UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES EM MUSEOLOGIA

Verônica Spneda de Sousa

**Conservação Preventiva de Manuscritos Contemporâneos:
O Caso da Partitura “Música para Doze Instrumentos – Berimbau”,
de Gilberto Mendes**

Versão Corrigida

Original encontra-se na biblioteca

São Paulo
2018

Verônica Spneda de Sousa

**Conservação Preventiva de Manuscritos Contemporâneos:
O Caso da Partitura “Música para Doze Instrumentos – Berimbau”,
de Gilberto Mendes**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
Interunidades em Museologia da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em
Museologia.

Área de Concentração: Museologia
Orientador(a): Profa. Dra. Marcia de
Almeida Rizzutto

Linha de Pesquisa: Salvaguarda do
Patrimônio cultural e coleções
museológicas

Versão Corrigida

**São Paulo
2018**

Autorizo a reprodução e divulgação integral ou parcial desse trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação do

Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo

S725	Sousa, Verônica Spnela de Conservação preventiva de manuscritos contemporâneos: o caso da partitura “Música para Doze Instrumentos – Berimbau”, de Gilberto Mendes / Verônica Spnela de Sousa; orientador Marcia de Almeida Rizzutto. – São Paulo, 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia, 2018. 1. Conservação preventiva. 2. Conservação de manuscritos. 3. Ciências aplicadas ao patrimônio. 4. Gilberto Mendes. I. Rizzutto, Marcia de Almeida. II. Universidade de São Paulo. Museu de Arqueologia e Etnologia. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Museologia. III. Título.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, por incentivarem desde cedo minha curiosidade e por apresentarem a mim as diversas linguagens das Artes.

Ao Leo, companheiro e grande incentivador de todas as empreitadas.

À Professora Marcia de Almeida Rizzutto, pela generosidade, doação e suporte de sempre.

Aos colegas do Instituto de Física (Cléber Rodrigues, Alisson Rodolfo Leite, Natasha Aguiro Fioretto, Wanda Engel, Roseli Gennari, Pedro Campos, Antônio Carlos Tromba) e da Biblioteca da ECA (Cecília Moraes, Marina Macambira, Elisabete Ortiz, Walber Lustosa, Paulo Alves, Lilian Viana, Sarah Lorenzon, Robson Pedrozo) pela disposição em ajudar ao longo de todo o trabalho.

Às amigas restauradoras (Carla Midori, Helen Ikeda, Julita Azevedo, Rosana Maria Pinto, Fernanda Auada, Cristina Sanches, Isis Baldini) que estiveram sempre disponíveis para oferecer ajuda, indicar conteúdos e delinear os rumos da pesquisa.

À todos aqueles que permitiram a construção deste trabalho, direta ou indiretamente.

“Dans la vie, rien n’est à craindre, tout est à comprendre.”

Marie Curie

Resumo

Músico e professor, Gilberto Mendes (1938 – 2016) foi pioneiro da música concreta no Brasil e grande incentivador da formação de novos músicos no país. Como fruto de seu propósito, une-se aos colegas Willy Corrêa de Oliveira, Rogério e Regis Duprat, Damiano Cozzella e Oliver Toni e cria no ano de 1962 o Festival Música Nova, derivado do movimento de mesmo nome. O prelúdio de tal encontro dos músicos ocorre em 1961, quando da participação destes no Festival de Música Contemporânea da Orquestra de Câmara de São Paulo, ocasião em que Gilberto Mendes apresenta a recém composta “Música para doze instrumentos – Berimbau”.

O documento manuscrito produzido no momento da gênese dessa canção encontra-se atualmente sob a guarda da Biblioteca da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, a qual é responsável pela preservação e disponibilização da obra. esse trabalho envolve esforços de diversos âmbitos, considerando que a obra é composta de um material altamente reativo e higroscópico, sobreposto por materiais sintéticos e complexos, dos quais pouco se vê debate na área da Salvaguarda de Patrimônio.

A premissa que conduz a contribuição desse trabalho para o referido empenho abarca o conceito da Conservação Preventiva de Bens Patrimoniais, em seu postulado de mínima exposição do Patrimônio a seus agentes deteriorantes (ICOM, 2008). Objetivando conhecer a interação desse com os fatores ambientais presentes naquele contexto e as consequências de tais interações para sua salvaguarda, o trabalho busca caracterizar a obra em seu aspecto material, bem como compreender de modo abrangente seu contexto de guarda.

O estudo interdisciplinar utiliza aparatos das ciências aplicadas ao patrimônio, testes de degradação e coleta de dados ambientais, sempre priorizando técnicas realizáveis *in loco* e que prescindem a coleta de amostras da obra. Estes esforços devem ser capazes de fornecer dados que permitam a construção de parâmetros adequados à manutenção do manuscrito, considerando suas particularidades inerentes e conjunturais.

Palavras-chave: Conservação Preventiva, Conservação de Manuscritos, ciências aplicadas ao patrimônio, Gilberto Mendes.

Abstract

Musician and professor, Gilberto Mendes (1938 – 2016) was the pioneer of the concrete music in Brazil, and a great nurturer of new musicians' instruction in the country. As a result of his purpose, he joins the colleagues Willy Corrêa de Oliveira, Rogério and Regis Duprat, Damiano Cozzella and Oliver Toni to create in 1962 the Festival Música Nova, from the cultural movement with the same title. The prelude of this alliance happens in 1961, at the Festival de Música Contemporânea of the Orquestra de Câmara de São Paulo, when Gilberto Mendes presented the newly created “Música para doze instrumentos – Berimbau”.

The manuscript produced while conceiving this song is currently under the safeguard of the Biblioteca da Escola de Comunicações e Artes of the Universidade de São Paulo, which is responsible for its preservation and availability. This consists of multiple efforts and scopes, considering that the document is made of a highly reactive and hygroscopic material overlapped by synthetic and complex substances, about which there's just a few researches in the Heritage Preservation area.

The premise that conducts the contribution of this research to the referred effort cover the concept of the Preventive Conservation of Heritage, in its postulate of minimal exposition of the object to its damaging agents (ICOM, 2008). Aiming to recognize the interaction between the object and the environmental factors, and the consequences of it to the preservation of the document, the study pursue the material characterization, as well as an extensive comprehension of the safeguard context.

The interdisciplinary investigation uses scientific devices, degradation tests and environmental data capture, always prioritizing techniques available for working on site, and those that dispense sample collection. The attempt must be capable to provide elements that can built appropriate settings to the manuscript maintenance, considering its intrinsic and contextual particularities.

Keywords: Preventive Conservation, Manuscript Conservation, Heritage Sciences, Gilberto Mendes.

Sumário

Introdução.....	01
1. Capítulo 1 – Gilberto Mendes e a obra “Música para Doze Instrumentos (Berimbau).....	04
1.1.O Autor.....	04
1.2.A Partitura.....	06
2. Capítulo 2 – A obra como objeto: Composição e ferramentas de análises.....	11
2.1.Os materiais que constituem a obra.....	12
2.1.1. O Papel.....	12
2.1.2. Caneta esferográfica.....	13
2.1.3. Lápis grafite.....	14
2.1.4. Caneta hidrográfica.....	15
2.1.5. Giz de cera.....	16
2.1.6. Lápis de cor.....	16
2.1.7. Impressão.....	17
2.1.8. Carimbo.....	17
2.1.9. Fita adesiva.....	18
2.2.Análises de ciências aplicadas ao Patrimônio.....	18
2.2.1. Breve histórico.....	19
2.2.2. Análises de Imageamento.....	20
2.2.2.1.Fotografia de luz visível.....	20
2.2.2.2.Microscopia óptica.....	21
2.2.2.3.Colorimetria (FORS).....	22
2.2.2.4.Reflectografia de Infravermelho Próximo.....	23
2.2.3. Análises espectroscópicas.....	23
2.2.3.1.Análise de Fluorescência de Raio X.....	24
2.2.3.2.Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).....	25
3. Identificação e contextualização: Caracterização específica dos materiais.....	27
3.1.Mapeamento.....	27
3.2.Identificação e caracterização dos materiais.....	28
3.2.1. Papel.....	28

3.2.2. Caneta esferográfica azul.....	35
3.2.3. Caneta esferográfica cor de rosa.....	38
3.2.4. Caneta preta.....	39
3.2.5. Lápis grafite.....	41
3.2.6. Lápis vermelho.....	43
3.2.7. Impressão.....	49
3.2.8. Carimbo.....	51
3.2.9. Fita adesiva.....	52
4. Da deterioração dos materiais: Estado de conservação, espaço de guarda e fatores de degradação.....	55
4.1.Estado de conservação.....	55
4.2.Espaço de guarda.....	56
4.3.Fatores de degradação.....	58
4.3.1. Temperatura e umidade.....	59
4.3.1.1.Monitoramento de temperatura e umidade relativa.....	60
4.3.2. Poluição.....	66
4.3.3. Irradiação Luminosa.....	71
4.3.4. Manuseio e acondicionamento.....	72
4.3.5. Agentes biológicos.....	73
4.4.Estudos de degradação com lâmpadas incandescentes e ultravioleta.....	74
4.4.1. Materiais utilizados nas amostras.....	76
4.4.2. Especificações das câmaras de luz ultravioleta e incandescente.....	77
4.4.3. Análises de FTIR nas amostras degradadas.....	80
5. A Conservação Preventiva e sua aplicação no contexto do documento manuscrito.....	104
5.1.A Conservação Preventiva e sua prática no âmbito dos materiais contemporâneos.....	104
5.2.O estado de conservação da partitura de Gilberto Mendes.....	107
5.3.Da deterioração dos materiais.....	109
5.3.1. O papel.....	109
5.3.2. A impressão.....	110
5.3.3. Lápis grafite.....	110
5.3.4. Canetas esferográficas.....	110

5.3.5. Caneta preta.....	111
5.3.6. Lápis vermelho.....	112
5.3.7. Carimbo.....	112
5.3.8. Fita adesiva.....	112
5.4.Proposta de tratamento.....	113
6. Conclusões e Perspectivas.....	118
Bibliografia.....	120
Bibliografia complementar.....	121

Lista de Abreviaturas

ABER	Associação Brasileira de Encadernação e Restauro
ABNT	Associação Brasileiras de Normas Técnicas
ATR	<i>Attenuated Total Reflection</i>
ASTM	<i>American Society for Testing Materials</i>
CCD	<i>charge-coupled device</i> , ou equipamento de carga acoplada
CPSA	<i>Colored Pencil Society of America</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
ED-XRF	<i>Energy Dispersive X-Ray Fluorescence</i> , ou Fluorescência de raios X
ECA	Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo
FORS	<i>Fiber Optics Reflectance Spectroscopy</i> ou Espectroscopia de Reflectância por Fibra Óptica
FTIR	<i>Fourier Transformation Infrared Spectroscopy</i> , ou Espectroscopia de Infravermelho com Transformação de Fourier
ICOM	International Council of Museums
InGaAs	Índio-Gálio-Arsênio
IEB	Instituto de Estudos Brasileiros
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPEN	Instituto de Pesquisas Nucleares e Energéticas
LAM	Laboratório de Musicologia do Departamento de Música da ECA-USP
LAMFI	Laboratório de Análises de Materiais por Feixes Iônicos
LED	Light Emitting Diode ou Diodo Emissor de Luz
NSSC	Celulose semi-química obtida por processo sulfito neutro
NIR	<i>Near Infrared Reflectance</i> ou Reflectografia no Infravermelho Próximo
PAM	Peroxiacetila
pH	Potencial hidrogeniônico
PP	Polipropileno
PSA	<i>Pressure Sensitive Adhesives</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> ou Display de Cristal Líquido
LPC	Laboratório de Celulose e Papel

SDP Serviço de Difusão de Partituras

U.R. Umidade Relativa

USP Universidade de São Paulo

UV ultravioleta

Introdução

A gama de ferramentas de escrita e de papeis disponíveis nos dias de hoje é imensa. A demanda dos consumidores, a concorrência e o desenvolvimento tecnológico são alguns dos fatores que contribuem para esta variedade de opções e, desta forma, o amplo mercado de interesse permite que as indústrias se dediquem a desenvolver materiais para funções muito específicas, direcionadas a um público ou ocasião pontual. São compostos sintéticos, brilhantes, permanentes, resistentes à água, enfim, um sem-número de variantes.

É evidente que tais materiais são utilizados na confecção de documentos de relevância histórica e artística e, sendo estes considerados bens patrimoniais, devem ser preservados para as futuras gerações como memória das culturas, das atividades desenvolvidas por um órgão, do pensamento de uma época ou como um registro pessoal (ICOM, 2013). Para o cumprimento de tal zeladoria é necessário adequar o espaço, bem como as condições e dinâmicas de manejo da obra, considerando o histórico, importância, usos, processo de feitura, composição e estado de conservação do documento, além das condições preestabelecidas do ambiente do acervo. Assim, faz-se necessário que o conservador-restaurador colha todas as informações capazes de gerar e salvaguardar o conhecimento a respeito da obra, além de levar a cabo um acurado exame de sua constituição e estado de conservação (ABER, 1988, p.4).

O desafio na determinação de uma metodologia padronizada para a salvaguarda de materiais industrializados e de composição por vezes inacessíveis está no fato de que esses novos materiais são desenvolvidos por fontes diversas e apresentam componentes quase sempre variáveis. Por esta razão, conservadores e restauradores de diferentes especialidades se deparam com materiais de natureza desconhecida, que exigem diferentes e novos meios de lidar com a sua preservação. Soma-se a esse enfoque o fato de que, por razões econômicas e mercadológicas, muitos dos materiais não são produzidos com o intuito de perdurar. Dessa forma, o estudo das matérias-primas da produção moderna e contemporânea deve acompanhar tal complexidade para melhor conservar os bens derivados desta indústria.

Assim, fica claro que o conservador-restaurador deve acompanhar estas inovações a fim de “(...) manter-se atualizado frente ao progresso, às pesquisas e inovações

desenvolvidas em seu campo de trabalho, bem como buscar constantemente o aprimoramento de seu discernimento, bom senso, habilidade e perícia.” (ABER, 1988). É pensando na questão que, frente a documentos produzidos no último século, em suporte de papel, e já em algum estágio de deterioração, surge a ideia de investigar alguns dos elementos que constituem manuscritos produzidos neste período. Analisá-los permitiria estabelecer condições ambientais (temperatura, umidade relativa, exposição luminosa), materiais para a confecção de acondicionamento e condições de manuseio e de exposição que melhor garantam a salvaguarda desses documentos. Da mesma forma, a pesquisa pode auxiliar o restaurador na adequação dos procedimentos curativos às características específicas de cada material.

De modo a delimitar o objeto de estudo e estabelecer uma amostra de materiais que apresentem um padrão - que tenham sido depositadas sobre o papel no mesmo período e expostas às mesmas condições ambientais e de guarda - a pesquisa versa sobre os materiais que compõem um documento específico, a partitura “Música para doze instrumentos – Berimbau” (1961), sob a guarda da Biblioteca da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. A escolha se deve ao fato de que, além da importância histórica, o manuscrito conflui uma rica diversidade de ferramentas de escrita e de outros materiais de uso corrente, sendo que diversos dos quais carecem de informações ligadas à sua preservação: tintas de caneta esferográfica e hidrográfica, de carimbo, grafite, lápis de cor, giz pastel oleoso e fita adesiva.

Uma vez que a literatura não configura uma fonte autossuficiente de dados referentes às diversas abordagens necessárias à pesquisa, esse trabalho busca o apoio dos aparatos de ciências aplicadas ao Patrimônio para as análises de imageamento e espectroscópicas, equipamentos de monitoramento de temperatura, umidade relativa, partículas finas inaláveis e ozônio, câmaras de degradação e análises laboratoriais. O argumento sustenta a pretensão de criar uma metodologia que permita estudos abrangentes referentes à composição e à previsão de comportamentos de determinados materiais sem a necessidade da remoção de obras de seus devidos acervos e, ainda mais importante, sem a necessidade da digestão ou remoção de amostras do original.

