ao centro da sala

DEMOISELLE - Ao centro da sala

BEECHCRAFT - Canto superior direito da sala

STEARMAN - No cento à direita da sala

MUNIZ - Canto inferior direito da sala

Para a coleta das amostras nos diversos materiais que compõem a aeronave, placas de Petri foram abertas próximo das peças, as quais foram levemente contactadas através de *swabs*, após o contato, os *swabs* eram esfregados em quatro pontos das placas contendo o meio nutriente. Em seguida, este material foi acondicionado em tubos de ensaios contendo 9 mL de solução salina para avaliação microbiológica. No laboratório foram realizadas seis diluições decimais, sendo inoculados 0,1 mL em placa de Petri com Agar Sabouraud por meio da técnica de

---

<sup>9</sup>O meio de cultura empregado foi o Agar Sabouraud, para a quantificação de fungos totais. O Agar Sabouraud é um meio básico em laboratórios de micologia, que tem como principais nutrientes carboidratos e proteínas que favorecem o crescimento de diversos fungos leveduriformes e filamentosos. O meio de cultura assim selecionado foi dissolvido em água destilada, autoclavado a 121°C por 20 minutos, distribuído em placas de Petri estéreis e solidificados após resfriamento. Este meio de cultura é o meio recomendado pela Resolução 176 da ANVISA para o monitoramento ambiental de áreas climatizadas.

semeadura por espalhamento. Essas placas serão incubadas em estufa BOD a 25 °C por um período máximo de 21 dias. As placas utilizadas no monitoramento do ar também serão incubadas em idênticas condições.

Os fungos filamentosos e leveduras que cresceram nas placas, foram isolados em meios de cultura seletivos específicos aos micro-organismos alvo. Após seus isolamentos os fungos filamentosos e leveduras foram preservados em óleo mineral. A identificação dos fungos filamentosos foi realizada através da observação macroscópica e microscópica de sua morfologia.

### **2.3.3. Levantamento climatológico da região (dados oficiais) – Temperatura e Umidade Relativa**

A partir da coleta de dados climatológicos (índices de temperatura e umidade relativa) das áreas de exposição e guarda do Museu Aeroespacial com base na consulta das condições climáticas da região, através da análise dos registros fornecidos pela estação meteorológica do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo dos Afonsos (DTCEA-AF), no período de janeiro de 2014 a setembro de 2016, foram analisadas as condições ambientais a que o acervo encontra-se submetido.

**CAPÍTULO 3**

**ESTUDO DE CASO:**

**O MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO**

Para identificar a ocorrência de microorganismos no Muniz M-7 foram realizadas três coletas nos diversos materiais que compõem a aeronave e no ambiente aonde se encontra. Após a realização das coletas, o material permaneceu fechado, no escuro e em temperatura ambiente por 7 dias, para incubação e crescimento microbiano.

A Figura 6 apresenta os resultados do monitoramento microbiológico do ar, no Salão Velhas Garças, ambiente onde o avião Muniz M-7 encontra-se em exposição, no dia 15 de agosto de 2016.

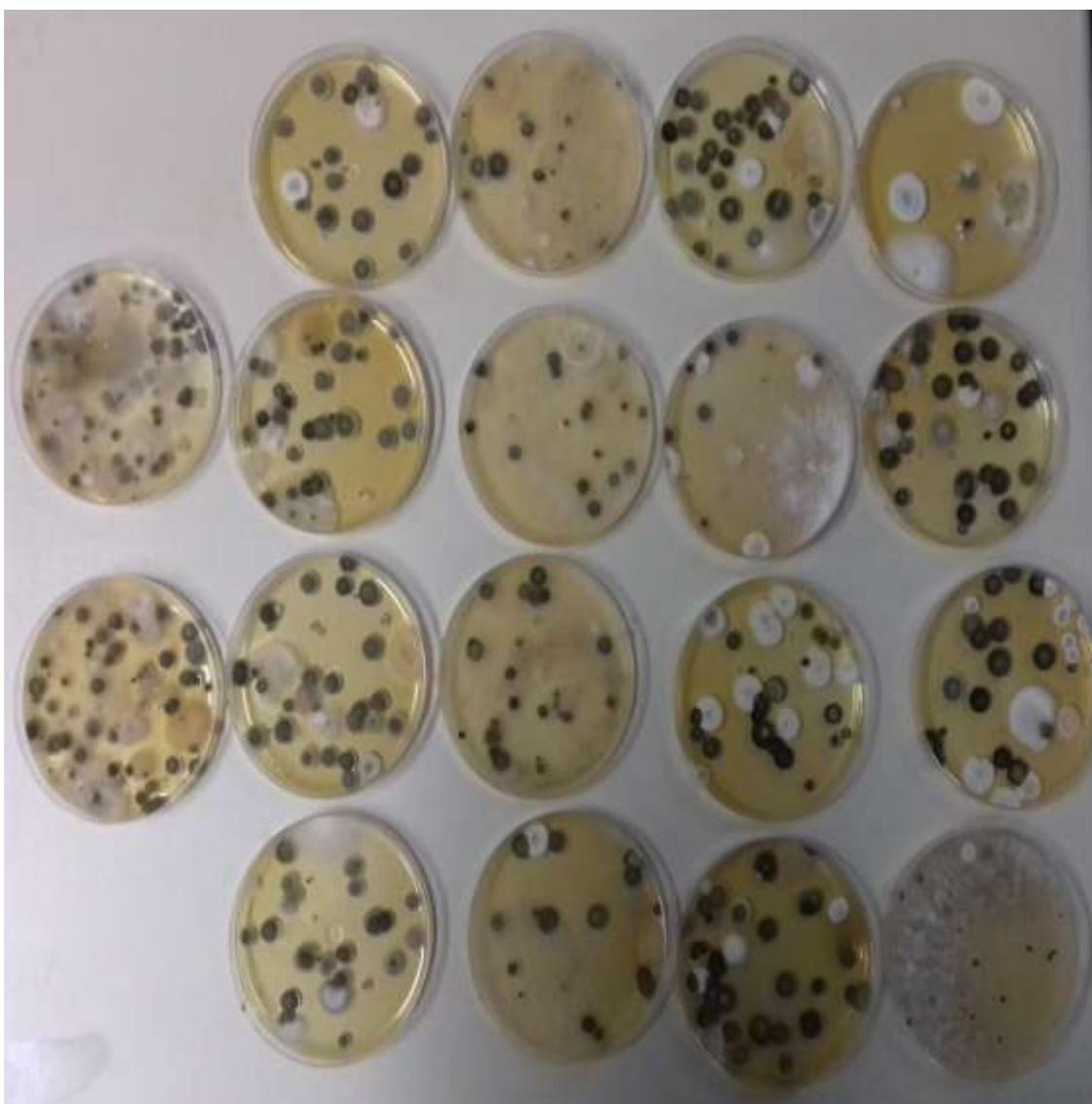


Figura 7 – Proliferação fúngica em vários pontos do ambiente do Salão Velhas Garças, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em agosto de 2016.

O que se pode observar foi uma grande proliferação de fungos, em vários pontos do ambiente, de forma homogênea com relação às possíveis espécies fúngicas. Não foram observados pontos onde se pudesse atribuir uma maior ou menor ocorrência fúngica, o que deve ser explicado por conta da homogeneidade de ocorrência e distribuição, conforme ilustrado nas placas. Pode-se observar o crescimento de fungos escuros, provavelmente fungos dematiáceos, produtores de melanina.

A Tabela 1 e a Figura 8 apresentam imagens de placas contendo o meio nutriente após o período de incubação para as partes do MUNIZ M-7.

Tabela 1 – Coleta de material microbiano no avião Muniz M-7, em agosto de 2016

<b>MUNIZ M7</b>		
ORIGEM DA AMOSTRA	PLACA	MATERIAL / OBS
Apoio de borracha da asa		Borracha
Manche (borracha)		Borracha
Pneu		Borracha
Banco		Couro

Encosto de cabeça		Couro
Hélice		Madeira
Carenagem		Tela / verniz dopleer (entelagem)
Estabilizador horizontal		Tela / verniz dopleer (entelagem)
Estabilizador horizontal 2		Material: Tela / verniz dopleer (entelagem)
Estabilizador vertical		Tela / verniz dopleer (entelagem) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Após o período de incubação, não foi possível observar nenhuma espécie.</li> </ul>
Tela (parte interior)		Tela crua
Tirante		Material: metal