O espaço concedido à guarda da coleção de Gilberto Mendes na Biblioteca da ECA abriga outras coleções semelhantes sob as mesmas condições¹. Assim, o produto desta pesquisa pode fornecer um rico e amplo arcabouço para a adequação e aperfeiçoamento das condições de salvaguarda, acondicionamento e tratamento curativo dentro da Biblioteca da ECA, bem como constituir um referencial complementar sobre a coleção de Gilberto Mendes.

Espera-se que os dados obtidos por meio das investigações possam auxiliar o conservador-restaurador no sentido de promover padrões ambientais, de manuseio e acondicionamento apropriados para a salvaguarda desse Patrimônio e de adequar os procedimentos curativos às demandas distintas do manuscrito em estudo, considerando sua trajetória, peculiaridades e comportamentos previstos. Da mesma forma, espera-se produzir um fundamento que seja passível de ser aplicado em documentos semelhantes que componham o acervo da Biblioteca e em outros contextos, considerando suas ressalvas. Isto porque, como veremos a seguir, o contexto de cada obra é muito particular e seu diagnóstico exige o conhecimento de diversas instâncias que fazem do documento um objeto único.

¹ No espaço de guarda em que se encontra a partitura de Gilberto Mendes estão alocados outros documentos manuscritos de grande importância, como correspondências e partituras de Fructuoso Vianna, Henrique Oswald, Fúrio Franceschini, Osvaldo Lacerda e Lycia de Biase.

Gilberto Mendes e a obra “Música para doze instrumentos – Berimbau”

1.1. O Autor

Gilberto Ambrósio Garcia Mendes (13/10/1922 – 01/01/2016), santista, foi compositor, professor de música, crítico e acadêmico. Autodidata, inicia seus estudos formais em música aos 18 anos, no Conservatório de Música de Santos, em razão da insistência de Miroel Silveira², na época seu cunhado (RICCIARDI, 2013). Antes de dedicar-se exclusivamente à música, trabalhou como bancário para garantir seu sustento. Aos 23 anos, passa a compor suas próprias músicas.

Por conta de seu autodidatismo, seus estudos na juventude com Camargo Guarnieri e Hans-Joachim Koellreutter não se concretizaram, devido à necessidade de liberdade criativa por parte de Mendes. Apesar disso, mais adiante, tem aulas particulares com a pianista Antonieta Rudge, com o professor e compositor Cláudio Santoro e com o regente, compositor e professor George Olivier Toni, que também atuou como chefe do Departamento de Música da ECA-USP.

Sendo filiado a uma célula do Partido Comunista em Santos (entre 1945 e 1963), após o golpe de 1964, teme ser preso em vista de sua exposição pública e ideologia política (PRADA, 2010, p.45). Neste sentido, o artista teve um certo privilégio com relação à difusão de seu ideário em meio à censura que vigorava no período. Segundo o compositor, “os censores eram ignorantes e iletrados no tema Música Nova” (PRADA, 2010), de modo que o crivo se deu de forma diferente perante a música erudita em geral. Sua obra utiliza elementos oriundos da poesia, do teatro e do cinema, o que atribui ao intérprete um papel cênico (OLIVEIRA, 2016). Estes evidenciam o interesse não apenas ético, mas estético do músico, que utilizava a vanguarda como instrumento de crítica social. Assim, Mendes tem importante atuação no contexto da música de engajamento político e social no período ditatorial no Brasil. Sua produção contém registros de denúncia, relatos de greves e passeatas, expressões de caráter socialista e ideários de

² Miroel Silveira foi um autor, poeta, diretor, tradutor, produtor, dançarino, professor, crítico e estudioso das letras e do teatro. Participou de grupos teatrais e foi professor da Escola de Comunicações e Artes da USP, onde deixou um grande legado sobre processos censórios brasileiros em manifestações culturais. Observatório de Comunicação da Universidade de São Paulo. Acesso em 28/09/2016. Disponível em: <http://obcom.nap.usp.br/paginas/170/quem-foi-miroel-silveira>.

ruptura, que revelam seu posicionamento e seu comprometimento com a militância esquerdista (PRADA, 2010). É nesse ínterim que o artista se interessa pelo trabalho dos poetas concretos, cujas pesquisas objetivavam a criação de uma linguagem nova e experimental, de conteúdo ligado à crítica social e política sob a visão do pensamento de esquerda no Brasil. Sob esta influência, compôs músicas como “Mamãe eu quero votar”, “Vão entregar as Estatais” e “Beba Coca-Cola ou *Motet* em ré menor”, esta última criada a partir do poema de Décio Pignatari. Inclusive, por conta da experimentação com a poesia e a música, Gilberto Mendes é tido como pioneiro da música concreta (KIYOMURA, 2013).

Além da produção voltada aos acontecimentos políticos do período, Gilberto Mendes também musicou outras canções de temática ligada a eventos que marcaram a história, como o “O anjo esquerdo da História”, de Haroldo de Campos, que recorda o massacre de 19 sem-terra assassinados em Eldorado dos Carajás, no Pará, e anos mais tarde “Vila Socó, Meu Amor”, em homenagem aos 93 mortos no incêndio da favela de Vila Socó, em Cubatão, 1984.

De todo modo, sua ligação com a classe artística não se limitava aos poetas. Relacionava-se igualmente com artistas plásticos, cineastas e arquitetos, uma vez que sentia-se pouco identificado com os músicos eruditos atuantes no Brasil, os quais, segundo ele, não tinham uma postura intelectual (OLIVEIRA, 2016). Daí seu interesse por áreas artísticas de vanguarda.

Afora a atuação como artista, o músico teve uma vida acadêmica extensa. Além das atividades no Departamento de Música da Escola de Comunicações e Artes (ECA-USP) entre os anos de 1979 e 1982, ministrou aulas na Universidade de Brasília (1970) e na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, no curso de pós-graduação, em 1977 e 1979. No exterior, lecionou como professor convidado na *University of Wisconsin-Milwaukee* (1978-79) e na *University of Texas at Austin* (1983). Em 1980 foi designado pela Escola de Comunicações e Artes da USP como membro da comissão para avaliação do Serviço de Difusão de Partituras (SDP).

Em meio a todos os feitos, um dos mais simbólicos é certamente a criação do Festival Música Nova, em 1962, derivado do movimento Música Nova, por iniciativa de Gilberto Mendes e dos demais membros do Grupo Música Nova – Willy Corrêa de Oliveira, Oliver Toni, Rogério Duprat, Damiano Cozzella e Julio Medaglia. Focado em apresentar o cenário experimental e de vanguarda da época, foi pioneiro em introduzir diversos nomes importantes, influenciando outros compositores. Apesar de não ser o

foco do festival, transparece o viés social que é de grande importância para os criadores. Em novembro de 2016 o festival teve sua 50ª edição, em memória de Gilberto Mendes e Pierre Boulez, realizado pelo Departamento de Música da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP - USP) e pelo Serviço Social do Comércio (Sesc).

Além do Festival, outro feito notório é o Manifesto Música Nova, de março de 1963³, publicado em junho na Revista Invenção nº3, em São Paulo. O documento foi reproduzido concomitantemente pela Revista Musical Chilena, criticando a produção europeia do período (OLIVEIRA, 2016). Nesse contexto, a ruptura por parte dos músicos latino-americanos visava a construção de um novo caminho anticolonialista que quebrasse com a “(...) cultura vigente europeia-colonizadora ou estadunidense-neo-colonizadora.” (PRADA, 2010).

Em meio ao marcante interesse pela crítica e pela denúncia dos inconvenientes da história, em seu Memorial Circunstanciado (1992, p.12), o músico finaliza sua apresentação estimando que a esperança seja o real conteúdo de sua obra: “Embora em muitos instantes de minha narrativa eu tenha revelado algum pessimismo, foram meros desabafos momentâneos.” E continua: “Na verdade, sou um homem de fé, de esperança, acredito firmemente que os homens superarão os terríveis problemas que enfrentamos em nossos dias, e quero continuar vivo e produtivo para poder ajudar nessa tarefa crucial.”.

1.2. A partitura

Em 1960, a Orquestra de Câmara de São Paulo executa pela primeira vez uma peça de Gilberto Mendes. No ano seguinte, em 1961, Gilberto Mendes compõe “Música para doze instrumentos – Berimbau”, cujo contexto de criação é descrito em 2003, em entrevista à Teresinha Prada (2010, p.36):

“Em dezembro de 1961, um grande concerto, junto à VI Bienal de São Paulo, foi feito no Teatro Cultura Artística, transmitido pela TV

³ O Manifesto foi assinado juntamente ao Grupo Noigandres, formado em 1952, e composto por Haroldo de Campos, Décio Pignatário, Augusto de Campos, Ronaldo Azeredo e José Lino Grünwald. A título de complemento, a revista homônima produzida pelo coletivo inicia o movimento da poesia concreta no Brasil. KHOURI, Omar. Noigrandes e Invenção – revistas porta-vozes da Poesia Concreta. FACOM, nº 16, 2º semestre de 2006, pp. 20 – 33.

Excelsior. Cada um fez uma obra especial. Eu fiz “Música para 12 Instrumentos”, com técnica dodecafônica; o Willy (Corrêa de Oliveira) fez Música para Marta para grupo de câmara também, o Rogério (Duprat) fez Organismo, um poema do Décio Pignatari, com orquestras e solistas de canto, o (Damiano) Cozzella compôs Homenagem à Webern para piano (não fez especialmente para o evento – ele já havia apresentado antes), além de um quarteto de Maiusumi, compositor japonês de vanguarda, Pierre Boulez, as Estruturas, parte delas com David Machado e Paulo Herculano, e a peça para Piano nº9 de Stockhausen, com Gilberto Tinetti, que nunca mais se interessou por vanguarda. Então foi a primeira vez que se tocou Stockhouser e Boulez no Brasil. Aí nós passamos a ter essa noção de grupo, a conversar, a nos ver mais.”

Dessa forma, a partitura em estudo marca o evento (**Figura 1.1.**) que reuniu pela primeira vez os músicos Gilberto Mendes, Willy Corrêa de Oliveira, Rogério Duprat, Regis Duprat, Damiano Cozzella e Oliver Toni, que viriam a formar em 1962 o Festival Música Nova e, mais adiante, em 1963, publicariam o Manifesto Música Nova.

A música composta entre 8 e 25 de novembro de 1961 sob encomenda da Sociedade Orquestra de Câmara de São Paulo⁴ foi concebida para um arranjo de flauta, clarineta baixa, trombone, trompete, bandolina, vibrafone, piano, violino, violoncelo, contrabaixo, bongô e berimbau. Dodecafônica⁵, foi construída no período em que Mendes buscava distanciar-se da música alemã, arraigada em sua formação⁶, em busca

⁴ Gilberto Mendes faz referência à encomenda em seu Memorial Circunstanciado ao Departamento de Música da ECA-USP, em 1992, descrita em “Outros Conjuntos Instrumentais”.

⁵ A composição dodecafônica presume que a melodia seja criada a partir de uma série de 12 sons (notas), em uma sequência a escolha do músico, em que um som só é repetido após a apresentação dos onze demais. Dessa forma, os sons não apresentam uma hierarquia, eliminando a ideia de centro tonal. O método foi desenvolvido por Arnold Schoenberg, no ano de 1921 (KOTSKA & PAYNE, 2012, p.428).

⁶ Em 1962 e novamente no ano de 1968, o músico pleiteia bolsa de estudos do Ministério das Relações Exteriores (Itamaraty), quando pôde participar dos “*Internationale Ferienkurse fuer Neue Musik*”, em Darmstadt, Alemanha.

São Paulo, 21 de dezembro de 1961 — às 21 horas

Sociedade Orquestra de Câmara de S. Paulo

COLABORAÇÃO TV EXCELSIOR CANAL 9 — VI BIENAL

FESTIVAL DE MÚSICA CONTEMPORÂNEA

P R O G R A M A

Pierre Boulez Estruturas para 2 pianos (1 a)

Solista: **DAVID MACHADO** e **PAULO HERCULANO**

Willy Correla de Oliveira .. Música para Marta

Karlheinz Stockhausen a) Klavierstück 11

Solista: **GILBERTO TINETTI**

b) Estudo n.º 2 — música eletrônica

Anton Von Webern Quarteto para cordas op. 28

QUARTETO DA SOCS

Alberto Jaffé — **Alejandro Ramirez** (violinos)

Régis Duprat (viola) — **Rogério Duprat** (violoncelo)

Damiano Cozzello a) Homenagem a Webern

Solista piano **PAULO HERCULANO**

b) Contraponto IV

Solista: **PAULO HERCULANO**

Gilberto Mendes Música para 12 instrumentos

Toshiro Mausu Peças para piano preparado e quarteto de cordas

Eudécia de Barros (piano) **Alberto Jaffé** — **Reinaldo**

Couto (violinos) **Marília Pini** (viola) — **Frederico**

Capella (violoncelo).

Rogério Duprat Organismo (cinco vozes solistas e instrumentos)

Canto: **Damiano Cozzello** — **Dorothy Peroni da**

Silva — **Klaus Dietter Wolf** — **Shirley Dronsfield**

Donadio — **Uta Wolf**.

Regente: **OLIVIER TONI**

Figura 1.1. - No programa do Festival de Música Contemporânea é possível verificar a referência à “Música para 12 instrumentos”. In: GAUNA, Regiane. Rogério Duprat: Sonoridades múltiplas. Editora UNESP, 2003.

de uma produção original. O uso do bandolim e do berimbau é uma inovação na música erudita, já que seria somente em 1962 que Baden Powell e Vinícius de Moraes lançariam “Berimbau” e “Canto de Ossanha”, utilizando estes instrumentos (COELHO, 2017).

Atualmente, a partitura original da música referida faz parte de uma coleção de 208 títulos de documentos pertencentes a Gilberto Mendes, parte do acervo da Biblioteca da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São, pessoalmente entregues pelo compositor no ano de 2002. “O fato se deu após constante apelo, já que a coleção era assediada por Instituições de ensino do Estado de São Paulo e, sobretudo do exterior” (COSTA, 2013).

O título atribuído oficialmente pelo autor gera alguma dúvida, pois o nome mencionado pelo próprio em entrevista feita por Terezinha Prada (2003), escrita e gravada em vídeo e em seu Memorial Circunstanciado (1992) seria apenas “Música para doze instrumentos”. A denominação “Música para doze instrumentos – Berimbau” parece ter sido atribuída pela Biblioteca da ECA no momento da catalogação da obra, já que esse subtítulo consta no documento escrito a próprio punho. A nomenclatura contendo os dois nomes (“Música para doze instrumentos” e “Berimbau”) aparece na folha de rosto da partitura manuscrita, sendo que a inscrição “Berimbau” aparece duas vezes nesta página, uma delas rasurada (**Figura 1.2.**).

Figura 1.2. Fotografia da folha de rosto da partitura, contendo o título da obra e as alterações executadas pelo autor.

Não obstante, faz parte do mesmo acervo outra partitura da mesma música, a qual poderíamos ter como uma versão oficial estabelecida a partir do rascunho original (**Figura 1.3.**). Nela, o título aparece novamente como “Música para doze instrumentos - ‘Berimbau’” e em sua descrição na base Acorde⁷ está contida a nota “Original arquivado em separado”. A observação faz referência à partitura manuscrita, cujo registro traz novamente uma nota com a indicação “Apenas para consulta, arquivada em separado”. Como o estudo da partitura está ligado ao contexto do acervo da Biblioteca

⁷ A base de dados Acorde é a plataforma utilizada pela Biblioteca da ECA para disponibilizar a consulta de seu catálogo de partituras.

da ECA, optou-se por utilizar neste trabalho o título contido no banco de dados da instituição.

4/6

Localização: 10354

Autor: MENDES, Gilberto, 1922-2016

Título: Música para doze instrumentos "berimbau" (1961)

Meio de expressão: Fla, clb, tbt, tpe, man, vib, pno, vln, vlc, ctb, bng, berimbau

Notas: Original arquivado em separado

Local: São Paulo

Editora: Serviço de Difusão de Partituras (SDP)

Descrição física: Partitura MS, 23p.