---

Placa



Material: metal

---

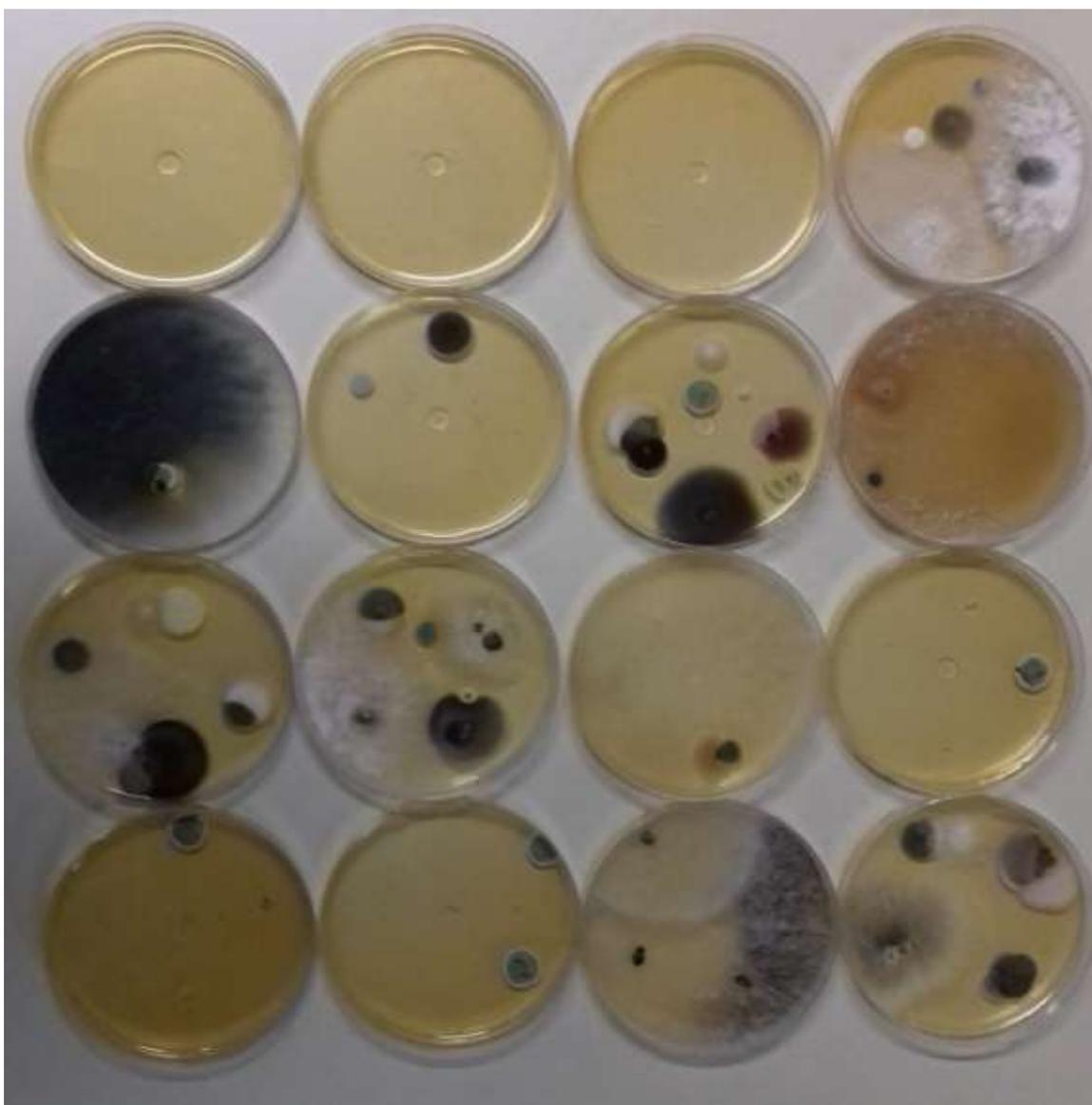


Figura 8 – Proliferação fúngica em vários pontos de coleta no avião Muniz M-7, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em agosto de 2016.

O que se pode observar é uma ocorrência fúngica consideravelmente inferior em comparação com o ambiente de guarda, no entanto, aparentemente com as

mesmas espécies contaminantes do ambiente. Isso é uma indicação de que o ambiente de guarda não apresenta as condições ideais para a guarda do avião, em particular se forem consideradas as possíveis correntes de ar que são comuns em hangares abertos. Esse fluxo de ar deve servir como um carreador de partículas e fungos que podem se alojar na superfície do avião, levando à uma possível biodeterioração de partes contendo materiais biodegradáveis, dependendo da natureza dos fungos.

Com o objetivo de confirmar essa hipótese, no dia 11 de outubro de 2016, o Salão Velhas Garças foi monitorado novamente quanto à população microbiana utilizando-se do mesmo procedimento adotado anteriormente. Contudo foi selecionado outro avião, o NIEUPOINT 21E1<sup>10</sup>, com características estruturais similares ao do Muniz M-7, mas que encontra-se localizado em outro ponto da exposição.

---

<sup>10</sup> O NIEUPOINT 21E1 é um avião para um tripulante, destinado ao combate aéreo. O modelo em exposição é uma variante do avião de caça NIEUPOINT 17, que equipou as Forças Armadas de vários países aliados durante a Primeira Grande Guerra. No Brasil, o NIEUPOINT 21E1 foi utilizado (de 1921 a 1930) como avião de treinamento da Escola de Aviação Militar, que funcionava aqui no Campo dos Afonsos. Fonte: <http://www2.fab.mil.br/musal/index.php/anvs/343-nieuport>

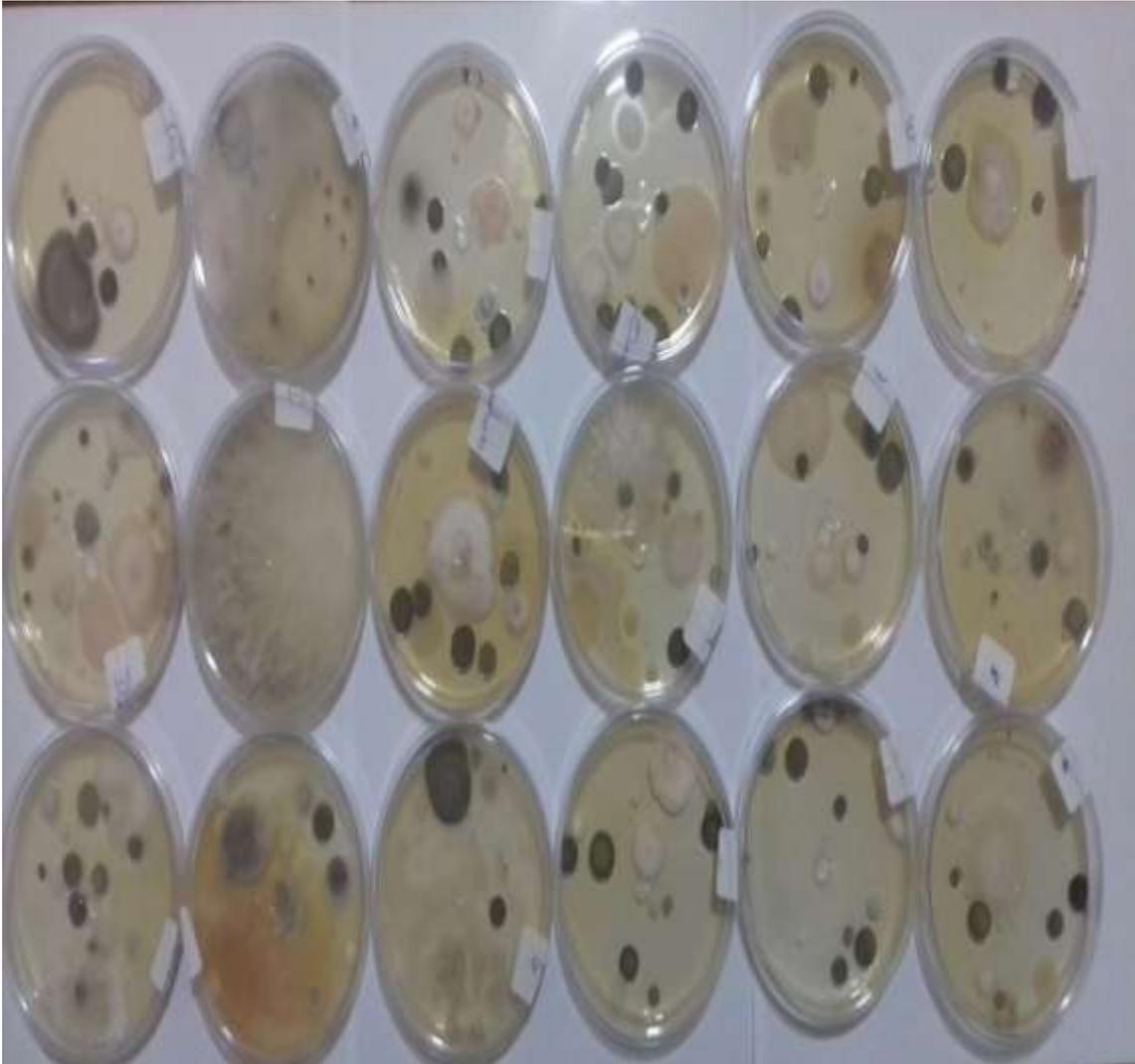


Figura 9 – Proliferação fúngica em vários pontos do ambiente do Salão Velhas Garças, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em outubro de 2016.

O que se pode observar é uma aparente incidência fúngica inferior à encontrada no entorno da aeronave Muniz M-7. Pode-se claramente observar que os mesmos tipos de colônias fúngicas também foram encontrados nesse ponto da sala, no entanto, numa quantidade inferior. A localização exata do NIEUPORT 21E1 (Figura 10) e sua relação com correntes de ar pode ser a explicação para essa diferenciação.

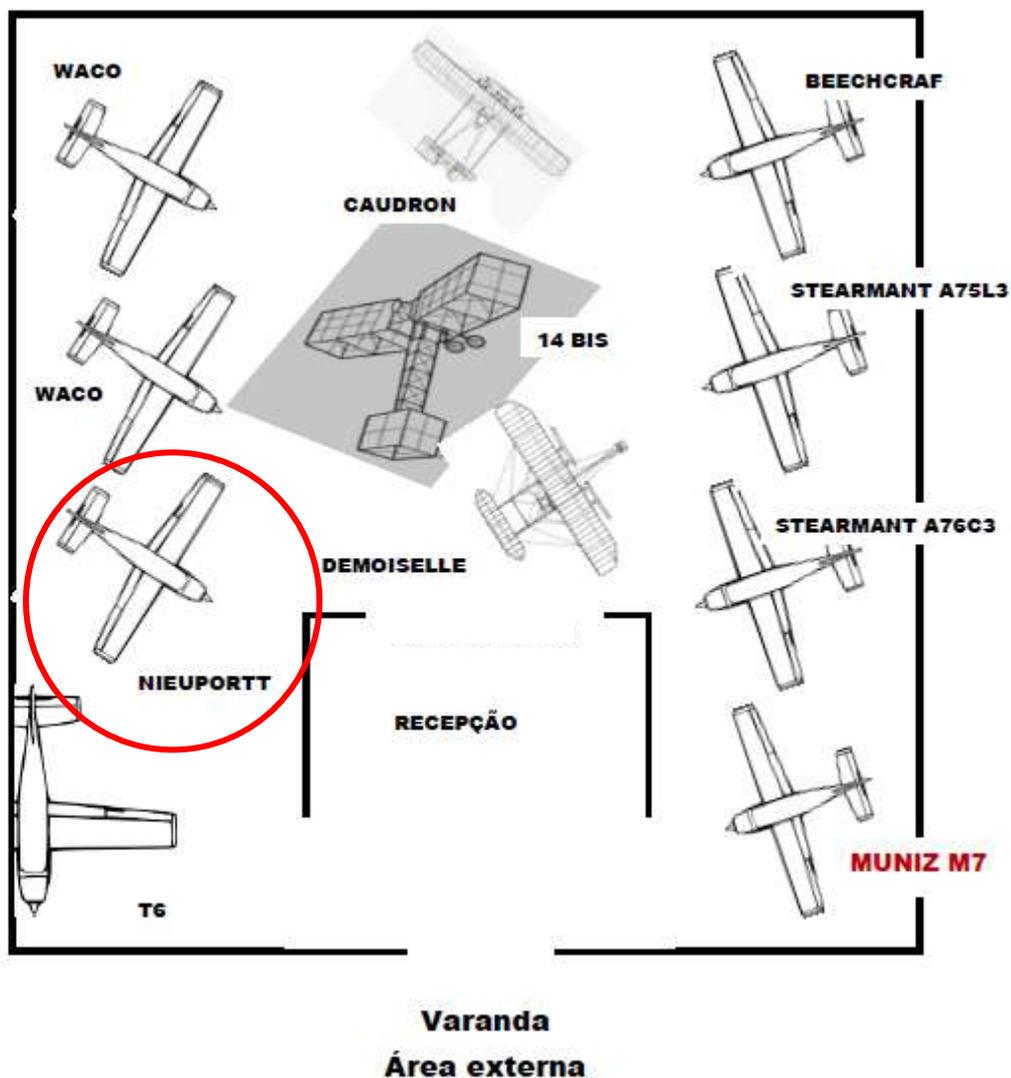


Figura 10 – Mapa de localização do Salão Velhas Garças, no Museu Aeroespacial.

Mais uma vez, a ocorrência das colônias fúngicas no avião NIEUPORT 21E1 (Figura 11) também indicou uma menor incidência de contaminação (Tabela 2), corroborando o fato de que a contaminação de partes selecionadas deste avião, também tem relação direta com a ocorrência fúngica de espécies no ar.

Tabela 2 – Coleta de material microbiano no avião NIEUPORT 21E1, em outubro de 2016

<b>NIEUPORT 21E1</b>		
ORIGEM DA AMOSTRA	PLACA	MATERIAL / OBS

Apoio de borracha da asa		Borracha
Manche (borracha)		Borracha <ul style="list-style-type: none"> <li>• Após o período de incubação, não foi possível observar nenhuma espécie.</li> </ul>
Pneu		Borracha
Banco		Couro
Encosto de cabeça		Couro
Hélice		Madeira
Carenagem		Tela / verniz dopleer (entelagem) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Após o período de incubação, não foi possível observar nenhuma espécie.</li> </ul>
Estabilizador horizontal		Tela / verniz dopleer (entelagem)

Estabilizador vertical		Tela / verniz dopleer (entelagem)
Tela (parte interior)		Tela crua <ul style="list-style-type: none"> <li>• Após o período de incubação, não foi possível observar nenhuma espécie.</li> </ul>
Tirante		Material: metal

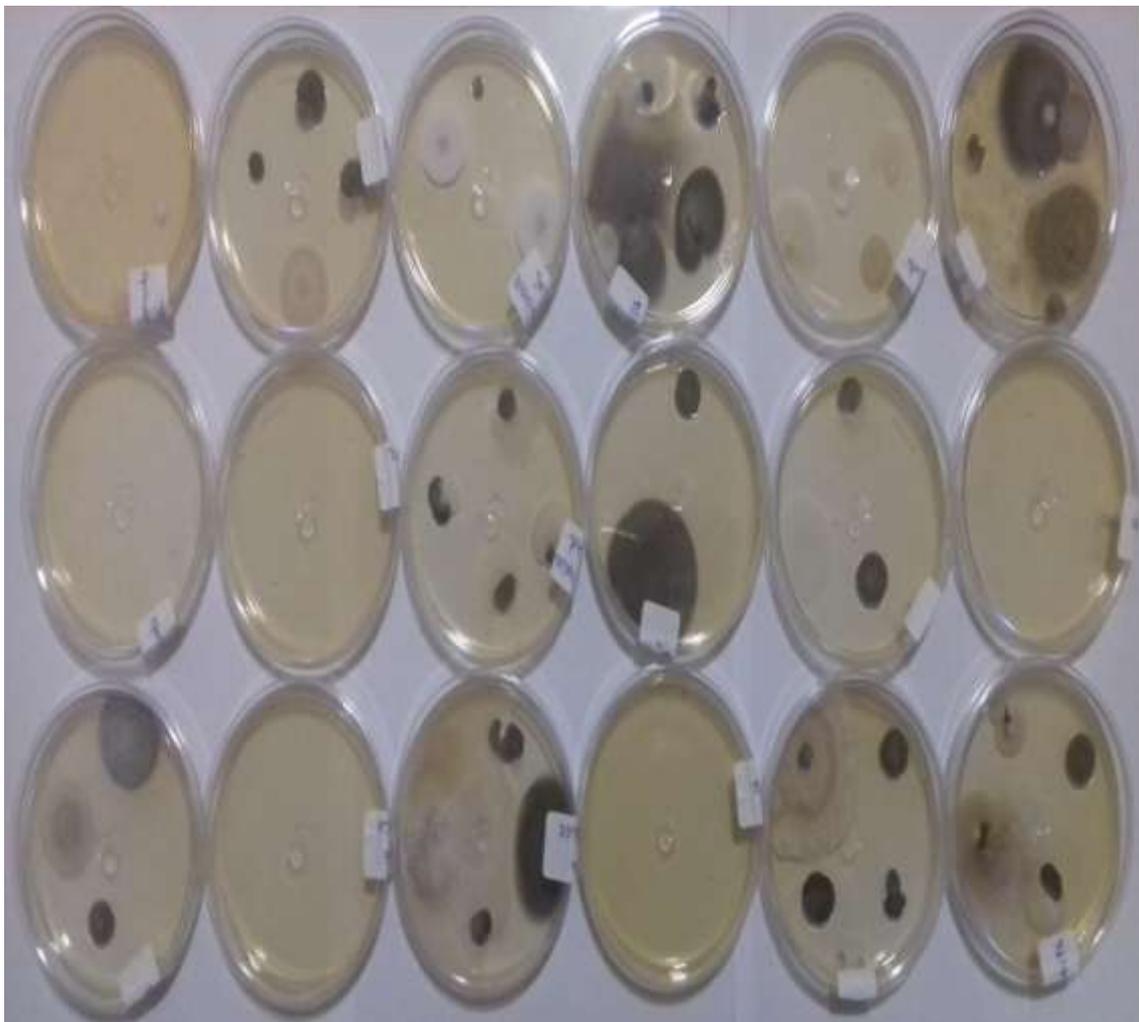


Figura 11 – Proliferação fúngica em vários pontos de coleta no avião NIEUPORT 21E1, no Museu Aeroespacial, na coleta feita em outubro de 2016.

Esse tipo de contaminação cruzada, na maioria das vezes, não pode ser controlada, sendo comum em áreas de guarda de objetos museológicos abertos ou com ventilação direta, sem climatização e controle.

Dos fungos encontrados no ar e em partes selecionadas do avião Muniz M-7, destacam-se os fungos dematiáceos. Fungos dematiáceos são também conhecidos como fungos negros, devido à grande quantidade de melanina presente em suas estruturas externas. A presença de melanina tem relação direta com a função antioxidante contra certas substâncias que podem atacar os fungos, bem como confere a esses fungos uma elevada resistência à presença de hipoclorito (Caligiornet al., 2000).

Esses fungos são normalmente saprófitas, ou seja, vivem no solo, onde absorvem nutrientes oriundos da decomposição de matéria orgânica. O ar, por sua vez, é o principal veículo de transporte e contaminação cruzada, dispersando de forma incontrolada seus esporos, suas estruturas que darão origem a novos fungos. Inúmeras são as espécies desses fungos, os quais variam de continente a continente, dependendo das condições favoráveis de umidade e temperatura.

Para detalhes sobre sua classificação e nomenclatura, pode-se recorrer à *homepage* do Herbário Nacional Australiano, onde se pode encontrar uma descrição global sobre espécies e nomenclatura de fungos dematiáceos ([www.http://anbg.gov.au/fungi/classification-names-identification.html](http://anbg.gov.au/fungi/classification-names-identification.html)).

Na presente dissertação, o monitoramento do ambiente do salão Velhas Garças no Museu Aeroespacial e das aeronaves Muniz M-7 e NIEUPORT 21E1 indicaram a presença majoritária de fungos dematiáceos (negros), particularmente dos gêneros *Cladosporium* e *Curvularia*, os quais são fungos cosmopolitas, comuns em ambientes de guarda de objetos museológicos e contaminantes do ar, indicando a necessidade de medidas preventivas para a minimização de sua ocorrência.

A ocorrência predominante desse grupo de fungos dematiáceos foi confirmada pela observação de sua ocorrência tanto no ar, quanto em partes selecionadas do Muniz M-7. A Figura 12 (a e b) ilustra a imagem do plaqueamento purificado de 4 isolados de *Cladosporium* sp., um dos principais representantes do grupo, bem como suas observações microscópicas.

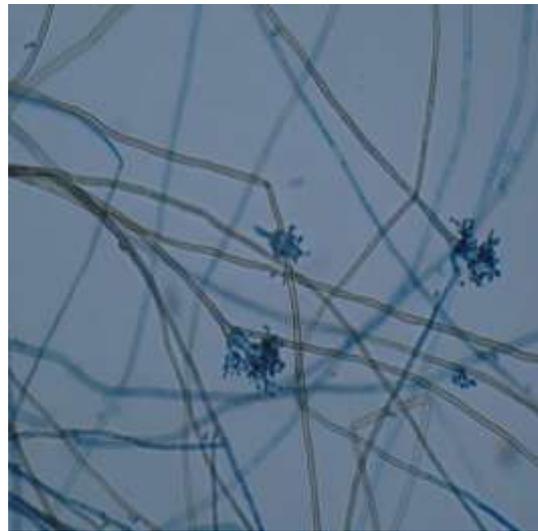
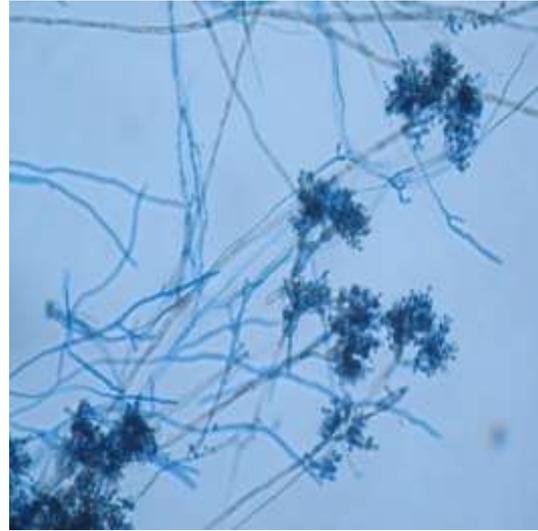


Figura 12a – Isolados purificados de *Cladosporium* sp., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

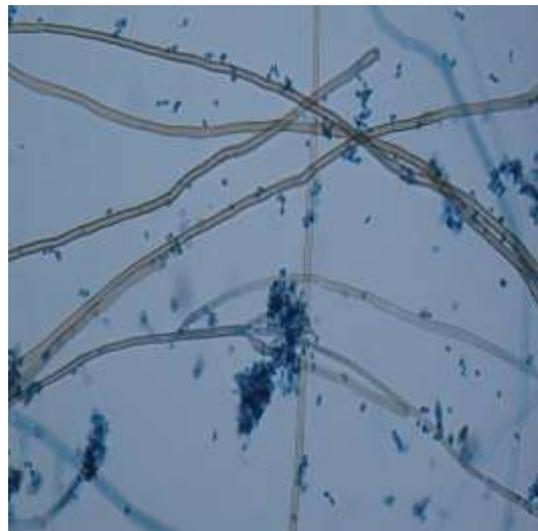




Figura 12b – Isolados purificados de *Cladosporium* sp., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Um segundo representante do grupo também foi encontrado no ambiente de guarda do Muniz M-7, o fungo *Curvularia* sp., que também pode ser isolado, purificado e observado microscopicamente (Figura 13).