Assunto / Forma: Música instrumental

País do autor: Brasil

Primeira página: [10354.pdf](#)

Origem: LAM

Figura 1.3. – Imagem fotográfica da cópia impressa da versão posterior da partitura "Música para doze instrumentos - 'Berimbau'", concebida provavelmente a partir do manuscrito original. À direita, informações sobre esta versão contidas no Sistema Dédalus (portal de buscas nos acervos da Universidade de São Paulo).

Capítulo 2

A obra como objeto: Composição e ferramentas de análises

A partitura de Gilberto Mendes é composta por materiais de natureza, propriedades e funções distintas. O reconhecimento destas características é um passo importante dentro do esforço de identificação dos materiais e, conseqüentemente, dos modos de melhor preservá-los. Segundo Luiz Antônio Cruz Sousa (2008, p. 3), “para a compreensão da tolerância dos materiais às variações ambientais, é indispensável conhecer os aspectos materiais das obras, objetos e documentos, explorando suas características e constituição química.”. E neste sentido, há claramente uma demanda de conhecimentos interdisciplinares envolvendo não apenas a Museologia e Conservação Preventiva, mas também a História, a Engenharia de materiais, a Química e a Física, por exemplo.

No âmbito proposto, vale sublinhar que o levantamento de dados referentes à época de surgimento e à tecnologia em uso no período de confecção da partitura de Gilberto Mendes são informações que, juntas às demais, auxiliam na delimitação do tipo específico de ferramenta utilizada no documento, podendo inclusive explicar seu atual estado de conservação. Apesar de razoavelmente extensa, está posto que a literatura não é capaz de precisar a composição adotada pelas indústrias com o nível de detalhe exigido, a partir apenas de informações como período de utilização e descrição ocular do material, já que a gama de possibilidades é ampla. Assim, fica evidente que analisar a composição dos escritos é a maneira mais precisa e segura de determinar as características particulares do objeto de estudo. E, sendo estes materiais produzidos a partir de diversos compostos – ligantes poliméricos, pigmentos, corantes, aditivos, entre outros – faz-se necessário o uso de técnicas de alta resolução e sensibilidade, capazes de perceber com alguma acurácia estes compostos tão específicos.

A metodologia propõe, desta forma, a coleta de informações em um contexto amplificado e de certa feita genérico (macro), de modo que seja possível a realização

posterior de um recorte que contemple, feitos os estudos no objeto original, a porção de interesse (micro).

2.1. Os materiais que constituem a obra

A literatura disponível pode fornecer dados que permitam uma compreensão da formulação genérica e do contexto de surgimento dos materiais presentes na partitura que se deseja estudar. O conteúdo aqui apurado deve auxiliar no direcionamento de investigações posteriores, além de preestabelecer conceitos básicos necessários à compreensão das informações que se sucedem.

2.1.1. O papel

O papel produzido nos dias atuais é resultado de uma série de adaptações e inovações em curso há mais de 2 milênios. Antecessores do atual papel de fibras vegetais, o papiro e o pergaminho não poderiam atender às demandas crescentes que surgiram com o desenvolvimento da imprensa (c.1440). O papel de trapo⁸ também não era capaz de atender o amplo mercado, uma vez que dependia da disponibilidade de restos de tecidos, escassos na época.

A inovação que viria a solucionar a questão é proposta apenas em 1840, por Friedrich Gottlob Keller (Alemanha, 1816-1895), criador do processo de moagem da madeira através do qual seria possível reduzi-la a fibras (VIGIANO, 2009, p.26). A partir desta invenção, passam a ser desenvolvidas técnicas de produção de papel com fibras de origem vegetal *in natura*, sem o uso de trapos de tecidos. O papel de nova matéria-prima passa por uma série de aperfeiçoamentos, desde o branqueamento (com uso do cloro, descoberto por Karl Wilhelm Scheele, por volta de 1750) (VIGIANO, 2009), transparência, permeabilidade, absorção, até a adequação da espécie de madeira utilizada.

⁸ Apesar de a demanda por um material superior ao trapo ter surgido no século XV, até meados do século XIX fabricava-se papel a partir de trapos de algodão, cânhamo e linho macerados em água. Quando a polpa se formava, era adicionada a um barril de água dentro do qual mergulhava-se o molde que originaria as folhas de papel. As fibras acomodavam-se na superfície do molde formado por filetes de bambu (China) ou cobre (Europa), e após a suspensão da tina, depositava-se a folha entre feltros que eram levados à prensa para eliminar o excesso de água. Feito isso, a folha era seca ao ar livre. Sendo as fibras longas e entrelaçadas, o resultado era um papel muito resistente (VIEIRA, 2011).

Chegando ao século XX, o uso de fibras vegetais encontra-se devidamente bem estabelecido, apesar dos diversos aperfeiçoamentos. Em especial, podemos observar que o período em torno da década de 1960 foi repleto de transformações e adaptações na indústria papelreira. A começar pela diversificação da espécie de madeira, por conta de “(...) uma aprendizagem em âmbito industrial de novas tecnologias celulósicas durante a década de 1950, que aumentou a participação da produção de fibras curtas, quase unicamente constituída de eucalipto, de uma minúscula produção total de celulose de 4%, em 1950, para 60% até 1960.” (TOIVANEN, 2013).

O fato é relatado igualmente pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007), apontando que em 1950, “(...) a participação da celulose de fibra longa e das pastas de alto rendimento, correspondia, respectivamente, a 40% e 58%, enquanto a celulose de fibra curta representava apenas 2% do total.”. Assim, seria possível que o papel suporte da partitura de Gilberto Mendes, em estudo, fosse feito a partir do processamento das fibras de Eucalipto, pois já em 1957 tem início a primeira produção em escala industrial de celulose a partir desta matéria-prima no Brasil, na cidade de São Paulo, pela companhia Suzano.

Outras espécies em uso na época eram o Pinus, implantado e bem adaptado na década de 1950 no Brasil, a bracatinga (nativa, pouco explorada como matéria-prima para pasta celulósica), o Pinho-do-Pará (*Araucaria angustifolia*, nativa e empregada em pequena escala para esta finalidade) e a *Gmelina arborea* (D’ALMEIDA, vol. I, 1988, pp.131-132).

Apesar da variedade, as espécies mais utilizadas eram o Eucalipto (folhosa) e o Pinus (conífera), ambas exóticas e introduzidas no país em decorrência da diminuição das espécies nativas. “Mas foi somente com a lei dos Incentivos Fiscais, em 1966, que o reflorestamento dessas espécies tomou impulso, formando maciços florestais para os mais diversos fins.” (D’ALMEIDA, vol.I, 1988, p.129).

2.1.2. Caneta esferográfica

A caneta esferográfica recebe esse nome por conta de seu mecanismo de deposição de tinta sobre a superfície do papel: uma esfera gira e carrega a tinta do interior do reservatório para o exterior do tubo, em uma fina e contínua camada.

A patente da primeira caneta esferográfica é do ano de 1888. Apesar de autor do feito, John Loud, curtidor de couro, não consegue a princípio levar a diante seu invento por

conta de problemas de capilaridade atrelados à escolha da tinta. A mistura usada nas canetas tinteiro era muito líquida e não ficava retida no tubo. Em 1937, László Biró (revisor tipográfico, Budapeste, 1899 – 1985) cria junto ao seu irmão György, químico, uma tinta mais densa e de rápida secagem, inspirados na solução utilizada na imprensa da época. Patenteiam a invenção na Argentina, onde encontravam-se exilados na Segunda Guerra Mundial em 1943, e iniciam a produção. A oportunidade para difusão da caneta surge no final desse mesmo ano, quando em busca de uma caneta que funcionasse em grandes altitudes, a British Air Force solicita 30,000 unidades aos irmãos. A partir desse evento, György e László vendem a patente para empresários do mundo todo, entre eles Marcel Bich. O mérito do empresário francês na disseminação da caneta está no aperfeiçoamento e barateamento do material. Em 1946 a caneta esferográfica custava ao consumidor aproximadamente 10 dólares. Em 1959, Bich apresenta a Bic Cristal aos Estados Unidos da América por cerca de US\$0,19 a unidade (MOLDOVA, 2012), popularizando definitivamente a ferramenta de escrita.

No Brasil, a caneta passa a ser importada em fins da década de 1940, pela Galeria das Canetas, em São Paulo. Em 1954 a Pilot Pen do Brasil⁹ e a Cia de Canetas Compactor¹⁰ iniciam uma produção no país. Dois anos mais tarde, a empresa BIC¹¹ também inicia suas atividades.

A diversidade de fabricantes, presente desde o início da implementação da ferramenta no Brasil, implica igualmente uma diversidade de formulações da tinta utilizada neste tipo de caneta. E, mesmo aquelas produzidas pela mesma empresa, de uma mesma linha e cor, possuem entre si irregularidades nas proporções de seus elementos compositivos (JONES, 2013).

2.1.3. Lápis grafite

Apesar de o fundamento do lápis existir desde a pré-história (inscrição por meio do atrito de um material maleável sobre uma superfície mais dura), sua versão em grafite e argila envolta em um tubo de madeira aparece em fins do século XVIII. Em 1795, por

⁹ Informação disponibilizada pela própria empresa em página virtual oficial. Disponível em: <http://www.pilotpen.com.br/a-empresa/>. Acesso em 12/04/2018.

¹⁰ Informação disponibilizada pela própria empresa em página virtual oficial. Disponível em: <http://compactor.com.br/sobre-a-compactor/>. Acesso em 12/04/2018.

¹¹ Informação disponibilizada pela própria empresa em página virtual oficial. Disponível em: <https://www.bicworld.com/pt/sobre-nos/nossa-heranca-sua-paixao>. Acesso em 12/04/2018.

incentivo de Napoleão, o químico francês N. J. C. Conté, desenvolve a mistura de grafite amorfa com argila, aquecida a alta temperatura (SMITH, 2008). Ali estava a base do atual lápis grafite, já que até então o grafite em bastão sólido era envolto em pele de ovelha.

Ainda hoje, o lápis grafite é composto por carbono puro na forma de grafite (um mineral que ocorre na natureza na forma de cristais hexagonais e é responsável pelo grau de preto/cobertura da escrita) e argila (responsável pela resistência da mina do lápis). Diferentes proporções destes materiais resultam em traçados diferentes e por isso há gradações indicadas pelas letras H (*hard*, indica a dureza), B (*bold*, relacionado ao poder de cobertura) e F (*fine*, que proporciona um traço fino e resistente)¹².

O grafite é um material muito estável. Nele, cada átomo de carbono é fortemente ligado à 3 átomos de carbonos vizinhos em um plano, enquanto os planos entre si estão ligados de modo fraco. Assim, ele é quebradiço fisicamente, porém exige uma energia muito alta para que suas ligações sejam quebradas, o que garante uma grande permanência ao material.

2.1.4. Caneta hidrográfica

A caneta hidrográfica – ou de ponta feltrosa – foi introduzida no mercado na segunda metade do século XX, como instrumento para escrita e desenho (IZZO et al. 2015, p. 919). O nome refere-se à ferramenta de escrita, porém sua tinta pode conter propriedades diversificadas, como alta permanência, brilho, fluorescência e insolubilidade à água.

Estas canetas são geralmente produzidas a partir de um corante e um solvente volátil, geralmente o álcool ou a água, dependendo da finalidade e da superfície a ser aplicada. Porém, é sabido que a tinta do tipo mais comum no mercado é extremamente sensível à luz, estando situada entre os níveis 1 e 3 na Blue Wool Scale de fotosensibilidade¹³ (IZZO et al. 2015, p. 920). Em muitos casos isto se dá pela utilização de corantes pouco

¹² In: Faber Castell – “Como a dureza da mina é expressa?”. Acesso em 14/09/2016.

¹³ Escala com valores de 0 a 8 que mede a permanência de corantes, sendo 0 a classificação de menor permanência e 8 a mais resistência a radiação luminosa. A ATTCC (*American Association of Textile Chemists and Colorists*) é a instituição responsável pela avaliação e determinação dos parâmetros dentro da variação americana e a DEK (*Deutsche Echtheitskommission*) é a responsável europeia.

estáveis, utilizados até mesmo na indústria alimentícia (como a Tartrazina, Ponceau 4R e Acid Red 87).

Outras substâncias como a colofônia (presente em muitos marcadores permanentes), preservativos, antifúngicos e ácidos graxos (atuando como lubrificante), podem estar presentes.

2.1.5. Giz de cera

A cera vem sendo utilizada com finalidades artísticas e de registro há séculos. A encáustica, técnica de pintura feita a partir da cera de abelha derretida e agregada a pigmentos, é utilizada pelo menos desde a Grécia Antiga (segundo GALLAGHER, (2011, p. 74), as origens da encáustica são desconhecidas, embora se tenha o conhecimento de que os Gregos a utilizavam para fins utilitários, como vedação e pintura de embarcações da mesma forma que os Egípcios.).

O giz em formato de bastão surge na Europa no século XVI, mas em sua forma de pastel seco, cujo ligante não é ceroso. A versão a base de cera aparece somente no século XIX, quando em 1864, Joseph W Binney inicia uma pequena produção de giz a partir do Negro de fumo (pigmento orgânico obtido a partir da queima de insumos carbônicos, como madeiras e ossos) e óleo de baleia. A produção diversifica-se e em 1903 é lançado o conjunto de bastões coloridos escolares a base de cera e pigmentos, que recebeu o nome de “Crayola”, da palavra francesa “craie” (giz) e “ola”, de oleaginoso (OSWALD, 1998, p.5).

Nos dias atuais, os giz de cera continuam a ser produzidos a partir da formulação simples, apesar de por vezes serem acrescidas substâncias para conferir propriedades específicas. A marca Acrilex, por exemplo, indica em sua Ficha de Informações de Segurança de Produtos (2008), apenas dois ingredientes na composição de seu giz: 80 a 85% de ceras e 5 a 15% de pigmentos orgânicos¹⁴.

O uso de pigmentos e não corantes se justifica pelo fato de que a cera não é miscível à água, sendo necessário um agente colorante em pó, capaz de diluir-se na mistura de cera sem a necessidade de um solvente (MOSES, 1982).

2.1.6. Lápis de cor

¹⁴ A Ficha de Informações de Segurança de Produtos do giz de cera da marca Acrilex está disponível em <http://www.acrilex.com.br/admin/produtos/FISPQ%20GIZ%20DE%20CERA%20n%C2%B0090.pdf>. Acesso em 12/04/2017.

O lápis colorido é uma ferramenta utilizada desde o início do século XIX, apesar de na época possuir reduzida gama de cores (entre 15 e 20 tons) e baixa proporção de pigmento e cera em sua composição. Já em 1924, o material passa a estar disponível em 60 cores para finalidade artística, pelas empresas A. W. Faber e Caran d’Ache (ELLIS, 1997). Os principais componentes da mina de lápis de cor mencionados pelos fabricantes são cargas (caolin, talco, calcário), colorantes (pigmentos ou corantes), material ligante (éteres de celulose, goma vegetal) e cera (de abelha, de carnaúba, parafina) ou outros aglutinantes como óleos e gomas solúveis. A escolha desse é o que diferencia a qualidade do material, juntamente à proporção destes aglutinantes com relação aos pigmentos.

Segundo Blüher (1999, p.182), apesar de as cargas desse tipo de lápis conterem um ligante cerâmico (caulim, quartzo, feldspato e vidro – resistentes à óleos e emulsões, mas sensíveis à abrasão e ao choque), podem ser usados para esta finalidade polímeros naturais ou sintéticos, solúveis ou insolúveis em água, o que significa que os lápis de cor podem não ser completamente resistentes à água. É importante notar que há no mercado lápis coloridos do tipo “aquarelável”, estes facilmente solúveis em meio aquoso.

2.1.7. Impressão

As principais técnicas de impressão para grande tiragem entre os anos de 1950 e 1960 no Brasil eram a flexografia (geralmente imprime um grande halo em torno da imagem, pois sua matriz em alto relevo é de borracha e não distribui a tinta uniformemente) e a rotogravura (a aplicação de tinta ocorre por intermédio de um cilindro de cobre e cromo, com imagem reticulada em baixo relevo) (AZEVEDO, 2009). A impressão tipográfica (com uso de tipos) já estava em desuso para grande escala e o offset¹⁵, também utilizado para produção em grande tiragem, só tem lugar no final da década de 1970 e início de 1980.