Figura 13 – Isolado purificado de *Curvularia* sp., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Além do grupo dos fungos dematiáceos, foram também isolados fungos dos gêneros *Penicillium* e *Nigrospora*, ambos fungos cosmopolitas, comuns na região do Rio de Janeiro, e com alto potencial proteolítico, ou seja, fungos capazes de utilizar os componentes materiais da aeronave Muniz M-7 como fonte nutricional (celulose da madeira, proteínas das partes em couro) se as condições de temperatura e umidade relativa assim o favorecerem (Figuras 14 e 15).

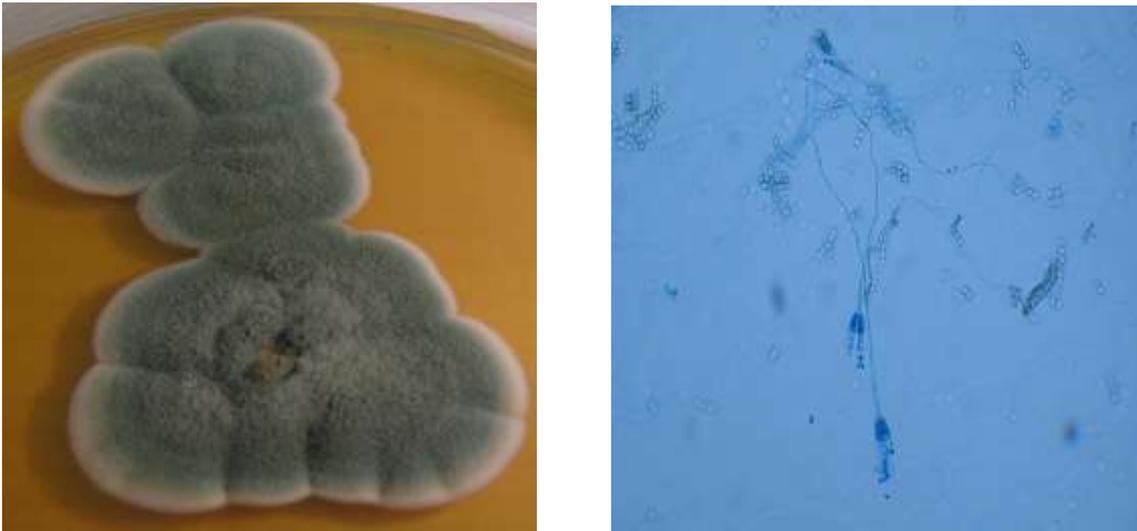


Figura 14 – Isolado purificado de *Penicillium* sp., na aeronave Muniz M-7. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

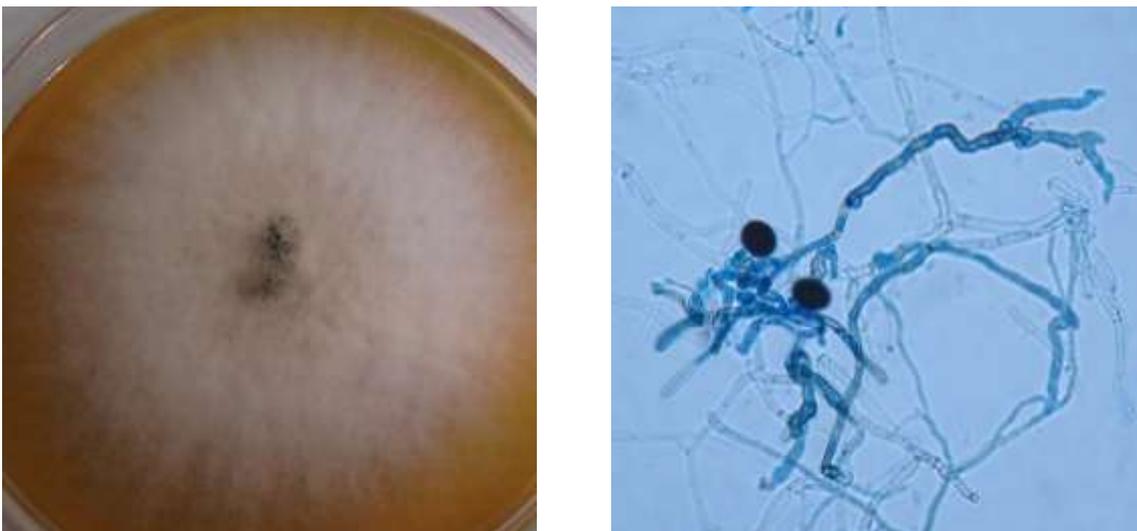


Figura 15 – Isolado purificado de *Nigrospora* sp., na aeronave Muniz M-7. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

Curiosamente foram encontrados também nos dois ambientes dos hangares e em partes das duas aeronaves, fungos do filo Basidiomycota, onde no Brasil estima-se a ocorrência de mais de 9000 espécies, o que torna a sua possível identificação difícil e de importância questionável no escopo do presente trabalho. Inclusive a ocorrência de leveduras (fungos não-filamentosos) também é reportada para este filo, e também foi encontrada no ambiente de guarda da aeronave, bem como na sua área de guarda. Sua associação com a pigmentação clara e rosácea, típica desse filo, que se caracteriza por sua natureza decompositora e importante no ciclo do carbono e nitrogênio na natureza. Dessa forma, tornam-se potencialmente decompositores dos materiais constitutivos da aeronave, representando potencial ameaça ao acervo exposto (Figura 16 a e b).

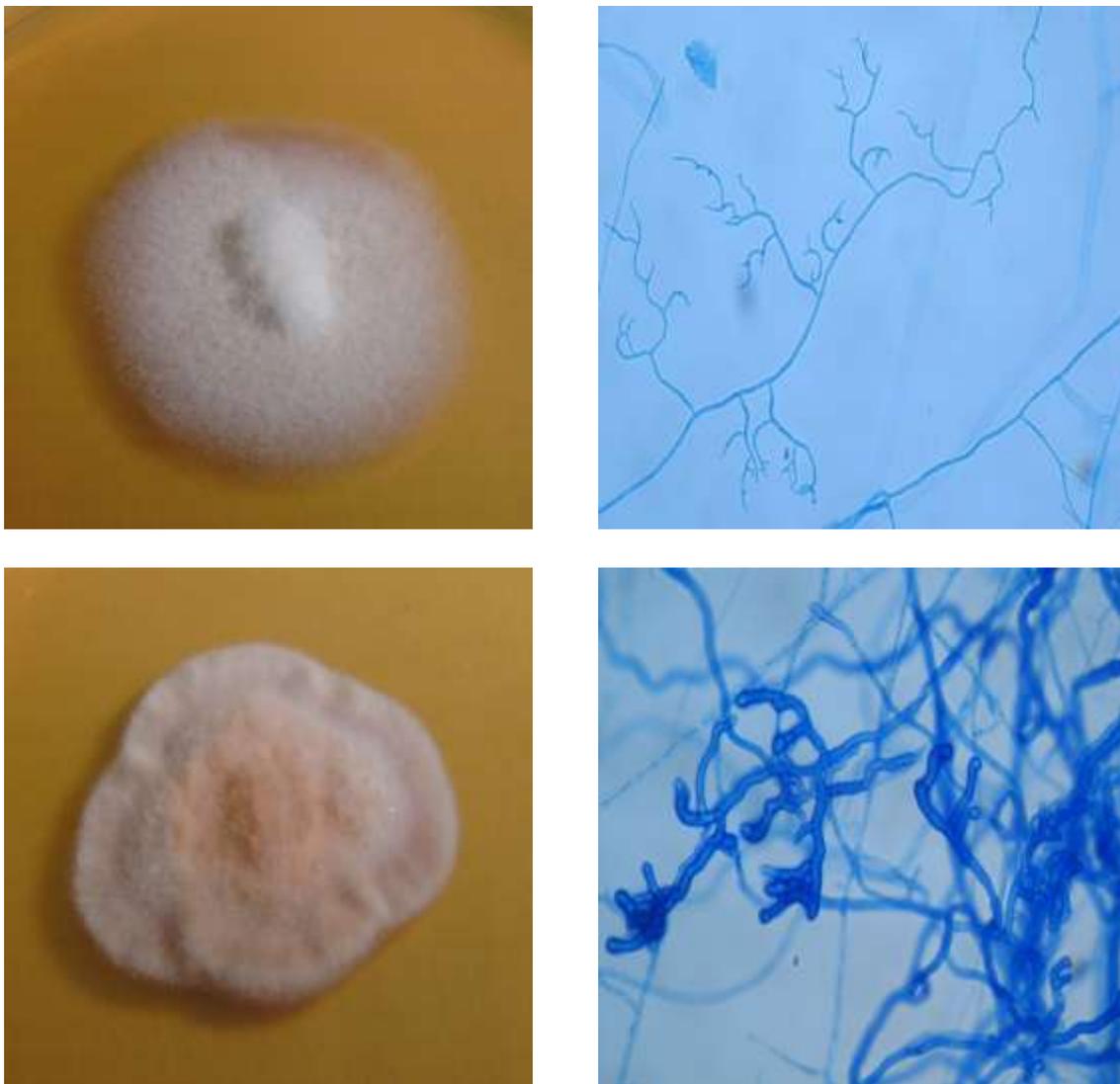


Figura 16a – Isolados purificados do filo Basidiomycota., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x).

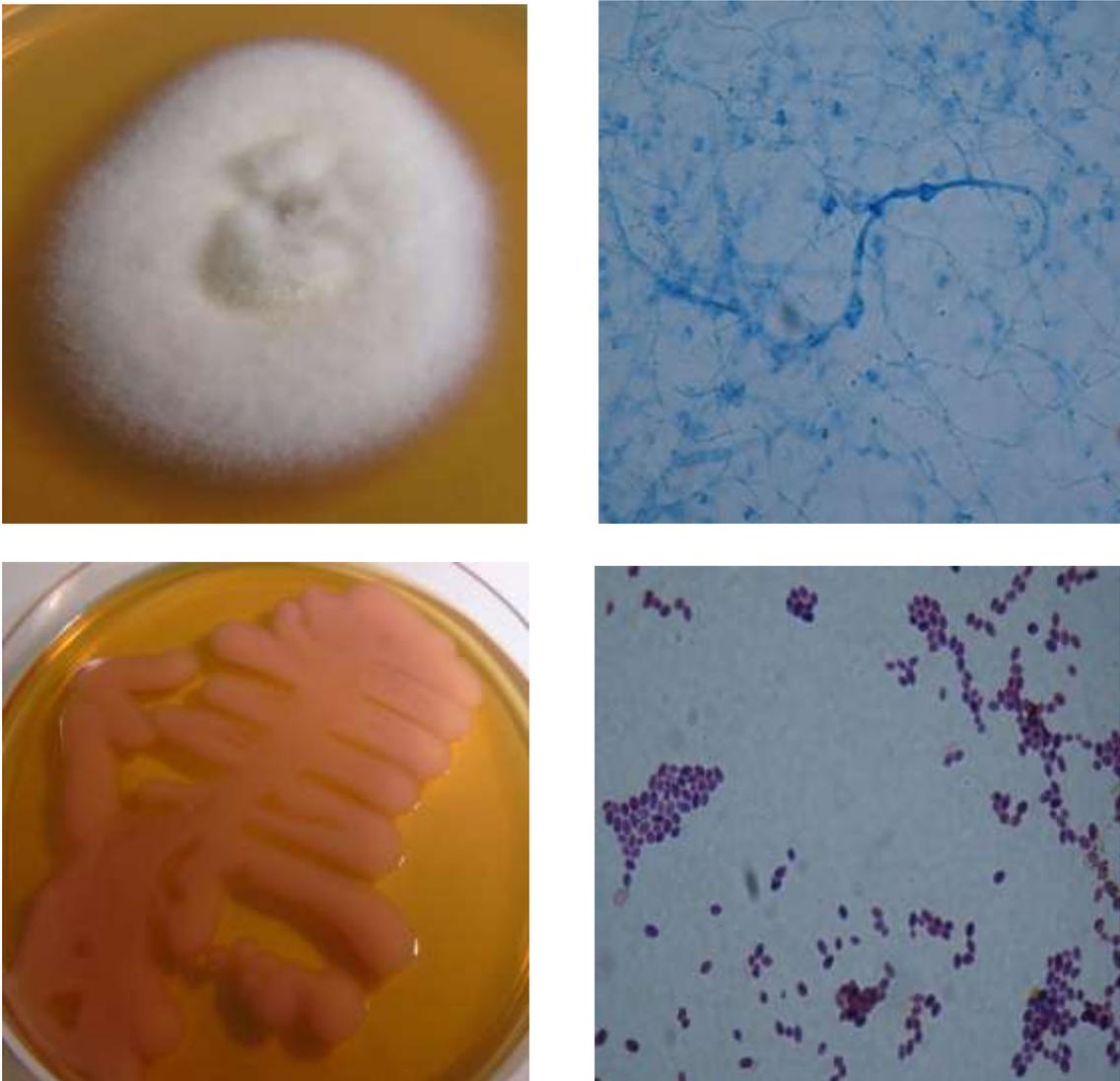


Figura 16b – Isolados purificados do filo Basidiomycota., no hangar de guarda da aeronave Muniz M-7 e da própria aeronave. À esquerda, imagem da cultura purificada e à direita imagem microscópica (aumento 400x). No conjunto inferior, imagem da levedura, fungo de natureza não filamentosa.

### 3.1. Condições Climáticas do Salão Velhas Graças - MUSAL

O levantamento climático da região teve por objetivo entender qual a relação entre o clima local e os processos de biodeterioração que atingem a coleção exposta no Salão Velhas Graças do MUSAL. Para tanto, foram coletados dados oficiais dos índices de temperatura e umidade relativa do ar da região, fornecidos pela estação

meteorológica do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo dos Afonsos, nos anos de 2014, 2015 e 2016 (Tabela 3).

A utilização de dados oficiais se deu pelo fato do MUSAL não dispor de um sistema de monitoramento, bem como os termohigrômetros existentes na Instituição não possuem calibração necessária para um resultado preciso. Face ao exposto, a coleta daqueles dados viabilizou dar maior fidedignidade à pesquisa.

Tabela 3 – Dados climatológicos da região dos Afonsos

<b>2014</b>				
	Temp. Mx.	Temp. Mn.	Média (°C)	U.R.
Janeiro	38.8°	20.2°	29	63%
Fevereiro	39.3°	18.1°	29	59%
Março	37.9°	17.4°	26	71%
Abril	34.4°	11.2°	23	77%
Maio	33°	11.4°	21	77%
Junho	33.4°	12.3°	21	77%
Julho	30.7°	10.4°	20	77%
Agosto	34.8	9.5°	20	72%
Setembro	36.5°	13.3°	23	69%
Outubro	40.7°	13.4°	24	66%
Novembro	36.6	14.1°	25	69%
Dezembro	40.3°	16.5°	28	64%

<b>2015</b>				
	Temp. Mx.	Temp. Mn.	Temp.Média	U.R.
Janeiro	40.2°	21°	28	64%
Fevereiro	38.3°	20°	27	70%
Março	36.2°	18.2°	26	75%
Abril	35.5°	17.2°	24	74%
Maio	33.9°	14.9°	22	74%
Junho	33.8	12.9°	21	76%
Julho	33.7°	14.4°	21	75%

Agosto	36.6°	13.7°	23	68%
Setembro	39.9°	15.4°	23	75%
Outubro	41.2°	14.7°	25	71%
Novembro	37.4°	19.7°	25	78%
Dezembro	39.2°	18.4°	27	74%

<b>2016</b>				
	Temp. Mx.	Temp. Mn.	Temp.Média	U.R.
Janeiro	37.6°	19.4°	27	77%
Fevereiro	38.4°	17.4°	28	73%
Março	35.6°	20.3°	27	79%
Abril	36.1°	17.8°	26	74%
Maiο	33.8°	12.9°	22	80%
Junho	30.8°	7.6°	19	81%
Julho	34.8°	9.8°	20	74%
Agosto	36.1°	11.2°	21	71%
Setembro	37°	15.3°	24	74%

No que se refere à temperatura, foram registrados índices entre 9.5°C e 41.2°C, ocorrendo oscilação média de aproximadamente 20°C no decorrer de um mesmo mês. Atualmente o Museu Aeroespacial não possui condições estruturais para manter aparelhos de climatização ligados 24 horas por dia, seja pelas dimensões de seus hangares, que inviabilizam o isolamento ambiental, ou por questões de ordem financeira. Desta forma, os índices de temperatura e umidade relativa encontram-se muito aquém dos aceitáveis, considerando que a adotou-se um sistema de ventilação natural, através de exaustores industriais e pelas estruturas vazadas dos portões dos hangares.

O gráfico a seguir (figura 17) apresenta a variação da média de temperatura ao longo dos anos de 2014 a 2016. Evidenciando que, além da notória de oscilação, que os índices de temperatura se mantiveram acima de 20° C ao longo de todo o período. Evidenciando um panorama alarmante, porquanto, como citado anteriormente os fungos podem crescer num amplo intervalo de temperatura (0° a 62°C, estando a temperatura ótima entre 22° e 30° C).

### Temperatura Média (°C)

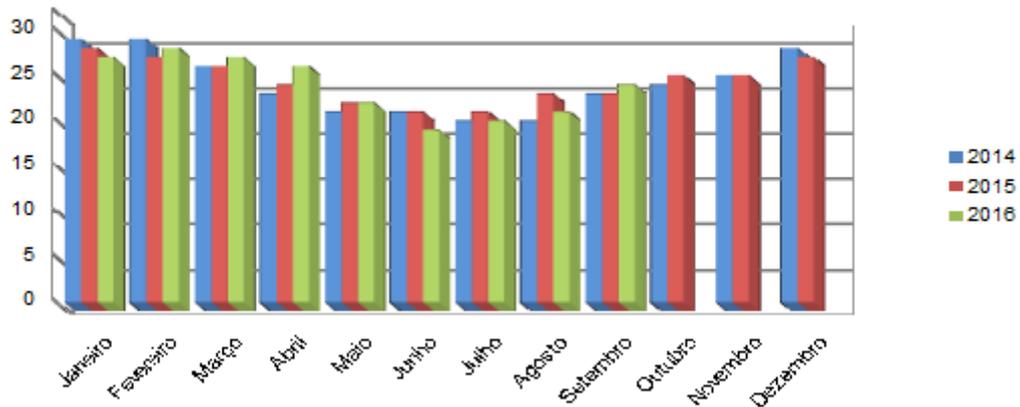


Figura 17 – Gráfico da variação da média de temperatura no período de janeiro de 2014 à setembro de 2016

Quanto à umidade relativa do ar, os índices apresentados são preocupantes, sendo registrados entre 59% e 81% (Figura 18). Considerando que os principais danos causados ao acervo são decorrentes de oscilações bruscas de temperatura e umidade e tendo em vista que além da proliferação de colônias microbianas, esta variação compromete a estrutura física do acervo, devido à dilatação e retração relacionada à capacidade higroscópica dos objetos.