¹⁵ “O sistema de impressão offset é baseado na repulsão natural entre água e corpos gordurosos, neste caso, a tinta. A área de grafismo (imagem) da matriz de impressão é preparada para possuir afinidade com a tinta, ao passo que as áreas de contragrafismo são preparadas para receber água e repelir a tinta.” Sindicato dos Trabalhadores na Indústria Gráfica de Cascavel e Região – SINTIGRAF. Apostila de Pré- Impressão Gráfica (arte final), 2007.

2.1.8. Carimbo

A técnica de estampa a partir de uma matriz entintada encontra seus precedentes (no ocidente) na tipografia e mais anteriormente na xilogravura. As necessidades burocráticas exigiram que o acessório se tornasse mais portátil e assim as tintas tiveram de se adaptar aos materiais dos quais eram constituídas estas matrizes. Metal, madeira, borracha.

Hoje, praticamente a totalidade de carimbos é de matriz de borracha, sobre a qual utiliza-se uma tinta à base de água e corantes, muito semelhante àquela observada nas canetas hidrográficas.

Segundo a marca Pilot Pen (Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico), a composição de sua tinta para carimbos é à base de água, aditivos, corante e resinas (mistura). Elenca também a glicerina (umectante) e di-etileno glicol (anticongelante) como componentes. Já a Faber Castell (Ficha de dados de segurança - tinta para almofada de carimbo, 2009), indica na formulação de seu produto tinta à base de água, corantes, agentes umectantes, preservativos e agente tensoativo.

2.1.9. Fita adesiva

A fita adesiva transparente surge em 1928, apesar de seu uso popular efetivar-se somente após a Segunda Guerra Mundial. A proposta da empresa pioneira 3M era unir as vantagens das fitas adesivas que já produzia ao celofane (polímero transparente feito de celulose), novo material no mercado (SMITH, 1983).

O adesivo utilizado é descrito por alguns fabricantes como adesivo acrílico, um agente de ligação criado a partir da polimerização do ácido acrílico, gerando um material de viscosidade variável que pode resultar em um adesivo facilmente removível ou altamente aderente. Já a fita transparente geralmente é um filme de polipropileno, cujas principais características de interesse na indústria são o baixo custo, alta resistência química e a solventes e boa estabilidade térmica e resistência – quando recém aplicados. Este tipo de fita é uma solução mecânica e química para a união de duas superfícies: a camada plástica é responsável pela união e pelo suporte, enquanto o adesivo atua através das forças de coesão (força de atração entre corpos de mesma espécie química). A colagem no substrato acontece por conta da sensibilidade do adesivo à pressão - característica expressa pela sigla PSA (*Pressure Sensitive Adhesives*). Desta forma, ao apertá-lo contra o papel formam-se várias ligações fracas que juntas resultam em uma

forte adesão. A viscoelasticidade do adesivo também tem sua função neste processo. Assim que pressionamos a fita contra uma superfície forçamos a substância pegajosa a fluir e se adaptar às vilosidades e fibras microscópicas da superfície (SMITH, 1983).

2.2. Análises de Ciências Aplicadas ao Patrimônio

A fim de obter informações mais detalhadas a respeito da composição, do processo criativo e do estado de conservação da partitura, foram realizadas análises de imageamento e espectroscópicas. Estes estudos são importantes pois permitem o registro e a coleta de dados muito acurados e abrangentes dos materiais, de uma maneira padronizada e imparcial. Isso porque, segundo Junior (2012, p.11), “A caracterização de um material segundo suas propriedades organolépticas¹⁶ é imprecisa, uma vez que podem ser percebidas de modo e intensidade diferente para cada indivíduo. Daí a importância da caracterização apoiada em instrumentos de medição imparcial.”.

Em particular, o uso de métodos não-invasivos¹⁷ (que não prescindem a retirada de amostras ou da danificação do material) é de grande destaque em se tratando do estudo de objetos singulares e de valor histórico e cultural. Além das técnicas utilizadas não serem invasivas, as análises realizadas no âmbito desse projeto se deram nas próprias dependências da Biblioteca da ECA, sem a necessidade de transportar a obra, já que os aparatos utilizados são totalmente portáteis.

2.2.1. Breve histórico

Apesar de os aparatos aqui utilizados serem de alta tecnologia e de última geração, o histórico do uso de técnicas de análise de materiais em obras de arte e do Patrimônio histórico data do começo da Antiguidade Clássica, quando aparecem ensaios de Plínio e Vitrúvio, por exemplo, analisando quimicamente objetos de interesse arqueológico. Apesar disso, o relacionamento entre historiadores e cientistas naturais aparece de maneira mais sistemática somente na segunda metade do século XIX, onde destacam-se três momentos: o início da documentação fotográfica em procedimentos de restauração;

¹⁶ Organolépticas são propriedades observadas através dos sentidos (JUNIOR, 2012).

¹⁷ Além das técnicas não invasivas, algumas análises podem ser feitas segundo métodos micro destrutivos (que consomem ou danificam uma quantidade ínfima de material e pode exigir que seja removida uma amostra) ou não destrutivas (há necessidade de coleta de amostra, porém ela não é consumida e pode ser inclusive reanalisada com outra técnica) (LEITE, 2008, p.11)

a participação de cientistas nas campanhas de Napoleão Bonaparte ao Egito (estudo de materiais); e o surgimento do primeiro laboratório em um museu, em 1888, na cidade de Berlim (JUNIOR, 2012, p.162).

O surgimento da Arqueometria (do grego “*archae*”/ ἀρχαίος – antigo e “*metron*”/ μέτρον – medida) como campo de estudo definido tem seu marco na criação do *Research Laboratory for Archeology and History of Art*, no ano de 1958, dentro da Universidade de Oxford. Martin J. Aitken, seu idealizador, foi igualmente responsável pela publicação do jornal “*Archeometry*”, que estava vinculada ao Laboratório (TITE, 1991), voltada especialmente a divulgação de estudos sobre materiais arqueológicos. A Arqueometria pode ser então definida como “(...) a aplicação de todas as ciências experimentais, naturais e tecnológicas para o conhecimento e caracterização dos objetos de arte, arqueológicos e materiais do Patrimônio cultural (...)” (RIZZUTTO, 2015, p.68). Porém, hoje em dia, por conta da ampliação de seu uso em objetos de Arte e Patrimônio de naturezas diversas, as técnicas de análises podem ser mais amplamente classificadas como ciências aplicadas ao patrimônio.

Ademais, desde o século XX, as técnicas vêm sendo aplicadas de maneira mais sistemática e rigorosa e a metodologia é ampliada em busca da verificação do estado de conservação das obras e das técnicas utilizadas pelos artistas, bem como para a autenticidade e propostas de intervenção. Isto se dá tanto pelo crescimento do interesse pelo campo quanto pelo aperfeiçoamento tecnológico que passa a estar disponível.

No Brasil, o uso destas técnicas aplicadas ao estudo do Patrimônio cultural é relativamente recente (APPOLONI, 1992), principalmente em se tratando das não-destrutivas com métodos analíticos atômico-nucleares. Porém, as técnicas não se limitam a estes métodos, podendo-se utilizar de “(...) equipamentos portáteis como Fluorescência de raios X, Raman e técnicas de imageamento digital de alta resolução (luz visível, ultravioleta e reflectografia de infravermelho), todos muito adequados para análises *in situ* devido a portabilidade dos equipamentos.” (RIZZUTTO, 2015, p.70)

2.2.2. Análises de imageamento

Estas análises são realizadas a partir de aparatos fotográficos específicos e objetivam a captação de diferentes imagens que possam fazer o registro da obra e revelar informações a respeito dos materiais que a compõe, do processo de feitura e de seu estado de conservação.

2.2.2.1. Fotografia de luz visível

A fotografia (do grego “*phos*” – luz, e “*graphein*” - escrever, registrar) é um processo de registro de uma imagem através da luz que incide e reflete sobre uma superfície, a qual é captada ou gravada em uma mídia fotossensível. Utilizando um aparato de alta qualidade e resolução, e garantindo o controle cromático, é possível gerar um registro da partitura e de seu estado de conservação atual.

No âmbito desse trabalho, as imagens foram realizadas com câmera digital de sensor CCD (*charge-coupled device*, ou equipamento de carga acoplada, é um sensor que recebe luz através de suas lentes e as converte em sinais elétricos (CARVALHO, 2003, p.169)) e sistema de lâmpadas halógenas (incandescentes, cuja temperatura de cor é de 3000 K).

As imagens obtidas acompanham no enquadramento uma cartela de cores padrão (escala Munsell x-Rite) para conferir um parâmetro de luz e cor (valores CIE $L^*a^*b^*$ e RGB) (**Figura 2.1.**) a serem utilizados como guia para posterior correção da cor, já que o instrumento digital pode apresentar aberrações cromáticas.

Figura 2.1. – À esquerda, representação esférica do sistema de representação cromática CIE $L^*a^*b^*$ (Fonte: Konica Minolta). À direita, estrutura montada para realizar fotografia com luz visível, com auxílio da cartela de cores para referência.

2.2.2.2. Microscopia óptica

O microscópio é um instrumento que permite a observação, através de um conjunto de lentes e/ou ampliação digital, de objetos e detalhes em escala micrométrica. Neste trabalho foram utilizados dois tipos de aparelhos (**Figura 2.2.**), a fim de adaptar-se às demandas específicas do trabalho:

- O digital portátil Dino-Lite AM3113T, cedido pelo Laboratório de Conservação e Restauro do Instituto de Estudos Brasileiros (IEB-USP), para a realização das imagens *in loco* da partitura, com ampliação de 20x;
- E o Sistema de Microscópio Vertical automatizado para pesquisa de ciências biológicas Leica DM4000 B, de bancada – utilizado nas dependências do Laboratório de Papel e Celulose (LPC) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) –, acoplado à câmera digital DFC 310 FX.

Figura 2.2. – À esquerda, imagem do microscópio DinoLite AM3113T; à direita, sistema de microscópio Leica DM4000 B.

2.2.2.3. Colorimetria FORS

Segundo a teoria de Isaac Newton, a cor pode ser explicada como a proporção de luz incidente sobre uma superfície que é refletida em cada comprimento de onda e assim captada pelo olho humano (MOLLON, 2003).

A determinação da cor de um objeto a olho nu é subjetiva e não atende a um padrão, podendo ser captada e interpretada de maneiras diferentes por observadores distintos. Assim, a necessidade de se obter um registro padronizado e imparcial da cor de um objeto e sua possível alteração cromática ao longo do tempo exige o uso de técnicas que permitam registrar de maneira rigorosa e objetiva a medição da cor (luz).

A Espectroscopia de Reflectância por Fibra Óptica, ou FORS (*Fiber Optics Reflectance Spectroscopy*) é um dos sistemas que permite esta medição e registro imparciais, os

quais são determinados a partir de valores dentro do espaço-cor $L^*a^*b^*$ ¹⁸ (padronizado e bem estabelecido). Segundo FIORETTO (2017, p. 62), “o método consiste em uma fonte de luz, um espectrômetro, e duas fibras óticas: uma é utilizada para iluminar o objeto a ser estudado e a outra coleta a luz refletida. [...] Sendo assim, é uma ferramenta útil para o estudo das mudanças na cor em pigmentos ocasionadas por processos de degradação. Outra vantagem da técnica é sua potencial portabilidade, permitindo a análise do Patrimônio *in situ*.” Através desta técnica, obtemos a medida da reflectância (razão entre a intensidade da luz refletida e a luz incidente) em um valor percentual, a partir do qual é possível mensurar e registrar o espaço cor e a intensidade de luz utilizando-se de um padrão preestabelecido a cor (luz) refletida pelo objeto (CONSENTINO, 2014). O aparato também tem vantagens com relação ao baixo custo de produção e a rápida coleta dos dados (FIORETTO, 2017, p.63).

2.2.2.4. Reflectografia no Infravermelho Próximo

A observação de áreas apagadas e rasuradas não mais visíveis a olho nu pode revelar informações a respeito do processo criativo de elaboração de um documento. Neste sentido, a Reflectografia no Infravermelho Próximo é um método eficiente para observação destas peculiaridades, especialmente no caso de inscrições feitas com grafite (rico em carbono).

O NIR (do inglês *Near Infrared Reflectance*) é uma análise ótica não destrutiva que utiliza uma câmera digital (**Figura 2.3.**) com sensor de InGaAs (Índio-Gálio-Arsênio) sem filtro infravermelho acoplado à câmera como nas câmeras comuns, tornando-a sensível à banda de infravermelho próximo do espectro (900 a 1700nm). Esta gera uma imagem que é formada pela conjunção dos fenômenos de reflexão, absorção e transmissão da luz incidida sobre a camada superficial do objeto, revelando peculiaridades dos níveis inferiores do substrato.

¹⁸ O espaço de cor $L^*a^*b^*$ parte da teoria das cores opostas, segundo a qual os pares verde-vermelho (a) e amarelo-azul (b) seriam a representação de cores diametralmente opostas e a variável L seria a referência de luminosidade.

Figura 2.3. - Espaço de trabalho montado para realização de fotografias a técnica de Reflectografia no Infravermelho Próximo.

2.2.3. Análises espectroscópicas

As análises espectroscópicas atuam por meio da captação de energia incidente em uma amostra através da transmissão, absorção ou reflexão. São importantes pois podem revelar e identificar os elementos químicos e compostos que estão presentes nas tintas e demais materiais existentes no objeto de estudo, auxiliando na identificação e caracterização dos materiais que compõem a obra. Também é possível que estas técnicas atuem como coadjuvante na identificação de processos de deterioração que podem estar em andamento, permitindo a aplicação de tratamentos adequados. Todas as técnicas apresentadas a seguir são portáteis e não destrutivas.

2.2.3.1. Análise de Fluorescência de raios X

Cada elemento químico emite comprimentos de ondas específicos como resultado de um estímulo por feixes de raios X. Isto posto, é possível inferir a existência de determinados elementos em uma amostra sem a necessidade da coleta de fragmentos, fazendo uso de um aparato que emita a radiação nesta faixa do espectro, capte a radiação resultante e a interprete a partir de um sistema compatível.

A Fluorescência de raios X ou ED-XRF (*Energy Dispersive X-Ray Fluorescence*) é uma técnica que funciona a partir desta metodologia, utilizando um sistema portátil, composto de um mini tubo de raios X de anodo de prata e um detector de radiação nesta mesma faixa do espectro. Neste trabalho, o sistema utilizado é da marca Amptek®,

cujas especificações são mini tubo do tipo Mini-X e detector Silicon Drift Detector (XR100-SDD) (**Figura 2.4.**).

Figura 2.4. - Sistema para medidas de Fluorescência de raios X.

2.2.3.2. Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

Os materiais possuem compostos orgânicos e inorgânicos, os quais podem ou não ser identificáveis por meio das técnicas espectroscópicas. É por conta destas limitações que o uso de técnicas complementares é importante e confere qualidade e confiabilidade aos dados coletados.

Como mencionado anteriormente, os elementos químicos respondem à radiação sobre eles emitida de maneira específica - e as técnicas que utilizam esta capacidade para identificá-los não estão limitadas à radiação na faixa de energia dos raios X. No espectro do infravermelho isso também é possível, por meio da técnica de Espectroscopia de Infravermelho, onde a exposição de uma amostra à radiação permite determinar qual fração da radiação incidente é absorvida em uma determinada energia (STUART, 2007, p.110). Um dos benefícios da técnica em detrimento à Fluorescência de raios X é o fornecimento de informações sobre componentes orgânicos e inorgânicos, o que não é possível abranger nas demais técnicas aqui designadas. Isto porque “quase todos os compostos que tenham ligações covalentes, sejam orgânicos ou inorgânicos, absorvem várias frequências de radiação eletromagnéticas na região do infravermelho (400 – 800nm)”. (PAVIA, 2016, p.17). Outra diferença é a identificação

de moléculas e não mais de elementos, o que favorece o trabalho de compreensão dos compostos presentes na amostra.

Além disso, facilitam as pesquisas o fato de que as bandas obtidas por meio das medições podem ser pesquisadas em bancos de dados especializados facilitando a identificação dos compostos medidos.