### U.R.

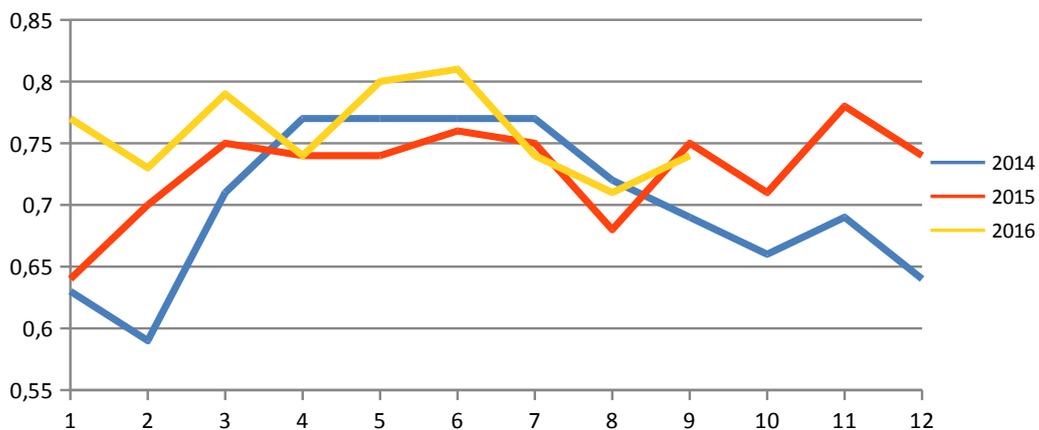


Figura 18 – Gráfico da variação da média de umidade relativa do ar no período de janeiro de 2014 à setembro de 2016

O experimento realizado com o avião NIEUPOINT 21E1, deixou clara a existência de contaminação cruzada no Salão Velhas Garças. Atualmente este ambiente abriga 11 aeronaves fabricadas e utilizadas nas primeiras décadas do século XX. E ainda que se utilize de ventilação natural, é o local mais protegido onde se encontram os aviões que compõe o acervo museológico da instituição, visto que diferente dos hangares onde as portas são vazadas e ocorre intensa circulação de ar, neste salão as janelas foram lacradas.

O resultado dos experimentos conduzidos no presente trabalho mostrou que estando o NIEUPOINT 21E1 numa área mais distante da porta, e conseqüentemente do ambiente externo, houve menor incidência de micro-organismos neste avião. Em contrapartida, o MUNIZ M7, que está posicionado ao lado da porta principal de acesso ao hangar apresentou resultados mais alarmantes. Sendo assim, evidenciou-se a influência das trocas com a área externa para a ocorrência de populações microbianas.

Como referência, o *Smithsonian National Air and Space Museum*<sup>11</sup> tem um gigantesco acervo de câmaras aeroespaciais, aeronaves, roupas de astronautas, prêmios e insígnias e ônibus aeroespaciais, todos expostos em hangares fechados, o que minimiza de forma pronunciada a circulação de materiais particulados e micro-organismos no ambiente. Com isso, pode-se inferir sobre a pequena incidência de fungos no ambiente.

Alguns exemplos de aeronaves, sua composição material e visão espacial da área de guarda, são apresentados na Figura 19 (a-d).

---

<sup>11</sup> [www.airandspace.si.edu](http://www.airandspace.si.edu)



Figura 19a – Aeronave Langley Aerodrom Number 5 (1891) – Estrutura de metal e asas de madeira cobertas com tecido de seda.  
Fonte: <https://airandspace.si.edu/collection-objects/langley-aerodrome-number-5>



Figura 19b – Aeronave Wright Military Flyer (1909) – Estrutura de madeira e tecido, sendo o primeiro avião militar em operação.

Fonte: <https://airandspace.si.edu/collection-objects/1909-wright-military-flyer>



Figura 19c – Aeronave De Havilland DH-4 (1917) – Avião militar em estrutura de madeira.

Fonte: <https://airandspace.si.edu/collection-objects/de-havilland-dh-4>



Figura 19d – Aeronave Curtiss R3C-2 – Avião militar em estrutura de metal e madeira.

No Brasil, a instituição que se propunha a manter as aeronaves em um ambiente fechado e climatizado era o Museu TAM (Figura 20), fundado pelo presidente da TAM Linhas Aéreas Rolim Adolfo Amaro, em novembro de 2006. Localizado na cidade de São Carlos – SP, e com projeto museográfico ambicioso, o espaço abrigava aproximadamente 90 aeronaves, em sua maioria em condições de voo.



Figura 20 – Museu TAM – Exposição de Longa Duração

Foto: João Ignácio Medina

Contudo, o museu da TAM suspendeu suas atividades por tempo indeterminado, em fevereiro de 2016. Em nota vinculada à imprensa, a instituição declarou que a decisão está atrelada ao acirramento dos desafios econômicos do país, provocado pelo aumento da inflação e pela alta do dólar em relação ao real, resultando em uma desaceleração do setor aéreo. Este cenário demonstrou a necessidade de um estudo interno de viabilidade econômica do museu, que deverá ocorrer ao longo deste ano.

Nessa perspectiva pode-se constatar que diante da impossibilidade de manutenção das coleções em ambientes controlados, em razão do alto custo de manutenção do processo, se faz necessário o desenvolvimento de mecanismos de barreira para minimizar danos à integridade dos bens culturais. Por conseguinte, pode-se afirmar que a sustentabilidade é o grande desafio lançado às instituições brasileiras que se dedicam a preservação de acervos de grande porte.

No contexto da exposição de aeronaves do MUSAL, o acervo encontra-se disposto ao longo de cinco hangares com portões vazados, onde há grande contato

com o ambiente externo. O fato dos aviões mais antigos serem expostos no Salão Velhas Garças, mantêm esses itens da coleção consideravelmente mais protegidos, tendo em vista que são mais sensíveis pelos materiais que os compõe (madeira, tela, couro, borracha). Por outro lado, as aeronaves mais modernas, confeccionadas em metais e materiais sintéticos estão dispostas em hangares, ou mesmo ao ar livre.

A exposição do Salão Velhas Garças foi organizada de forma cronológica, tendo ao centro os exemplares mais antigos: 14 BIS, o Demoiselle e o Caudron. E nas laterais os aviões de uso militar, desde o NIEUPORT 21E1, utilizado na I Guerra Mundial (1914-1918) até o Muniz M7, fabricado no Brasil (décadas de 1930-1940), que possibilitou o treinamento de pilotos militares que a partir de 1941 vieram a compor a Força Aérea Brasileira.

Todavia, este estudo de caso deixou claro que a alocação do MUNIZ M7 ao lado da porta de entrada do museu o tornou significativamente suscetível à contaminação microbiana. E diante da impossibilidade de isolamento e climatização do espaço, a fim de reduzir a circulação de materiais particulados e micro-organismos, a melhor alternativa seria a readequação da exposição para que o MUNIZ M7 seja mantido em um ponto mais reservado da sala, com o objetivo de protegê-lo, dada sua importância para o desenvolvimento da indústria aeronáutica no país, bem como para a institucionalização da Força Aérea Brasileira.

Nessa perspectiva, este trabalho propõe a realização de um estudo museográfico para a alteração do *layout* da exposição atual. De forma que as aeronaves mais resistentes mantenham-se próximas à porta, enquanto os aviões mais sensíveis estejam salvaguardados em pontos mais reservados. Sem que, no entanto, o público perca a contextualização da temática aeronáutica.

# **CAPÍTULO 4**

**PRODUTO TÉCNICO-CIENTÍFICO:**

**INSTRUÇÕES TÉCNICAS PARA  
MONITORAMENTO DE  
CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM  
GRANDES DEPÓSITOS DE GUARDA  
SEM CONTROLE AMBIENTAL**

## **VIII. Apresentação**

A presente Instrução Técnica foi desenvolvida como um Produto Técnico Científico, no âmbito do Programa de Pós-graduação em Acervos de Ciência e Tecnologia – PPACT/MAST. Foi concebido para a orientação de profissionais de instituições culturais que se dedicam à conservação de acervos de grande porte onde não haja controle ambiental, a fim de orientar acerca dos procedimentos para acompanhamento, avaliação e correção de potenciais processos de biodeterioração microbiana em coleções dessas proporções.

A Instrução Técnica foi elaborada a partir da aplicação de um diagnóstico prévio de processos de biodeterioração ativos no acervo do Museu Aeroespacial, através da coleta de amostras, da detecção da presença de colônias microbianas e da identificação das possíveis causas da proliferação destes organismos, e da proposição, a partir da análise dos dados coletados, de medidas de conservação que possibilitem o prolongamento da vida útil dos bens patrimoniais.

## **IX. Estabelecimento de acordo de cooperação técnica**

Para a realização de um monitoramento microbiológico de uma Instituição cultural, área de guarda ou exposição é necessário que se estabeleça uma equipe multidisciplinar, para coleta e análise de dados, bem como é fundamental que haja disponível um laboratório para a realização da análise dos dados coletados.

Levando em consideração a formação do grupo de trabalho, pretende-se a atuação de profissionais que venham contribuir para a sua realização, quais sejam: museólogos, e/ou arquivistas e/ou bibliotecários, historiadores, conservadores, climatólogos, químicos, biólogos, entre outras especialidades de interesse para o estudo.

No presente, são poucas as instituições que se dedicam à preservação do patrimônio cultural, que possuem os profissionais e as instalações necessárias para realização de atividades dessa natureza, o que justifica o estabelecimento de parcerias para esse propósito. Em suma, para dar prosseguimento às suas atividades, as entidades podem estabelecer parcerias com institutos que possuam a estrutura necessária para esse fim.

Nessa perspectiva, caso o museu ou instituição cultural encontre-se nessa condição, o profissional encarregado pela pesquisa, pode entrar em contato com uma instituição de ensino superior, fundação ou instituto de pesquisa a fim de estabelecer um acordo de cooperação técnica para realização do estudo.

Cada organização possui seus procedimentos próprios, para requisição de apoio à pesquisa, entretanto é usual que após um contato inicial, ocorra a abertura de um processo que possibilitará a instituição colaborar para a produção do diagnóstico, trabalhando em conjunto com a instituição fim.

#### **X. Caracterização do acervo e da área de guarda**

Para a realização da pesquisa é necessária a seleção de itens do acervo para o estudo de caso pretendido. Esses itens podem ser eleitos pela sua relevância histórica e/ou cultural ou simbólica, e devem ser caracterizados pela composição de seus materiais, técnicas de manufatura e ocorrência, de procedimentos de conservação e/ou restauração.