Neste trabalho, o equipamento utilizado foi o Espectrômetro FTIR ALPHA, da marca Bruker® (www.bruker.com), conforme **Figura 2.5.**

Figura 2.5. - Espectrômetro FTIR ALPHA, da Bruker.

Caracterização específica dos materiais encontrados na partitura

3.1. Mapeamento

O primeiro passo para o registro dos materiais existentes na partitura de Gilberto Mendes foi a criação de um mapeamento (**Tabela 3.1.**) para melhor visualização de como estão distribuídos os elementos sustentados ao longo da partitura. Nesta tabela são apontados em quais páginas estão presentes os materiais identificados como: lápis grafite, caneta esferográfica azul e rosa, caneta preta, lápis vermelho, carimbo e fita adesiva.

Páginas	Lápis grafite	Esferográfica azul	Esferográfica rosa	Caneta Preta	Lápis vermelho	Carimbo	Fita adesiva
FR							
VFR							
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							

Páginas	Lápis grafite	Esferográfica azul	Esferográfica rosa	Caneta Preta	Lápis vermelho	Carimbo	Fita adesiva
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
VCC							
CC							

Tabela 3.1. - Identificação dos elementos encontrados na partitura em cada página.

Neste mapeamento, a numeração das páginas segue a identificação previamente realizada à lápis, nos cantos externos inferiores das páginas, pelo autor ou pela Biblioteca. Na paginação encontrada não estão presentes a identificação da folha de rosto (FR), o verso da folha de rosto (VFR) nem da contracapa (CC) e seu verso (VCC), as quais foram nomeadas por esse trabalho.

3.2. Identificação e caracterização dos materiais

Uma vez levantadas informações gerais sobre os materiais aos quais se atribui as inscrições, cria-se bases para o processo de caracterização daqueles presentes no documento. Aliando o conhecimento teórico às técnicas de análises químicas e físicas, novas informações a respeito da composição da partitura entram para o repertório da pesquisa, sendo possível compreender quais elementos exatamente – ou provavelmente, em alguns casos – devem ser avaliados e quais as suas possíveis interações com o ambiente.

A seguir, destrincham-se as informações agregadas a partir das análises de imageamento e espectroscópicas e suas correlações com a literatura levantada previamente.

3.2.1. Papel

A fim de determinar a natureza do papel suporte da obra de Gilberto Mendes, foi realizado junto ao Laboratório de Papel de Celulose do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, com supervisão da Dra. Maria Luiza Otero D’Almeida e Mariza Eiko Tsukuda Koga, uma análise de verificação de composição fibrosa¹⁹. O resultado apontou que a fibra encontrada na partitura se refere a um “papel manufaturado com fibras vegetais provenientes principalmente de coníferas obtidas por processo químico sulfato.” (Figura 3.1.).

As coníferas pertencem ao grupo das Gimnospermas (sementes nuas), com folhas que se assemelham a escamas. No Brasil, estão presentes as espécies nativas *P. brasiliensis*, *P. lambertii*, *P. selowii* (gênero *Podocarpus*, conhecidas como pinheirinho, pinho-bravo ou pinheirinho-do-mato) e *Araucaria angustifolia* (gênero *Araucariaceae*, conhecida como araucária, pinho-do-paraná ou pinheiro-brasileiro, única espécie nativa de

¹⁹ A norma utilizada para análise foi a de Composição Fibrosa (ABNT NBR 14129:1998), através do Microscópio Leica DM 4000 B, acoplado com câmera digital DFC 310 FX e software LAS versão 3.8.0.

coníferas (D'ALMEIDA, 1988, p.130)). As três primeiras espécies não têm grande função econômica. Já a araucária teve no passado grande expressão na indústria, sendo escassa atualmente, devido à exploração desenfreada ocorrida até a década de 1960. Também é conífera o Pínus, família *Pinaceae*, que tem origem em regiões mais frias. Está presente no Brasil desde a segunda metade do século XX, quando foram implantadas mudas de *P. elliottii*, *P. taeda* e *P. hondurensis*, as quais adaptaram-se muito bem ao clima ensolarado e úmido, tendo inclusive seu crescimento anual multiplicado por dez nesta região (GONZAGA, 2006, p.38). É uma espécie amplamente empregada na produção de pasta celulósica devido o rápido crescimento e à boa aplicação para esta finalidade.

Independente da espécie de origem, para a produção de papel, é necessário que em um

Figura 3.1. - Fibras do papel da partitura observadas por meio de microscopia óptica.

primeiro momento a madeira seja fracionada em partes menores, chamadas na indústria do papel de “cavacos”. Estes cavacos, na sequência, são macerados e reduzidos a fibras, com a finalidade de se obter a assim denominada pasta celulósica, matéria-prima do papel (VIGIANO, 2009, p.27). O processamento do material fibroso (polpação) pode ocorrer, genericamente, segundo dois processos: químico ou mecânico. Porém, há técnicas mistas e intermediárias, como o caso do papel da partitura de Mendes, obtida através de um processo semiquímico, como é chamado, apesar do nome pouco

apropriado²⁰. Nele, a madeira é cozida em uma solução alcalina de hidróxido de sódio e sulfeto de sódio (chamado na indústria de licor branco), sob alta pressão e temperatura. Segundo D’Almeida (vol. I, 1988, p.391-392),

“A fabricação de pastas pelos processos semiquímicos se dá em dois estágios. No primeiro estágio, os cavacos são tratados quimicamente de modo a remover parcialmente as hemiceluloses e a lignina. No segundo estágio, os cavacos ligeiramente amolecidos são submetidos a um tratamento mecânico para separação das fibras.

[...]

As pastas semiquímicas podem ser feitas por quaisquer dos processos tradicionais de cozimento químico, reduzindo-se ou o tempo de processamento, a temperatura de cozimento, ou, ainda, a quantidade de reagentes químicos; entretanto, somente quatro deles são tradicionalmente aceitos como tal: processo sulfito ácido, processo sulfato, processo ao sulfito neutro e processo a soda a frio. Dentre eles, o do sulfito neutro (NSSC) e o de soda a frio são os mais utilizados.”

No caso da partitura, o processo utilizado foi o sulfato - ou kraft, como pode ser encontrado na literatura. Segundo Celso Foelkel (1977, p. 3), “nos Estados Unidos, Canadá e Japão prefere-se o termo kraft, enquanto na Europa costuma-se aplicar mais o termo sulfato. No Brasil, ambos são usados indistintamente.”. Porém, no início do desenvolvimento, os termos eram aplicados de um modo distinto: o termo kraft fazia referência à polpa não branqueada e sulfato àquela que passava por branqueamento durante o processo (FOELKEL, 1977, p.3). Neste quesito, o processo sulfato resulta em pastas celulósicas muito escurecidas e de difícil branqueamento. “A razão principal pela qual as fibras produzidas por processos alcalinos são mais difíceis de branquear que as obtidas por processos ácidos é que a lignina residual é pouco solúvel em água, mesmo após a cloração (D’ALMEIDA, vol. I, 1988, p.476).”. De qualquer forma, é possível obter-se de modo satisfatório, apesar dos altos custos, pastas semibranqueadas,

²⁰ Estes tipos de polpação “(...) são mais mecânicos do que químicos. Entretanto, sob o microscópio, as pastas produzidas apresentam-se com a aparência mais próxima à das pastas químicas do que a das pastas mecânicas.” (D’ALMEIDA, vol. I, 1988, p. 391).

branqueadas e superbranqueadas no processo sulfato, onde o desafio é aumentar a alvura sem comprometer as propriedades físicas do papel (FOELKEL, 1977, p. 15).

O que ocorre é que geralmente para a finalidade que são utilizados não precisam ser branqueados. No caso das pastas de alto rendimento (mecânica e semiquímica), os agentes químicos e processos usados são diferentes daqueles empregados para pasta química. Enquanto no processo de branqueamento de pastas químicas há a dissolução do material que atribui cor à pasta (lignina), enquanto em pastas de alto rendimento o material não é dissolvido havendo apenas modificação dos grupos cromóforos visando atribuir à pasta celulósica um aspecto mais branco. Assim, a cor pode voltar com o tempo, já que a lignina (muitas ligações duplas), quando submetida a ação de luz ou calor, passa por rearranjos e torna o papel mais acastanhado.

De qualquer forma, a lignina é um elemento capaz de ser removido com boa eficiência no processo kraft, apesar de as coníferas possuírem mais desta substância – e apresentarem mais resistência a sua remoção - do que as espécies folhosas. esse fato pode ser observado no espectro obtido por meio da técnica de FTIR sobre o papel da partitura, onde as bandas características da lignina (1730 e 1505 cm^{-1}) não destacam-se no gráfico (**Figura 3.2.**).

Isso ocorre, pois a lignina é afetada pela polpação alcalina, juntamente com os demais carboidratos presentes na madeira (a celulose, por exemplo, é reduzida em cerca de 20% durante esse processo), sendo facilmente removida da massa celulósica devido a sua localização na parede da fibra (D'ALMEIDA, vol. I, 1988, pp.187-188). Outrossim, a presença de sulfetos durante a polpação acelera a deslignificação. “Em meio alcalino e temperaturas altas, as ligações carbono-oxigênio na lignina podem ser rompidas, formando fragmentos menores e mais solúveis” (D'ALMEIDA, vol. I, 1988, p.190).

A análise com a técnica de FTIR-ATR do papel da partitura mostra um espectro muito semelhante ao observado na análise da celulose pura, uma vez que esta última representa cerca de 90% da composição final do papel (nas coníferas ela corresponde a cerca de 47% da composição da madeira *in natura* (D'ALMEIDA, 1988, p.186)). Há diferenças nos picos 2851 cm^{-1} , 1749 cm^{-1} , em torno de 1000 e 1050 cm^{-1} e 809 cm^{-1} , sendo que esse último parece estar relacionado à presença de hemicelulose ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$ - correspondente a cerca de 22% do volume nas madeiras de coníferas *in natura*) (GORASSINI et al. 2008, p.2). Já a banda 2851 cm^{-1} estaria relacionada à ligação C-H da molécula de celulose. Alterações nesta região estão relacionadas a interferências na ligação intramolecular de hidrogênio (pontes de hidrogênio) neste elemento (POPESCU

et al., 2007, p.1170; LUN et al., 2017, p.3). A banda 1052 cm^{-1} encontra-se na região característica (1015 cm^{-1} - 1060 cm^{-1}) da ligação C-O presente na molécula de celulose (POPESCU et al., 2007, p.1170). Dessa forma, as variações observadas podem ter ligação com alterações na estrutura da celulose em decorrência da degradação desta.

Figura 3.2. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR-ATR sobre o papel da partitura (de cor cinza, no gráfico) em comparação com o espectro referente à celulose pura (de cor laranja, no gráfico).

A maior intensidade das bandas referentes aos grupos carbonila (CO) e hidroxila (CH) – picos em torno de 1750 e 1050 cm^{-1} – indicam a oxidação da celulose (KARGARZADEH, 2017, p.70).

A análise de Fluorescência de Raios X (**Figura 3.3.**) do papel da partitura revela a presença de silício (Si), enxofre (S), cloro (Cl), potássio (K), cálcio (Ca), titânio (Ti) e ferro (Fe), sendo que alguns deles estão naturalmente presentes na composição da madeira (cálcio, cloro, potássio e silício).

A presença de enxofre (S) pode estar relacionada ao sulfeto de sódio (Na_2S) (principal ativo) e tiosulfato de sódio (alvejamento), utilizados no licor de cozimento dos cavacos de madeira para produção de pasta sulfato (D'ALMEIDA, 1988, p.172).

Figura 3.3. –Espectro de Fluorescência de raios X medido na folha de rosto da partitura (região em branco, contendo apenas o papel sem inscrições).

O dióxido de titânio (TiO_2) é utilizado frequentemente como aditivo para aumentar a opacidade do papel. O cálcio (Ca) pode estar relacionado a diversos compostos, como o carbonato de cálcio (CaCO_3), presente no papel como carga e no acabamento; o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) presente no processo de caustificação do licor verde e na cal ou sulfato de cálcio (CaSO_4). Outros elementos devem estar relacionados ao processo de branqueamento da polpa celulósica (cloro), às cargas (cálcio, titânio, ferro, silício) e ao acabamento do papel (cálcio, titânio, potássio).

O potássio (K), em grande concentração, pode advir tanto dos químicos empregados na fabricação da polpa celulósica quanto da madeira em si, já que os sais de potássio são solúveis em água.

Com relação às possíveis diferenças entre as áreas do papel que apresentam manchas (*foxing*) em relação às áreas menos afetadas, há o surgimento de bandas em torno de 1700 cm^{-1} em relação à região do papel sem manchas, indicando maior oxidação da celulose nesta área do papel, como pode ser observado através da técnica de FTIR (**Figura 3.4.**).

Figura 3.4. - Espectros FTIR de comparação da região com mancha (linha vermelha) e sem mancha acastanhada (linha azul) no papel. Em destaque, à esquerda, imagem de micrografia sobre região do papel com mancha.

Apesar da sutil diferença observável com a técnica de FTIR, as manchas acastanhadas presentes em determinadas regiões do papel devem indicar a ocorrência de algum processo químico que se dá especialmente nas áreas mais expostas às condições ambientais (páginas externas e bordas). A análise por FORS (Espectroscopia de reflectância ótica por fibra) evidencia a alteração cromática que pode ser comparada quantitativamente conforme **Figura 3.5.**

Assim, ao observar que as áreas supostamente protegidas da radiação luminosa encontram-se menos escurecidas (como “Centro página 19”, abaixo) e com maior reflectância em comparação com a folha em branco da folha de rosto (menor reflectância), há que indagar-se a respeito da evidência da formação de compostos coloridos (amarelos e acastanhados, muitas vezes por oxidação da lignina) por meio de reação química atrelada à degradação do papel.

Figura 3.5. - Medidas de FORS evidenciando as variações colorimétricas observadas em 4 regiões diferentes de papel na partitura.

3.2.2. Caneta esferográfica azul

Ao analisar a área contendo inscrição à caneta esferográfica na cor azul, por meio da técnica de XRF, pôde-se observar que há mais ferro na área do papel com inscrição à caneta azul em comparação ao papel em branco (**Figura 3.6**). Isso pode sugerir a presença de alguma substância, possivelmente o pigmento ou corante, que contenha o ferro em sua composição (como a ftalocianina de ferro ou óxidos de ferro para conferir maior permanência da tinta). Com relação aos demais elementos, a não diferenciação sugere que o material usado na tinta é orgânico, ou a quantidade de tinta azul é muito diluída, não sendo detectada no sistema.

Figura 3.6 - Espectro do ponto de inscrição com tinta azul (linha preta) comparado com o ponto do papel em branco (linha vermelha), medidos com o sistema portátil de XRF.

Normalização para a área do Argônio					
	Ar	Si	Cl	K	Ca
Tinta azul	5515 (74)*	228 (15)	873 (30)	5461 (74)	223 (15)
papel	5515 (74)	222 (15)	931 (31)	5575 (74)	0 (0)

*Os valores representados entre parênteses correspondem às incertezas.

Tabela 3.1. – Normalização dos elementos Si, Cl, K e Ca pela área do Argônio.

A partir da normalização, pode-se ter que as áreas de cada elemento químico identificado são estatisticamente iguais, levando à conclusão de que a tinta é de origem orgânica.

O mesmo material sob análise de FTIR-ATR não possui resposta sugestiva e, inclusive, quando comparado seu espectro com o do papel em branco, poucas são as diferenças observadas (**Figura 3.7.**).

Figura 3.7. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR sobre o papel da partitura em branco (de cor roxa, no gráfico) em comparação com o espectro referente à região com inscrição com caneta esferográfica azul (de cor azul, no gráfico).

Há uma ligeira interferência nos picos em torno da banda 1645 cm^{-1} , bem como um ruído a partir de 3600 cm^{-1} . O decréscimo ao redor de 1645 cm^{-1} e 1000 cm^{-1} está relacionado à carbonila ($\text{C}=\text{O}$), indicando uma menor intensidade dos modos

vibracionais relacionados a essas bandas na área com inscrição à caneta, quando comparada com o papel em branco.

Aplicando a mesma técnica em modo de reflectância, e comparando a região com inscrição em caneta esferográfica azul e o papel em branco, obtemos espectro com dissimilaridades nos picos 3470, 1325, 1283, 1001, 965 cm^{-1} , sendo que estes pontos encontram-se mais intensos no papel em branco (**Figura 3.8.**).

Figura 3.8. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR, modo reflectância, sobre o papel da partitura em branco (de cor laranja, no gráfico) em comparação com o espectro referente à região com inscrição com caneta esferográfica azul (de cor vermelha, no gráfico).

Além destas análises, outras de imageamento foram realizadas. Na Reflectografia no Infravermelho Próximo foi possível observar que a caneta esferográfica azul não é refletida (**Figura 3.9.**). Com a micrografia (**Figura 3.10.**) é possível observar com mais detalhes o padrão de impregnação da tinta nas fibras do papel.

Figura 3.9. – Imagem comparativa de área contendo inscrição com caneta esferográfica azul na partitura de Gilberto Mendes. À esquerda, imagem obtida por fotografia de luz visível. À direita, imagem obtida com NIR.

Figura 3.10. – Imagem da micrografia com detalhe de área com inscrição em caneta esferográfica azul.

3.2.3. Caneta esferográfica cor de rosa

As análises de FTIR-ATR não identificaram diferenças significativas entre os espectros referentes ao papel da partitura em branco e à região contendo inscrição com caneta esferográfica cor de rosa. (**Figura 3.11.**).

Figura 3.11. - Imagem comparativa dos espectros obtidos por técnica de FTIR-ATR sobre folha de papel em branco (em azul no gráfico) e sobre área contendo inscrição com caneta esferográfica cor de rosa (em preto, no gráfico).

Em análise com a técnica de XRF foi possível observar a presença mais elevada do elemento cloro na área com inscrição à caneta esferográfica rosa, em comparação com o papel em branco (**Figura 3.12.**). esse elemento pode estar relacionado à presença do corante Rodamina ($C_{28}H_{31}ClN_2O_3$), utilizado com frequência em tintas de canetas desse tipo.

Figura 3.12. Espectro referente ao papel (linha preta) em comparação com o espectro da inscrição atribuída a caneta esferográfica rosa (linha vermelha), medidos no sistema portátil de XRF.

Normalização para a área do Argônio					
	Ar	Si	Cl	K	Ca
Tinta azul	4445 (67)*	466 (22)	1046 (32)	5265 (73)	236 (32)
papel	4445 (67)	325 (16)	818 (29)	4340 (66)	219 (15)

*Os valores representados entre parênteses correspondem às incertezas.

Tabela 3.2. – Normalização dos elementos Si, Cl, K e Ca pela área do Argônio.

A utilização de filtros no sistema XRF permite evidenciar alguns picos mascarados pelo fundo. O uso de filtros de molibdênio (espessura 1mil./25um) e alumínio (espessura 40 mils./1000um) no tubo de raios X atenuou os elementos leves e amplificou o sinal dos elementos mais pesados através da diminuição do fundo embaixo dos picos, ou seja, pode-se visualizar os elementos mais significativamente presentes diminuindo-se o ruído da captação da radiação.

Particularmente, a medida XRF da tinta de caneta esferográfica cor de rosa, com o uso de filtro de molibdênio (Mo) e de alumínio (Al), é apresentado na figura a seguir:

Figura 3.12A. Espectro referente a inscrição atribuída a caneta esferográfica rosa (linha vermelha), medidos no sistema portátil de XRF com filtros de Mo + Al.

Percebe-se que com o filtro há um grande espalhamento (entre os canais 800 e 1400) e é nítido o pico do zinco (Zn). Predominam o ferro (Fe) e o potássio (K) nestas medidas. Os picos de Ar, Si, S somem devido a atenuação que ocorre com o uso dos filtros no tubo de raios X. Já o espectro sem filtro (**Figura 3.12.**) não percebemos quase o Zn presente nestas medidas dos riscos rosas, muito mais destacados na **Figura 3.12A**.

A Reflectância de Infravermelho Próximo aponta que o composto não apresenta porção significativa de material carbônico (**Figura 3.13.**).

Figura 3.13. - Imagem comparativa de área contendo inscrição com caneta esferográfica cor de rosa na partitura de Gilberto Mendes. À esquerda, imagem obtida por fotografia de luz visível. À direita, imagem obtida com NIR.

3.2.4. Caneta preta

O tipo de caneta preta utilizada na partitura é de difícil identificação por conta da correlação entre as datas de introdução de diversas canetas a partir de 1950. A olho nu, pode-se dizer que a linha se assemelha à produzida por uma caneta do tipo ponta feltrosa, hidrográfica ou de tinta líquida (*rollerball*). Porém, ao buscar na literatura, as informações encontradas são de que a caneta de ponta feltrosa é introduzida no mercado no ano de 1963, as do tipo rollerball em 1967, e as de gel surgem somente em 1984. (EZCURRA, 2009, p.2). A textura da tinta não parece referir-se às canetas esferográficas, pois não possuem marcas de parada nem linha com bordas menos intensas, características desta mídia (**Figura 3.14.**).

Figura 3.14. – Imagem obtida por micrografia de área da partitura com inscrição em caneta de tinta preta.

A partir da imagem produzida com a técnica de Reflectografia de Infravermelho Próximo é possível dizer que a composição desta tinta não tem quantidade significativa de carbono, pois as inscrições não refletem esse tipo de radiação (**Figura 3.15.**).

Figura 3.15. - Imagem comparativa de área contendo inscrição com caneta de tinta preta na partitura de Gilberto Mendes. À esquerda, imagem obtida por fotografia de luz visível. À direita, imagem obtida com NIR.

Análises com FTIR revelaram poucas diferenças entre o espectro observado na folha de papel em branco e aquele efetuado sobre inscrição com caneta preta. De modo geral, as bandas aparecem mais atenuadas no caso da área com inscrição (**Figura 3.16.**).

Figura 3.16. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR sobre o papel da partitura (de cor roxa, no gráfico) em comparação com o espectro referente à região com inscrição à caneta hidrográfica preta (de cor mostarda, no gráfico).

Porém, destaca-se ligeira alteração na banda em torno de 810 cm^{-1} , referente ao grupo epóxi (epóxidos) e que segundo Durney (DURNEY, 2015, p.49) estaria relacionada ao papel. Os epóxidos são polímeros muito aplicados na fabricação de colas e cimentos, em decorrência de sua propriedade de grande resistência. Neste caso, o aparecimento da banda em 810 cm^{-1} pode estar relacionado a uma cola utilizada no processo de encolagem do papel da partitura. Assim, a alteração observada na tinta estaria relacionada à sobreposição dos materiais.

Já as diferenças em torno da banda 1500 cm^{-1} podem ter relação com a ligação da carbonila ($\text{C}=\text{O}$), ligada a formação de compostos acastanhados no papel.

3.2.5. Lápis grafite

As inscrições atribuídas ao lápis grafite são facilmente identificáveis através de análises espectrométricas, por conta da ampla referência encontrada na literatura. O fato de os compostos puros de carbono serem altamente estáveis também facilita esse processo. Assim, o espectro obtido por meio de análise com FTIR é muito distintivo do grafite, com banda característica em torno de 1000 cm^{-1} (**Figura 3.17.** e **Figura 3.18.**).

Figura 3.17. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR sobre região do papel com inscrição à lápis grafite.

Figura 3.18. – Espectro do grafite puro, obtido por técnica de FTIR.

Fonte: FRIEDEL, R. A.; CARLSON, G. L. Infrared Spectra of Ground Graphite. The Journal of Physical Chemistry, vol. 75, nº8, 1971. Pp. 1149 – 1151.

A escrita a base de carbono absorve com grande intensidade a radiação de infravermelho próximo. Assim, a imagem que vemos a seguir (**Figura 3.19.**) é

produzida pela radiação refletida pela superfície e detectada pela câmera de infravermelho próximo (STUART, 2007, p.73).

Figura 3.19. - Imagem comparativa de área contendo inscrição com lápis grafite na partitura de Gilberto Mendes. À esquerda, imagem obtida por fotografia de luz visível. À direita, imagem obtida com NIR.

Através da micrografia é possível observar com maior detalhamento as diferentes intensidades aplicadas nas inscrições com lápis grafite (**Figura 3.20.**).

Figura 3.20. – Imagem obtida por micrografia em área com inscrição a lápis grafite.

3.2.5. Lápis vermelho

As inscrições atribuídas ao lápis vermelho geram discussão com relação à mídia utilizada para sua feitura. Em algumas áreas, a olho nu, a linha parece referir-se àquela

produzida por lápis de cor, enquanto em outras, o traçado é mais grosseiro, espesso e de cor mais intensa, assemelhando-se àquele produzido por um giz de cera (**Figura 3.21.**).

Figura 1 – À esquerda, fotografia obtida por micrografia de área contendo inscrição com lápis vermelho. À direita, fotografia de inscrição atribuída a esse mesmo material.

A fim de observar se as inscrições fazem referência a uma mesma mídia, foram realizadas análises comparando estas regiões. Com XRF observou-se que a composição elementar das áreas é bastante correlata e que é possível identificar diferenças composicionais em relação ao papel em branco, indicando que a técnica é eficiente para tal finalidade (**Figura 3.22.**). Neste sentido, pode-se sublinhar a maior presença dos elementos, ferro (Fe), silício (Si) e titânio (Ti) nas áreas com inscrições. Esses elementos não devem estar relacionados à porção cerosa do material (composta essencialmente de ésteres e hidrocarbonetos), mas atrelados à composição de pigmentos ou cargas.

Com o uso de um conjunto de filtros²¹, destaca-se também a presença do elemento cloro (Cl) na amostra (**Figura 3.23.**).

²¹ O uso de filtros de molibdênio (espessura 1mil./25um) e alumínio (espessura 40 mils./1000um) no tubo de raios X tem por objetivo atenuar os elementos leves e amplificar o sinal dos elementos mais pesados através da diminuição do fundo embaixo dos picos, ou seja, pode-se visualizar os elementos mais significativamente presentes diminuindo-se o ruído da captação da radiação.

Figura 3.22. – Espectro de XRF referente ao papel (linha vermelha) em comparação com o espectro da inscrição atribuída ao lápis vermelho (linha preta), medidos no sistema portátil de XRF.

Normalização para a área do Argônio					
	Ar	Si	Cl	K	Ca
Lápis	4393 (66)*	1207 (35)	969 (31)	4816 (69)	222 (15)
papel	4393 (66)	461 (21)	1034 (32)	5203 (72)	126 (11)

*Os valores representados entre parênteses correspondem às incertezas.

Tabela 3.3. – Normalização dos elementos Si, Cl, K e Ca pela área do Argônio.

Figura 3.23. - Espectro do ponto referente ao papel em branco (linha preta) comparado com o ponto

referente a área atribuída ao lápis vermelho (linha vermelha), medidos no sistema portátil de XRF.

Normalização para a área do Argônio					
	Ar	Si	Cl	K	Ca
Lápis	6253 (79)*	151 (12)	689 (26)	4404 (66)	126 (11)
papel	6259 (79)	1219 (35)	1121 (33)	5412 (74)	234 (15)

*Os valores representados entre parênteses correspondem às incertezas.

Tabela 3.4. – Normalização dos elementos Si, Cl, K e Ca pela área do Argônio.

Um dos pigmentos que contém os elementos ferro e silício é o Vermelho Ocre (cujo composto colorido é a hematita – $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), um óxido de ferro de origem natural, obtido através da lavagem do mineral a fim de separá-lo da areia (rica em silício) e outras impurezas. É um pigmento de estabilidade excelente em altas temperaturas, porém não é resistente aos ácidos (HELWIG, 2007).

O pigmento Terra de Siena contém igualmente o óxido de ferro (50% de sua composição) além de porções variáveis de argila e quartzo. Seu modo de obtenção também é em fontes minerais, porém o produto é calcinado a fim de que o óxido de ferro seja desidratado (HELWIG, 2007).

É interessante observar que, considerando a questão econômica, o Vermelho Ocre é uma opção muito mais viável financeiramente do que o Terra de Siena. Ademais, é possível e provável que além do pigmento haja também um corante empregado com a finalidade de baratear os custos e talvez padronizar a coloração dos produtos.

Mais adiante, ao realizar NIR, obtém-se uma imagem onde não é possível visualizar a inscrição com esta mídia, tanto nas áreas que a olho nu atribui-se a um giz de cera quanto naquelas atribuídas a lápis de cor (**Figura 3.24.** e **Figura 3.25.**). esse fato pode indicar que a porção de elementos carbônicos é pequena, o que diminuiria a possibilidade de a mídia tratar-se de um giz de cera, já que a carga cerosa (rica em carbono) estaria presente em maior proporção. No caso do lápis de cor a cera está presente, porém a maior proporção em volume é atribuída ao pigmento.

Figura 3.24. - Imagem comparativa de área contendo inscrição supostamente com lápis-de-cor na partitura de Gilberto Mendes. À esquerda, imagem obtida por fotografia de luz visível. À direita, imagem obtida com NIR.

Figura 3.25. - Imagem comparativa de área contendo inscrição supostamente com giz de cera na partitura de Gilberto Mendes. À esquerda, imagem obtida por fotografia de luz visível. À direita, imagem obtida com NIR.

A técnica de FTIR também corrobora para a evidência de que as marcas em vermelho presentes no manuscrito são produzidas a partir de um mesmo tipo de material (**Figura 3.26.**). Ambos os espectros produzidos a partir desta técnica possuem bandas características em 907 cm^{-1} , 937 cm^{-1} e em torno do 3600 cm^{-1} , o que pode ser observado em comparação ao espectro do papel em branco (**Figura 3.27.**).

Figura 3.26. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR sobre duas regiões com inscrição à mídia vermelha. Em laranja, área supostamente atribuída à giz de cera e em cor mostarda, área atribuída à lápis de cor.

Figura 3.27. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR sobre o papel da partitura (de cor azul, no gráfico) em comparação com o espectro referente região com inscrição de cor vermelha (de cor laranja, no gráfico).

Os picos 750, 789, 907, 1024, 1002, 3619, 3650 e 3685 cm^{-1} , parecem estar relacionados à presença da caulinita ou caulim ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), uma carga utilizada com frequência pela indústria (**Figura 3.28**).

Figura 3.28. - Espectro da caulinita (mid-IR; 4000 – 500 cm^{-1}). Fonte: Kaolinite. Database for ATR-FTIR spectra of various materials.

3.2.7. Impressão

A identificação do processo de impressão da folha da partitura pode auxiliar no reconhecimento da tinta utilizada para esta finalidade. Na indústria gráfica, o procedimento mais simples é observar as bordas da linha de impressão junto ao padrão de depósito de tinta. No caso em estudo, as linhas possuem uma borda regular, não reticulada e o espalhamento ou deposição de tinta é uniforme (**Figura 3.29**).

Figura 3.29. – Imagem fotográfica de área impressa da partitura. À esquerda, imagem obtida por microscopia com magnificação de 10x. À direita, detalhe de fotografia de luz visível em escala padrão.

Estas características podem estar atreladas às impressões com técnica de offset ou serigrafia. Apesar de ambas estarem em uso na época de elaboração, há uma diferença importante com relação à capacidade de tiragem – o offset é capaz de produzir média e alta tiragem (entre 5.000 e 1.000.000 de cópias), enquanto a serigrafia atende geralmente tiragens baixas, pois o processo é manual e oneroso em tempo e recursos. Assim, a possibilidade de que a técnica de produção seja a de offset é maior.

A impressão pelo processo offset surge em meados do século XX tendo como base a litografia, porém de modo indireto (a matriz não imprime diretamente sobre o papel, há um mecanismo intermediário responsável pela remoção do excesso de tinta e água entre a matriz e o papel) sobre chapas metálicas cilíndricas.