Além disso, deve-se configurar o ambiente de guarda das peças que estão sendo examinadas, identificando quais são os pontos do recinto em que há contato com o ambiente externo, se existe suscetibilidade da entrada de correntes de ar ou da luz do sol, se há pontos de umidade acentuada ou quaisquer outras características que possam influenciar na conservação da coleção que abriga. Esse levantamento inicial, permitirá a inter-relação com aspectos de natureza química e microbiológica que venham a ser posteriormente observados.

#### **XI. Monitoramento microbiológico do ar**

O instituto de pesquisa científica que estiver apoiando a instituição cultural, irá auxiliá-la no estabelecimento de condições de crescimento que favoreçam a proliferação de micro-organismos típicos do ambiente. Isso deverá ser feito através de trabalhos laboratoriais de preparo, esterilização e incubação de amostras do ar, por sedimentação simples em placas, visando estimar a população bacteriana e fúngica local.

Normalmente, o meio de cultura empregado para a quantificação de fungos é o Agar Sabouraud, um meio básico em laboratórios de micologia, que tem como principais nutrientes carboidratos e proteínas que favorecem o crescimento de diversos fungos leveduriformes e filamentosos. O meio de cultura assim selecionado é dissolvido em água destilada, autoclavado a 121°C por 20 minutos, distribuído em placas de Petri estéreis e solidificados após resfriamento.

Para a análise microbiológica do ar do ambiente em torno do local de guarda dos itens selecionados, deverão ser dispostas placas de Petri por todo o entorno dos itens durante o período aproximado de duas horas, para que haja sedimentação espontânea do material em suspensão neste ambiente. Essas placas devem ser identificadas com a localização exata de onde foram coletadas, para que sejam posteriormente correlacionados com as informações obtidas pela coleta de material feita nas peças da coleção.

Para a coleta das amostras em partes do acervo selecionado, placas de Petri devem ser abertas próximo das peças, as quais serão levemente contactadas através de *swabs*, após o contato, os *swabs* são esfregados em quatro pontos das placas contendo o meio nutriente (Figura 20). As placas de Petri devem ser devidamente identificadas e as informações referentes às coletas devem ser tabuladas. Em seguida, este material será acondicionado em tubos de ensaios contendo 9 mL de solução salina para avaliação microbiológica.



Figura 21 – Contato do *swab* nas placa de Petri com meio de cultura

## **XII. Análise das amostras em laboratório**

Após a realização das coletas, as amostras seguirão para o instituto de pesquisa científica, onde ocorrerá a análise do material microbiológico. No laboratório serão realizadas diluições decimais, sendo inoculados 0,1 mL em placa de Petri com Agar Sabouraud por meio da técnica de semeadura por espalhamento. Essas placas serão incubadas em estufa BOD a 25 °C por um período máximo de 21 dias. As placas utilizadas no monitoramento do ar também serão incubadas em idênticas condições.

Os fungos filamentosos e leveduras que crescerem nas placas serão isolados em meios de cultura seletivos específicos aos micro-organismos alvo. Após seus isolamentos os fungos filamentosos e leveduras serão preservados em óleo mineral. A identificação dos fungos filamentosos é realizada através da observação macroscópica e microscópica de sua morfologia.

De forma análoga, pode-se proceder à mesma metodologia, visando avaliar o crescimento de bactérias, também potenciais deteriorantes de acervos. Nesse caso, as condições de composição nutricional, tempo e temperatura de incubação devem ser adaptadas para essa classe microbiana.

## **XIII. Levantamento climatológico da região (dados oficiais) – Temperatura e Umidade Relativa**

Para compreender as possíveis causas da incidência de micro-organismos na área de guarda e/ou no acervo recomenda-se o registro e processamento dos dados climatológicos (índices de temperatura e umidade relativa do ar), utilizando para tanto aparelhos como datalogger (Figura 22a), que registram e tabelam os dados automaticamente, ou termohigrômetros (Figura 22b), com os quais o profissional faz a transcrição manualmente.



Figura 22 a e b – Datalogger e termohigrometro

Caso a instituição não possua instrumentos de medição que possam ser utilizados no monitoramento ambiental da área de guarda estudada, recomenda-se o emprego dos registros oficiais dos índices de temperatura e umidade relativa da região. Estes dados podem ser obtidos através da consulta à base do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), bem como, pode ser obtido em uma estação meteorológica local (Figura 23).

DECEA		COMANDO DA AERONÁUTICA DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO DIVISÃO DE COORDENAÇÃO E CONTROLE SUMÁRIO CLIMATOLÓGICO MENSAL - 01						LOCAL: Afonso		PERÍODO 01/02/2015 até 28/02/2015						
DIA	VENTO MAXIMO	TEMPERATURA °C			PRESSÃO hPa			PRECIPITAÇÃO H/mm		VISIBILIDADE H/mm		TETO H/mm		UR %	TRV H/mm	NVO H/mm
		MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	DURAÇÃO	TOTAL mm	<1500 (m)	1000<=VD<=5000 (m)	<150 (m)	150<=T<=450 (m)			
1	2117	23.3	33.3	27.05	1009.8	1012.9	1011.4	00:00	25.3	00:00	00:00	00:00	08:00	77	02:00	00:00
2	2608	22.2	29.9	24.17	1009.8	1012.5	1011.0	00:10	8.8	00:00	03:00	00:00	03:00	84	00:00	00:00
3	2015	21.3	34.0	25.76	1005.9	1010.6	1008.7	00:40	3.5	00:00	03:00	00:00	01:00	74	00:00	00:00
4	2014	20.0	32.6	26.37	1003.4	1008.0	1005.9	01:40	1.3	00:00	01:00	00:00	00:00	77	00:00	00:00
5	0209	22.1	31.4	26.16	999.0	1011.3	1002.7	01:50	1.5	00:00	00:00	00:00	00:00	72	01:00	00:00
6	3015	22.1	29.4	25.09	1000.0	1008.1	1002.3	02:20	4.2	00:00	00:00	00:00	02:00	80	00:00	00:00
7	2015	20.3	30.5	24.90	1002.7	1007.3	1004.6	01:20	1.8	00:00	00:00	00:00	00:00	78	00:00	00:00
8	2015	20.6	32.2	25.43	1005.4	1010.0	1007.7	00:40	3.9	00:00	01:00	00:00	01:00	79	01:00	00:00
9	1809	20.3	32.2	25.16	1009.4	1008.3	1008.1	01:40	1.0	00:00	00:00	00:00	00:00	77	01:00	00:00
10	2111	22.7	36.0	29.40	1007.0	1018.1	1008.6	00:40	9.3	00:00	00:00	00:00	00:00	88	00:00	00:00
11	2111	25.0	37.3	30.93	1007.3	1011.0	1009.3	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	80	00:00	00:00
12	2012	24.0	36.3	31.38	1008.0	1011.4	1009.8	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	57	00:00	00:00
13	2013	23.7	37.4	30.3	1007.5	1011.3	1009.9	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	85	00:00	00:00
14	3014	23.7	34.5	28.43	1009.8	1011.7	1009.3	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	73	00:00	00:00
15	2017	22.0	37.0	27.3	1004.0	1011.6	1008.0	06:10	33.4	00:00	02:00	00:00	03:00	72	00:00	00:00
16	1808	21.3	29.4	25.22	1008.6	1013.7	1009.9	00:20	4.0	00:00	00:00	00:00	00:00	81	00:00	00:00
17	0510	23.2	35.1	29.9	1004.7	1011.2	1008.1	02:04	2.4	00:00	00:00	00:00	00:00	79	01:00	00:00
18	2010	22.4	33.1	28.04	1005.1	1008.0	1006.7	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	74	00:00	00:00
19	0212	23.3	35.0	29.27	1004.3	1008.7	1006.7	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	80	00:00	00:00
20	2010	23.5	38.1	30.13	1007.5	1010.9	1008.7	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	81	00:00	00:00
21	2012	22.1	33.8	28.82	1010.6	1013.4	1011.8	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	84	00:00	00:00
22	2112	26.2	34.0	29.04	1010.8	1018.0	1013.7	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	80	00:00	00:00
23	2011	24.2	33.6	29.1	1009.7	1014.7	1012.2	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	82	00:00	00:00
24	2119	25.2	34.2	29.82	1009.1	1012.6	1011.4	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	80	00:00	00:00
25	0608	22.6	34.2	28.54	1010.0	1012.7	1011.5	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	81	00:00	00:00
26	2021	22.6	34.0	27.45	1009.3	1010.9	1008.3	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	87	00:00	00:00
27	2016	21.8	35.5	27.81	1003.0	1008.2	1005.9	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	87	00:00	00:00
28	3417	21.4	31.8	26.71	1005.8	1012.9	1008.6	00:00	0.0	00:00	00:00	00:00	00:00	72	00:00	00:00

Figura 23 – Tabela com dados climatológicos, fornecido pela estação meteorológica do Departamento de Controle do Espaço Aéreo – Fevereiro/2015

#### **IV. Correlação dos dados e proposta de medidas para minimizar os danos causados por micro-organismos**

A partir da análise dos dados coletados, será possível identificar se as condições ambientais, de alguma forma, contribuem para a ocorrência, ou não, das espécies microbianas. Nessa perspectiva, o cruzamento dos resultados do monitoramento microbiológico e do levantamento climatológico local, possibilitará a proposição de ações preventivas ao controle de micro-organismos, minimizando efeitos de biodeterioração, bem como a indicação de medidas curativas para o tratamento acervo contaminado.

# **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização do estudo de caso no avião Muniz M-7 trouxe ao MUSAL uma nova perspectiva quanto à realização de pesquisas científicas aplicadas à preservação de suas coleções. Considerando que atividades que anteriormente eram desenvolvidas com base em conhecimentos empíricos e passaram a ser embasados por uma pesquisa com fundamentação teórica consistente, bem como com aplicabilidade dos procedimentos estabelecidos e correntes no meio científico.

A pesquisa histórica do MUNIZ M-7 promoveu sua valorização como item museológico dentro da coleção de aeronaves, bem como implementou a sua catalogação. Além de permitir que a caracterização do acervo ocorresse de forma completa pela consulta de ordens técnicas e fontes primárias que indicaram os materiais componentes com precisão.

Entender o MUSAL considerando todos os seus aspectos organizacionais e histórico possibilitou sua interpretação tendo em vista toda sua complexidade. Seja por suas implicações políticas e institucionais, seja pela sua heterogeneidade no campo museal, haja vista a dificuldade de manutenção e preservação das instituições que abrigam acervos de grandes dimensões.