A tinta utilizada nesta impressão é por definição oleosa, já que esse é o princípio do funcionamento técnica. Da mesma forma que na litografia, as áreas que contêm imagem são lipófilas, atraindo gordura (tinta), enquanto a umidade permanece nas demais áreas impedindo que haja erros na impressão (VILLAS BOAS, 2010). A carga gordurosa é composta por óleos minerais ou vegetais, resinas e ceras e por esse motivo fica evidente que a tinta de impressão é insolúvel em água.

A análise com XRF não revelou qualquer diferença elementar entre a área onde está contida a impressão e o papel em branco. Isso porque a camada de impressão é muito diminuta, diluída, ou o material é orgânico, não sendo identificável por essa técnica (Figura 3.30.).

Figura 3.30. - Comparação dos espectros de região do papel em branco (linha preta) e região com linhas impressas na partitura (linha vermelha), medidos com o sistema portátil de XRF.

Normalização para a área do Argônio					
	Ar	Si	Cl	K	Ca
Papel	6617 (81)*	160 (13)	729 (27)	4660 (68)	133 (12)
Impressão	6617 (81)	301 (17)	806 (28)	5096 (71)	0 (0)

*Os valores representados entre parênteses correspondem às incertezas.

Tabela 3.5. – Normalização dos elementos Si, Cl, K e Ca pela área do Argônio.

Em análise com a técnica de FTIR, em comparação com o papel, não foram identificadas bandas que indicassem a presença de algum composto diferente do papel (**Figura 3.31.**).

Figura 3.31. - Imagem do espectro obtido a partir de análise com FTIR sobre o papel da partitura (de cor azul, no gráfico) em comparação com o espectro referente região com impressão (de cor rosa, no gráfico).

3.2.8. Carimbo

A estampa sobre a partitura é de deposição mais recente no papel (posterior a 2002), em comparação com os demais elementos sustentados. De cor azul, encontra-se apenas na folha de rosto da partitura (**Figura 3.32.**).

Figura 3.32. - Imagem fotográfica obtida por micrografia de área da partitura contendo carimbo da ECA-USP.

O espectro obtido por meio da técnica de FTIR-ATR aponta pico mais elevado nas bandas em torno de 1000 cm^{-1} , quando comparados a área carimbada e o papel em branco. Em 1645 cm^{-1} há atenuação da banda, referente à ligação $\text{C}=\text{C}$ (**Figura 3.33.**).

Segundo John Coates (2006, p.10) a banda 1050 cm^{-1} é característica do estiramento da molécula $\text{C}-\text{O}$, mais especificamente em álcoois primários (entre 1050 e 1085 cm^{-1}), cuja característica é a presença do grupo OH ligado à uma cadeia de carbonos saturada, como é o caso do etanol e do metanol. Essas informações são coerentes com a descrição da composição das tintas de carimbo encontrada na literatura e em algumas fichas de segurança fornecidas pelas indústrias, as quais indicam a presença de solventes fracos nesse tipo de solução.

Com relação ao corante ou pigmento e à resina presente na amostra, nada pode ser afirmado a partir dos exames realizados.

Figura 3.33. – Imagem comparativa dos espectros obtidos por técnica de FTIR sobre folha de papel em branco (em azul, no gráfico) e sobre área carimbada (em vermelho, no gráfico).

3.2.9. Fita adesiva

Ao longo da partitura encontram-se diversos bifólios com os festos reparados por fita adesiva transparente. É pouco provável que os reparos tenham sido realizados pela Biblioteca, visto que esse tipo de solução não é de qualidade arquivística e provoca danos irreversíveis ao papel com o passar do tempo. Dessa forma, infere-se que a partitura recebeu a fita antes de sua doação à instituição, em algum momento entre os anos de 1961 e 2002.

A fim de identificar a natureza composicional desse material, foram realizadas análises com FTIR e XRF.

A espectroscopia retornou dados importantes neste sentido: em comparação com o espectro de uma região do papel em branco, é possível observar decréscimos dos picos 1425, 1362, 1200, 1100 e 811 cm^{-1} e aumento do pico 893 cm^{-1} (**Figura 3.34.**).

Figure 3.34. – Imagem comparativa dos espectros obtidos por técnica de FTIR-ATR na folha de papel em branco (em azul, no gráfico) e sobre área contendo fita adesiva (em verde, no gráfico).

Segundo Aguiar et al. (2010, p.439), em torno da banda 1360 cm^{-1} está a ligação C-S, característica da borracha vulcanizada, enquanto em torno de 1500 cm^{-1} as bandas estão relacionadas à compostos aromáticos da borracha, bem como a solventes orgânicos presentes na formulação. Já a banda em torno de 890 cm^{-1} parece estar relacionada aos epóxidos (WU, 2014). Segundo Coates (2006, p.10), as bandas entre 890 e 915 cm^{-1} estão relacionadas à ligação C-H do vinil.

O pico em 1313 cm^{-1} , mais menos intenso no espectro da fita adesiva, pode estar relacionado à compostos de enxofre presentes no papel. Isso porque o ácido sulfúrico pode ter sido utilizado no processo de branqueamento do papel (BRASILEIRO, 1999).

Ao analisar a fita segundo a técnica de XRF, a diferença entre os pontos do papel da folha 1 em branco e do ponto com fita adesiva na mesma folha (normalizando pelo pico do argônio (Ar)) está na diminuição do pico de potássio (K) no espectro do adesivo, ou seja, há muito mais potássio no papel do que na fita. Há também o fundo da curva vermelha que aponta para evidência de maior quantidade de material orgânico no adesivo do que no papel.

Figura 3.36. Espectro referente ao papel em branco da folha 1 (linha preta) em comparação com o espectro da fita adesiva (linha vermelha), medidos com o sistema portátil de XRF.

Normalização para a área do Argônio					
	Ar	Si	Cl	K	Ca
Papel	6961 (83)*	198 (14)	860 (29)	4846 (70)	464 (22)
Fita adesiva	6961 (83)	0 (0)	801 (28)	2409 (49)	422 (21)

*Os valores representados entre parênteses correspondem às incertezas.

Tabela 3.6. – Normalização dos elementos Si, Cl, K e Ca pela área do Argônio.

Da deterioração dos materiais: Estado de conservação, espaço de guarda e fatores de degradação

4.1. Estado de conservação

De modo geral, observa-se que o manuscrito de Gilberto Mendes encontra-se em excelente estado de conservação e apresenta poucos sinais de desgastes, estes mais relacionados ao suporte (*foxing*²², amarelecimento e manchas em decorrência da migração da cola da fita adesiva), não comprometendo até o momento a compreensão das informações ali inscritas.

Este grau de preservação só pôde se dar graças aos esforços da Biblioteca da ECA, do LAM (Laboratório de Musicologia do Departamento de Música da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo)²³ e do próprio compositor. Segundo José Eduardo Martins (2007), em artigo para a Revista Música,

“Poder-se-ia afirmar que o acervo doado encontrava-se em bom estado de conservação, pois mais recente, e tanto Gilberto Mendes como sua mulher, Eliane Mendes, primam pelo zelo. Os manuscritos estão acondicionados de forma pertinente em posição horizontal e em caixas de plástico poliondas, sendo que há proteção de cada folha em papel de pH neutro. Obedecendo às normas internacionais, cópias para consulta de todo o material foram feitas para a adequada preservação dos originais.”

No intuito de dar continuidade ao esforço de preservação da obra, aperfeiçoando as condições ambientais, de manuseio, acondicionamento e tratamento, é necessário avaliar as condições ambientais em que se encontra o objeto e qual a influência destes

²² *Foxing* é o termo utilizado na área de conservação e restauro de papel para designar as manchas de coloração castanha que surgem nos papeis com o passar do tempo. Sua origem ainda gera controvérsia. Alguns profissionais acreditam estar relacionada à oxidação de elementos metálicos presentes na fabricação da polpa celulósica, enquanto outros dizem tratar-se de eflorescências fúngicas.

²³ O LAM tem seu papel na preservação do documento enquanto órgão que sugeriu e negociou o acolhimento da coleção de Gilberto Mendes por parte da Biblioteca da Escola de Comunicações e Artes da USP.

fatores sobre cada um dos materiais ali presentes, sem ignorar as degradações naturalmente previstas dos materiais isolados. Isto é, devemos nos atentar tanto às influências intrínsecas (que provém da matéria-prima e dos métodos de confecção) quanto às extrínsecas (decorrentes do uso ou do meio ambiente).

Neste sentido, é importante levar em consideração que as inscrições que compõem a obra foram depositadas sobre o papel em um mesmo período (entre 8 e 25 de novembro de 1961, segundo inscrição na própria partitura), o que garante que os materiais usados na escrita estiveram expostos às mesmas condições de guarda e parâmetros ambientais²⁴.

4.2. Espaço de guarda

Determinar quais variáveis ambientais e comportamentos estão associados à deterioração de uma obra sobre papel envolve observar a dinâmica de consulta, a metodologia de trabalho dos funcionários no local e os aspectos climáticos que atuam em uma escala pontual ou geograficamente mais ampla – desde o acondicionamento primário até o posicionamento geográfico da cidade, que dita o clima da região.

De maneira efetiva ou mais branda, aspectos climáticos de diversas ordens interferem nas condições atmosféricas que envolvem o documento. A localização do acervo sofre influência do clima que predomina na região, da dinâmica de chuvas e ventos, da qualidade do ar, da amplitude de temperatura observada ao longo das estações, bem como da presença de microclimas provocados pelas condições no interior do edifício e pelo encapsulamento.

O objeto de estudo encontra-se localizado na Biblioteca da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo a qual está inserida no Campus Butantã da USP (Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira), zona oeste de São Paulo. No interior do prédio, a partitura está armazenada em uma mapoteca metálica, com pintura anticorrosiva (**Figura 4.1.**), atendendo às especificações indicadas para o armazenamento de obras em suporte de papel. Como acondicionamento primário²⁵, a

²⁴ Apenas a fita adesiva e o carimbo devem ter sido anexados posteriormente.

²⁵ É necessário que os sistemas de guarda tenham o propósito de munir os documentos de diversos níveis de proteção. Ele pode ser constituído por dois, três ou quatro níveis de proteção, denominados acondicionamento primário, secundário e terciário, além do mobiliário. (ABREU, 2000, p. 20). Por exemplo: um documento é protegido por uma pasta do tipo bifólio (acondicionamento primário), a qual

partitura encontra-se dentro de uma pasta tipo bifólio, em Tyvek®, material igualmente indicado para contato com as obras e de qualidade arquivística a qual é armazenada dentro de uma pasta poliondas na cor preta (acondicionamento secundário).

Figura 4.1. – Fotografias da mapoteca onde encontra-se a partitura de Gilberto Mendes. À esquerda, mapoteca fechada. À direita, gaveta aberta evidenciando os acondicionamentos da partitura em envelope de Tyvek® e pasta poliondas preta.

Desta forma, podemos identificar que há diversos níveis de proteção da partitura (**Figura 4.2.**), os quais devem ser considerados no processo de aperfeiçoamento das metodologias de preservação.

Figura 4.2. – Esquema evidenciando os níveis de proteção e a localização crescente em que se encontra o objeto de estudo

encontra-se dentro de uma pasta poliondas (acondicionamento secundário), guardada em uma caixa de arquivo (acondicionamento terciário).

4.3. Fatores de degradação

Segundo Norma Cassares (2000, p.13), “podemos dizer que consideramos agentes de deterioração dos acervos de bibliotecas e arquivos aqueles que levam os documentos a um estado de instabilidade física ou química, com comprometimento de sua integridade e existência”.

Feita esta consideração, verifica-se que são vários os fatores que afetam a integridade de documentos em suporte de papel. Eles podem ser de natureza intrínseca aos compostos utilizados na confecção do papel e das mídias de escrita ou extrínsecos, relativos ao ambiente no qual está inserido.

Para que se tome conhecimento dos motores inerentes à composição do documento, é necessário o conhecimento aprofundado dos elementos constituintes da obra, já discutidos no Capítulo 3.

No caso dos fatores externos ao material, ao tomar conhecimento das características do ambiente do acervo, passa a ser possível desenvolver um plano de adequação que auxilie no controle e na redução da velocidade da degradação por eles causada. É importante atentar ao fato de que muitos destes fatores estão interligados: poluição, temperatura, umidade relativa, irradiação luminosa, infestações biológicas, entre outros.

Assim, um acervo bibliográfico deve atender a certos requisitos mínimos que garantam a estabilidade dos documentos, uma vez que o ambiente inadequado é responsável pela maioria dos problemas de degradação em obras com suporte celulósico (SOUSA, 2008).

4.3.1. Temperatura e umidade relativa

A temperatura e a umidade relativa estão relacionadas e devem ser observados simultaneamente (BAHIA, 2002). Elas atuam de maneiras diferentes em ambientes de escala e posicionamento global distintos e por esse motivo deve-se entender que, mesmo em locais sob o regime de um certo clima, existem variáveis que decorrem de aspectos mais localizados como vegetação, altura do terreno, disposição das construções e microclimas estabelecidos no interior das edificações.

Primeiramente, pensemos nas condições climáticas observadas na cidade de São Paulo. Segundo Brian Stone (2012), o clima urbano decorrente da alteração da superfície – retirada de vegetação para desenvolvimento da cidade, produção de calor pelos veículos e demais atividades urbanas e mudança na composição atmosférica por conta da poluição – está relacionado ao aumento de precipitações e tempestades, formação de ilhas de calor e diminuição da umidade relativa e absoluta, especialmente no verão.

A despeito das alterações sofridas ao longo das décadas, o clima da cidade de São Paulo é do tipo temperado e pode-se dizer que hoje é razoavelmente bem conhecido pelos meteorologistas (RIBEIRO, 2003, p.20).

Apesar disso, é sabido que a intensidade destas variáveis não é uniforme em todos os pontos da cidade. Da mesma forma, ambientes internos costumam manter um microclima, sofrendo menos oscilações de temperatura e umidade relativa em comparação com o ambiente externo.

O padrão desejável para um acervo documental é uma temperatura estável de 20°C e umidade relativa, também constante, de aproximadamente 50%. Isso porque as altas temperaturas resultam em baixa umidade e causam a contração das fibras do papel. Atuando de maneira excessiva, o ressecam, “já que não há boa movimentação entre as cadeias poliméricas devido às ligações cruzadas. Isto o torna muito quebradiço.” (JUNIOR, 2012, p.132). Temperaturas elevadas também catalisam as reações de deterioração²⁶, causando a termo-oxidação, responsável pelo amarelecimento do papel a partir da formação de oxixelulose²⁷.

No caso das baixas temperaturas, acompanhadas de maiores umidades relativas, há a tendência de estiramento das estruturas do papel (por conta da temperatura) e criação de condições adequadas às reações químicas e à proliferação de microrganismos (por conta da maior oferta de água).

É necessário atentar-se ao fato de que se a umidade relativa do ar sobe, o material orgânico absorve a mistura até que alcance um equilíbrio entre sua umidade interna e a do ar – e esse movimento de contração e estiramento das fibras de papel pode afetar igualmente a camada de tinta depositada no suporte. Caso a tinta utilizada possua um corante, a interferência na integridade da linha em ocasião da interação com a água pode ocorrer de maneira mais evidente (já que o corante é solúvel neste meio), resultando por vezes em um halo em seu entorno, podendo culminar até mesmo na perda integral da informação. Além disso, essas moléculas de água presentes no papel tendem a interagir com outras, bem como impurezas presentes no ar como o dióxido de carbono (óxido

²⁶ Segundo Sherelyn Ogden (2001, p.7), o calor acelera a deterioração pois “a velocidade da maioria das reações químicas, inclusive a deterioração, é aproximadamente dobrada a cada aumento de temperatura de 10°C.”.

²⁷ A oxixelulose é o produto da degradação por oxidação da celulose.

ácido)²⁸. Em contrapartida, evaporada parte de seus compostos líquidos (solvente e veículo, por exemplo), a tinta tende a tornar-se menos reativa e solúvel.

Em se tratando da flutuação da temperatura, um problema que decorre é a condensação do vapor de água e consequente aumento da umidade relativa, decorrentes da passagem para uma temperatura mais elevada. Segundo Cassares (2000, p.15), oscilações de 3°C de temperatura e 10% de umidade relativa já podem ser significativas para o desencadeamento de processos de degradação.