Outro aspecto fundamental foi o estreitamento das relações entre o MUSAL e o DTCEA-AF. A unidade deu subsídios ao estudo a partir da coleta de dados acerca das condições climáticas da região, através da análise do registro dos índices de temperatura e umidade relativa obtidos por consulta aos seus registros. Essa colaboração evidencia que, ainda que não hajam recursos alocados para tais fins, a realização de parcerias entre unidades dentro da FAB pode impulsionar a otimização do trabalho das unidades que se dedicam à preservação do patrimônio aeronáutico.

A aplicação da metodologia descrita no capítulo dois evidenciou a existência de microrganismos, tanto no acervo quanto nas áreas de exposição, e nos permitiram avaliar a influência das condições ambientais para ocorrência dessas espécies microbianas. Além disso, possibilitou a proposição de medidas de proteção do acervo e a indicação de ações preventivas ao desenvolvimento e o controle da presença de microrganismos, minimizando efeitos de biodeterioração.

Por fim, a elaboração de um produto técnico-científico, deixou como legado às instituições que abrigam acervos de grande porte as Instruções Técnicas para monitoramento de contaminação microbiana em grandes depósitos de guarda sem controle ambiental. Que tem por principal proposta a orientação dos profissionais de

equipamentos culturais quanto aos procedimentos para monitoramento, avaliação e correção de potenciais processos de biodeterioração microbiana em acervos dessas proporções.

# REFERÊNCIAS

ABE, K. Assessment of the Environmental Conditions in a Museum Storehouse by Use of a Fungal Index. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 64, pp. 32-40, 2010.

BARROS, Mauro Lins de. Museu aeroespacial – 40 anos. Editora Adler, Rio de Janeiro: 2013.

BRENNI, Paolo. Better than new? Scientific instrument restoration in Italy. In: *The Restoration of Scientific Instruments*, dec. 1998, Florence. Proceedings, Florence, 1999, p.89-97.

BOUTAINE, Jean Louis. Chapter 1: The modern museum. *Physical Techniques in the Study of Art, Archaeology and Cultural Heritage*, v.1, pp. 1-39, 2006.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da república Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

CALIGIORNE, Rachel Basques, RESENDE, Maria Aparecida, OLIVEIRA, Rita de Cássia B. W., VALÉRIO, Henrique Maia, CORDEIRO, Rossana Aguiar, AZEVEDO, Vasco. Fungos Dematiáceos – Fungos negros que afetam animais, plantas e o homem. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, vol. 32, p. 22-25, 2000.

CARVALHO, Cláudia S.R. de; GÜTHS, Saulo. Conservação preventiva: ambientes próprios para coleções. In: GRANATO, Marcus; SANTOS, Cláudia P. Dos; ROCHA, Cláudia Regina Alves da (Org.). *Conservação de Acervos /Museu de Astronomia e Ciências Afins-* Rio de Janeiro: MAST, 2007, p. 25-44.

DA COSTA, A. C. A., CORRÊA, F. N., LINO, L. A. S., ALMEIDA, E. H. P., OLIVEIRA, A. L. C., LUTTERBACH, M. T. S. Microbial Characterization of Contaminating Cells on Scientific Collections in a Specialized Library. *Annual Research & Review in Biology*, v. 4, n. 24, pp. 3915-3931, 2014.

DA COSTA, A. C. A., LINO, L. A. S., HANNESCH, O. Micro-organismos em Áreas de Guarda de Acervos Científicos do Museu de Astronomia e Ciências Afins: Adequação aos Padrões Nacionais de Qualidade do Ar. *Boletim Eletrônico da ABRACOR*, v. 5, pp. 1-12, 2011.

D'AGOSTINO, Vanessa; ALFANO, Francesca Romana d'Ambrosio; PALELLA, Boris Igor; RICCIO, Giuseppe. The museum environment: A protocol for evaluation of microclimatic conditions. *Energy and Buildings*, v. 95, pp. 124-129, 2015.

DAWSON, John E., STRANG, Thomas J. K. Controlling museum fungal problems. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 1991.

DIAS, Fabiana Costa; MACHADO, Jefferson Eduardo dos Santos; CARDOSO, Rachel Motta. Museu Aeroespacial: um acervo a ser descoberto. In: *Anais do I Simpósio Nacional de História Militar*, 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/cch/his/ISNHM/AnaisPDF/fabianacdias.pdf>.

FALCÃO, Douglas. Instrumentos científicos em museus – em busca de uma pedagogia de exibição. In: VALENTE, Maria Esther Alvarez (org.). *Museus de Ciência*

e Tecnologia – interpretações e ações dirigidas ao público. Rio de Janeiro: MAST, 2007. p. 125-130.

FERREIRA, C.; FREITAS, V. P. de; RAMOS, N. M. M. Influence of Hygroscopic Materials in the Stabilization of Relative Humidity Inside Museum Display Cases. *Energy Procedia*, v. 78, pp. 1275-1280, 2015.

GOREM, M. Silvio. Auxílios Previos para la Preservación de una Colección: Herramientas para implementación de la Conservación Preventiva. Roma: ICCROM, 1999.

GRANATO, Marcus; CAMPOS, Guadalupe do Nascimento. Teorias da conservação e desafios relacionados aos acervos científicos. *MIDAS. Museus e estudos Interdisciplinares*, v. 1, p. 1-12, 2013. Disponível em: <http://midas.revues.org/131>. Acesso em: 28 maio 2015.

HERRERA, Liz Karen; VIDELA, Héctor A. The importance of atmospheric effects on biodeterioration of cultural heritage constructional materials. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 54, pp. 125-134, 2004.

INCAER. História Geral da Aeronáutica Brasileira, de 1921 às vésperas da criação do ministério da aeronáutica. Editora Itatiaia, Belo Horizonte, 1990.

KAVKLER, Katja; GUNDE-CIMERMAN, Nina; ZALAR, Polona; DEMŠAR, Andrej. Fungal contamination of textile objects preserved in Slovene museums and religious institutions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 97, pp. 51-59, 2015.

KEENE, Suzanne. Instruments of History: appearance and evidence. In: The Restoration of Scientific Instruments, Florence, dec.1998. *Proceedings ... Florence*, 1999.p.57-68.

KISTERNAYA, Margarita; KOZLOV, Valery. Preservation of historic monuments in the "Kizhi" Open-Air Museum (Russian Federation). *Journal of Cultural Heritage*, v. 13, pp. 74-78, 2012.

KONSA, Kurmo; TIRRUL, Indrek; HERMANN, Annes. Wooden objects in museums: Managing biodeterioration situation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 86, pp. 165-170, 2014.

KRAMER, R. P.; MAAS, M. P. E.; MARTENS, M. H. J.; VAN SCHIJNDEL, A. W. M.; SCHELLEN, H. L. Energy conservation in museums using different set point strategies: A case study for a state-of-the-art museum using building simulations. *Applied Energy*, v. 158, pp. 446-458, 2015.

KÜHL, Beatriz Mugayar. Patrimônio industrial: algumas questões em aberto. In: Ideias em Destaque, v. 36, 2011, p. 86-100.

LOURENÇO, Marta. O patrimônio da Ciência: importância para a pesquisa. *Revista Museologia e Patrimônio*, v. 2, n. 1, p.47-53, jan./jun. 2009.

LOURENÇO, Marta; WILSON, Lydia. Scientific heritage: Reflections on its nature and new approaches to preservation, study and access. *Studies in History and Philosophy of Science*, v.44, n.4, p.744-753, 2013.

LUCCHI, Elena. Simplified assessment method for environmental and energy quality in museum buildings. *Energy and Buildings*, v. 117, pp. 216-229, 2016.

LUO, Xilian; GU, Zhaolin; YU, Chuck Wah; LI, Ku; XIAO, Bo. Preservation of in situ artefacts by local heating in earthen pit in archaeology museum in cold winter. *Building and Environment*, v.99, pp. 29-43, 2016.

MANN, Peter R. Working exhibits and the destruction of evidence in the Science Museum. *Care of Collections*. London: Routledge Ed., 1994. Cap. 4, p. 35-50. (Leicester Readers in Museum Studies Series).

NORMAS básicas para la conservación preventiva de los bienes culturales em museos. Córdoba: Conaculta INAH, 2000.

OGDEN, Sherelyn. Projeto conservação preventiva em bibliotecas e arquivos. Caderno Técnico: meio ambiente. Rio de Janeiro, 2001. 2. ed.

RANALLI G.; ZANARDINI E.; SORLINI C. Biodeterioration Including Cultural Heritage. *Encyclopedia of Microbiology*, 3 ed., pp. 191-205, 2009.

REALE, M. B. "Opúsculo Padre Bartolomeu de Gusmão Precursor da Aeronáutica". Disponível em: [https://www.incaer.aer.mil.br/opusculo\\_gusmao\\_2.pdf](https://www.incaer.aer.mil.br/opusculo_gusmao_2.pdf). Acesso em: 24 AGO 2014

SILVA, Hugo Entradas; HENRIQUES, Fernando M. A.; HENRIQUES, Telma A. S.; COELHO, Guilherme. A sequential process to assess and optimize the indoor climate in museums. *Building and Environment*, v. 104, pp. 21-34, 2016.

STERFLINGER, Katja. Fungi: Their role in deterioration of cultural heritage. *Fungal Biology Reviews*, v. 24, pp. 47-55, 2010.

STRZELCZYK, Alicja B. Observations on aesthetic and structural changes induced in Polish historic objects by microorganisms. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v.53, pp. 151-156, 2004.

VAILLANT CALLOL, Milagros. Biodeterioração do patrimônio histórico documental: alternativas para sua erradicação e controle. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins: Fundação Casa de Rui Barbosa, 2013.

VIEIRA, Felipe Koeller Rodrigues. *Patrimônio aeronáutico: presenças e ausências no Museu Aeroespacial*. 2009. 135p. Dissertação (Mestrado em Museologia e Patrimônio) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro/MAST, Rio de Janeiro, 2009.

**FONTES PRIMÁRIAS:**

Acervo MUSAL, Arquivo Histórico: caixa 21, doc 007

Acervo MUSAL, Arquivo Histórico: Fotografias, caixa 001 – AGM 0036

Acervo MUSAL, Arquivo Histórico: Fotografias, caixa 001 – AGM 0043

Acervo MUSAL, Arquivo Histórico: ASAS, ano IV, n° 91, 1935

Acervo MUSAL, Arquivo Histórico: ASAS, ano V, n° 97, 1936

Acervo MUSAL, Documentação Museológica: ficha 000.190