Assim, fica clara a importância da manutenção constante tanto da temperatura quanto da umidade relativa, sempre “preferindo os níveis mais baixos (de umidade relativa), porque com eles a deterioração progride em menor velocidade.” (OGDEN, 2001, p.8).

4.3.1.1. Monitoramento de temperatura e umidade relativa

A fim de se tomar conhecimento das condições específicas de temperatura e umidade relativa encontradas no interior da Biblioteca, foram realizadas medições destes parâmetros *in loco*, pois “o conhecimento do ambiente real de uma coleção é apenas possível por meio do monitoramento e registro das condições do ambiente” e, por conseguinte, “uma vez coletados, organizados e tratados estes dados, é então possível planejar um controle ambiental efetivo” (SOUZA, 2008, p.7), que leve em consideração estes fatores.

Para tal, foi instalado sob responsabilidade desse projeto um termohigrômetro (**Figura 4.3.**) desenvolvido pelos alunos de pré- iniciação científica (sob a orientação da Prof.^a Dra. Marcia de Almeida Rizzutto) e com auxílio do Dr. Cleber L. Rodrigues e do Me. Alisson Rodolfo Leite, do Laboratório de Análises de Materiais por Feixes Iônicos (LAMFI) do Instituto de Física da USP. esse equipamento foi projetado para registrar a data e os respectivos valores de temperatura e umidade a cada variação e amplitudes das duas variáveis, dados estes que foram coletados por um período de 12 meses a partir de sua instalação, ocorrida no dia 09 de junho de 2017.

²⁸ Conservation Unit Museums and Galleries Commission. *Science for Conservators*. Conservation Science Teaching Series, Routledge, 1992. Volume 1.

Figura 4.3. – Sistema de monitoramento de temperatura e umidade. O projeto do Instituto de Física (USP) foi instalado junto à mapoteca onde encontra-se a partitura de Gilberto Mendes.

As temperaturas foram medidas a cada intervalo de 1 minuto (**Figura 4.4.**). A máxima observada no período foi de 32°C em janeiro de 2017. Entre junho e setembro de 2017 a média foi de 25°C; já entre setembro e dezembro de 2017, bem como entre março e junho de 2018, a temperatura média sobe para 27°C. Entre janeiro e março de 2018 a média chega aos 29°C.

Figura 4.4. – Variações de temperatura (°C) observadas ao longo de 1 ano na Biblioteca.

Ao observar as temperaturas registradas no interior da Biblioteca em relação àquela registrada no ambiente externo²⁹, é possível observar que no interior da Biblioteca as

²⁹ Nesta ocasião, a comparação é feita com os dados fornecidos pela CETESB, captados na Estação Meteorológica Pinheiros.

médias são, de modo geral, menores e as amplitudes são de menor intensidade do que aquelas observadas pela Estação Meteorológica da CETESB (**Figura 4.5.** - dados em °C, no período entre 09/06/2017 e 01/05/2018). Entre junho e agosto de 2017 pode-se perceber que as médias internas ficam mais elevadas na comparação.

Figura 4.5. – Dados comparativos de temperatura (em °C) observados no interior da Biblioteca da ECA (em laranja, no gráfico) e na Estação Meteorológica de Pinheiros da CETESB (em azul, no gráfico)

No que tange o calor advindo da irradiação solar, podemos observar que o prédio principal da Escola de Comunicações e Artes (onde encontra-se a Biblioteca, no andar térreo) recebe a luz da manhã na fachada onde está posicionada a mapoteca contendo o acervo de Gilberto Mendes (**Figura 4.6.**).

Figura 4.6. - Vista das duas fachadas (frente e costas do edifício) da Biblioteca da ECA, por volta das 9h da manhã. A fachada ensolarada (à direita) corresponde à parede interna adjacente à mapoteca que guarda a documentação de Gilberto Mendes.

Assim, a localização do acervo dentro do prédio influi nos parâmetros de conservação, mesmo que de modo sutil. Apesar dos efeitos indesejáveis do calor mais significativo durante um período do dia, a temperatura moderadamente elevada colabora para a diminuição da umidade, diminuindo a possibilidade do aparecimento de fungos, mofo e ácaros.

A coloração e o material do qual são feitas as paredes também influenciam na absorção de calor para o interior do edifício. As paredes servem como isolante térmico, pois além de conterem ar em seu interior – o qual funciona como um excelente isolante - os materiais de que são feitas (concreto, cimento e tijolos) têm baixa condutividade térmica (CARVALHO, 1997).

Durante o período da manhã e à noite, a temperatura é menos intensa que à tarde, quando os termômetros aumentam (entre 1,5°C e 4°C, como registrado por termohigrômetro), deixando os interiores ligeiramente mais aquecidos. De modo geral, a variação de temperatura ao longo do dia é mais ampla nos meses mais frios do ano (**Figura 4.8**) e menos intensas nos meses mais quentes (**Figura 4.7.**).

Figura 4.7. – Gráfico com variação de temperatura (em °C) no dia 23/01/2018, registrada pelo termohigrômetro instalado na Biblioteca e pela CETESB Pinheiros. A variação no interior da Biblioteca ao longo das 24 horas é de 1,85°C e no ambiente externo é de 13,5°C.

Figura 4.8. – Gráfico com variação de temperatura (em °C) no dia 05/07/2017, registrada pelo

termohigrômetro instalado na Biblioteca e pela CETESB Pinheiros. A variação ao longo das 24 horas na Biblioteca é de 3,65°C e no ambiente externo é de 10,7°C.

No que tange a umidade relativa, ao observar as amplitudes captadas pelo termohigrômetro instalado na Biblioteca, fica evidente na dinâmica a presença de dois cenários: no período de junho/2017 a janeiro/2018 a umidade relativa média fica em torno de 50% enquanto entre janeiro e maio de 2018 ela aumenta significativamente, chegando a 85% (**Figura 4.9.**). No comparativo com os dados fornecidos pela Estação Meteorológica de Pinheiros da CETESB, observa-se que no interior da Biblioteca estas amplitudes são menos intensas, com variações significativas entre dezembro e janeiro de 2017 e em abril de 2018.

Figura 4.9. – Gráfico comparativo dos valores de umidade relativa (%) registrados no interior da Biblioteca da ECA (em laranja, no gráfico) e na Estação Meteorológica da CETESB (em azul, no gráfico)

4.3.2. Poluição

A Cidade Universitária encontra-se entre duas vias de grande circulação automotiva, a Marginal Pinheiros (**Figura 4.10.**) e a Rodovia Raposo Tavares (**Figura 4.11.**). Além destas, outras rodovias chegam à São Paulo pela zona oeste da cidade, como a Castelo Branco, a Anhanguera e a Bandeirantes. A poluição advinda destas atividades afeta praticamente todos os elementos do clima, seja a temperatura, precipitação ou umidade.

Desta forma, os acervos da Biblioteca da Escola de Comunicações e Artes estão expostos à uma grande carga de poluição advinda das emissões veiculares provenientes das rodovias dos arredores.

Figura 4.10. – Imagem de mapa indicando a distância aproximada entre a Biblioteca e a Marginal Pinheiros: 646 metros. Fonte: www.google.com/maps.

Figura 4.11. – Imagem de mapa indicando a distância aproximada entre a Biblioteca da ECA e a Rodovia Raposo Tavares: 2 km. Fonte: www.google.com/maps.

Apesar da grande extensão de área construída, pode-se dizer que a Cidade Universitária é uma região bastante arborizada. Em que pese o papel da vegetação frente a questão da poluição, esta geralmente representa um importante mecanismo para a remoção de gases formadores de poluição fotoquímica e contribuem para a redução dos gases de efeito estufa. Espécies presentes na Cidade Universitária, como a *Ficus benjamina* L. e a *Scheffera arborícola* Hay contribuem para a retirada do ozônio e do nitrato de peroxi-acetila (PAN), principal componente fitotóxico³⁰ da poluição fotoquímica³¹ (RIBEIRO, 2003, p.23). Além destas, a *Hymenaea courbaril* é altamente eficiente no sequestro de dióxido de carbono (CO₂, advindo em grande parte de emissões veiculares).

Porém, ao observar os dados fornecidos pela CETESB referente às estações meteorológicas presentes na Cidade Universitária (no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN) e em Pinheiros, é possível observar uma menor presença de partículas inaláveis finas na estação de Pinheiros (ao lado da Marginal Pinheiros) em comparação com a estação presente na Cidade Universitária³² (**Figura 4.12.**).

Figura 4.12. – Gráfico comparativo das variações de partículas inaláveis finas registradas na Cidade Universitária (em laranja, no gráfico) e na Estação da CETESB em Pinheiros (em azul, no gráfico)

DATA?

³⁰ Componente com ação tóxica para plantas.

³¹ A poluição fotoquímica decorre da reação desencadeada pela luz sobre os óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos presentes na atmosfera, resultando na formação de compostos tóxicos e irritantes (RIBEIRO, 2003).

³² Seria de interessante contribuição uma futura medição de partículas inaláveis finas no interior da Biblioteca da ECA, a fim de verificar se a concentração no interior dos edifícios é diferente daquela observada no ambiente externo.

A mesma disparidade pode ser observada ao contabilizar os valores de concentração de ozônio (O_3), uma vez que a Cidade Universitária registra altos níveis desse gás. Em matéria publicada no Jornal da USP em 2016, Marcia Avanza revela que o campus da USP foi apontado duas vezes consecutivas (2015 e 2016) como a área mais poluída da região metropolitana, dentre as 21 estações de monitoramento do ar pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (**Figura 4.13**). A autora afirma que “(...) a reação química provocada pelos gases emitidos pelos caminhões e automóveis e a luz solar é a responsável pela produção do ozônio, poluente que teve concentrações acima do padrão seguro – de 140 microgramas por metro cúbico em oito horas – em 26 dias na Cidade Universitária em 2015.”

2015

2016

Figura 4.13. - Estações com maior número de dias com ultrapassagem do padrão de poluentes para cada região. Fonte: CETESB / Folha de São Paulo.

A informação pode ser atualizada e reafirmada ao comparar os dados fornecidos pela CETESB referente ao período de junho de 2017 a junho de 2018, com relação à medição desse poluente no interior da Universidade e na estação de Pinheiros,

apresentados na **Figura 4.14.** Segundo José Delabio³³, o fato estaria relacionado à menor dispersão destes poluentes nas áreas de vegetação fechada, onde a ventilação é menos intensa, resultando na retenção dos gases.

Figura 4.14. – Gráfico comparativo dos valores registrados de ozônio, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, das estações meteorológicas da CETESB em Pinheiros (em azul, no gráfico) e na Cidade Universitária (em laranja, no gráfico) entre 09/06/2017 e 09/06/2018.³⁴

As partículas advindas da queima de combustíveis fósseis (além do ozônio, estão presentes o dióxido de enxofre, os óxidos de nitrogênio, entre outros), em suspensão no ar, se depositam nas superfícies expostas dos papéis e, reagindo quimicamente, dão origem a compostos ácidos que os modificam em sua estrutura, causando danos irreversíveis (CASSARES, 2000, p.16). Mais precisamente, estes compostos promovem a quebra de cadeia celular da celulose por hidrólise ácida (produção de um composto ácido por meio da adição de uma molécula de água) e podem inclusive iniciar a corrosão pelas tintas de impressão ou escritas. Como resultado desse processo, o papel amarela com o tempo e se torna quebradiço, devido à perda de rigidez na estrutura. Segundo João Cura (2012, p.129), os gases de emissões veiculares como o CO_2 , SO_2 e

³³ DELABIO, José Cristiano. Ozônio troposférico em áreas verdes e parques arborizados. Revista Acadêmica Oswaldo Cruz, janeiro – março 2017. Disponível em http://revista.oswaldocruz.br/Edicao_13/Artigos. Acesso em 10/06/2018.

³⁴ Os pontos em que a amplitude apresentada é zero (0) referem-se aos horários em que não foram registradas estas variáveis pela CETESB.

NO₂ “formam ácidos com a umidade no papel em um processo semelhante ao da chuva ácida.”

Além de desencadear esse processo, o dióxido de enxofre (SO₂), em contato com umidade e metais (como ferro e cobre, presente em algumas tintas de escrita), é convertido em ácido sulfúrico (H₂SO₄) (por óxido redução, produzindo ácido sulfúrico) que também causa amarelecimento e fragilidade no papel.

Outras fontes de poluição podem advir do ambiente interno, no caso da presença de vernizes, madeiras, adesivos e tintas que podem liberar gases prejudiciais à conservação dos materiais (CASSARES, 2000, p.16).

4.3.3. Irradiação luminosa

A luz é uma forma de energia eletromagnética com diferentes comprimentos de onda e diferentes intensidades. Particularmente, a visível encontra-se entre 400 e 700 nanômetros (**Figura 4.15.**). A luz ultravioleta emite mais energia que a visível e possui menor comprimento de onda (entre 400 e 100 nanômetros) em uma frequência maior. Já o espectro do infravermelho possui comprimento de onda maior e encontra-se acima dos 700 nanômetros e, em oposição ao ultravioleta (UV), possui menor frequência e baixa energia - o que não a impede de causar danos às coleções (OGDEN, 2001, p.14).

Sobre o papel, essas radiações induzem alterações em nível molecular, agindo como catalisadoras de reações como a oxidação e promovendo danos irreversíveis e cumulativos. No caso do ultravioleta, especialmente o UV-B³⁵, há emissão de energia suficiente para romper ligações químicas e redistribuir os átomos, resultando na decomposição de cadeias de polímeros - no caso do papel, isso ocorre com a celulose,

³⁵ A faixa do espectro referente à radiação ultravioleta é subdividida em 3 regiões, UVA (ou ultravioleta próximo, entre 400 – 315nm), UVB (ou ultravioleta médio, entre 315 – 280nm) e UVC (ou ultravioleta distante, entre 280 – 100nm), como estabelecido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE). Os raios UVA e UVB estão presentes em maior proporção na luz solar que chega até nós, pois atravessam as camadas mais altas da atmosfera e estratosfera, o que não acontece com a radiação UVC (supostamente a camada de ozônio a bloqueia de forma completa) (BONANCEA, 2010).

Figura 4.15. – Esquema representativo do espectro eletromagnético, contendo em destaque a faixa do espectro visível a olho nu (comprimento de onda entre 400 e 700 nm.).

resultando em amarelecimento do material³⁶. A alteração cromática, segundo JUNIOR (2012, p.131), ocorre pois, seguido da quebra das cadeias poliméricas, pode haver “a formação de espécimes coloridas (cromóforos como o grupo carbonila C=O) através de reações de oxidação as quais têm seu início através da energia fornecida pela luz. O processo também é conhecido como fotooxidação.”

Assim, o ideal é que a intensidade luminosa sobre os documentos não exceda 50 lux³⁷ e que a fonte de iluminação não emita radiação infravermelha nem radiação ultravioleta, muito mais prejudicial por conta da alta energia emitida (sendo a luz solar e a iluminação artificial fluorescente uma das mais danosas nesse sentido).

Mais informações a respeito dos danos causados pela irradiação luminosa sobre a partitura manuscrita podem ser consultadas no subcapítulo 4.4. (Estudos de degradação com lâmpadas incandescentes e ultravioleta.).

4.3.4. Manuseio e acondicionamento

A atuação do fator humano na questão da degradação de documentos é muito significativa, porém pode ser minimizada quando há mecanismos para evitar tais transtornos e promover a conscientização daqueles que têm acesso ao material. O manuseio de documentos é, especialmente em instituições abertas ao público, quase

³⁶ MANO, E.; MENDES, L. *Introdução a polímeros*. Edgard Blüchen, 2ª edição, São Paulo, 1999.

³⁷ Lux é a unidade de medida para níveis de luz visível. Ela corresponde à incidência perpendicular de 1 lúmen (lm) em uma superfície de 1 metro quadrado. Uma lâmpada incandescente de 20W, por exemplo, incide entre 50 e 80 lúmens.

sempre inevitável – seja para uso de pesquisadores, no transporte pela instituição, remoção do móvel de guarda, escaneamento ou leitura. A consulta frequente produz desgastes inevitáveis no suporte, deposita sujidades e pode acabar por afetar a leitura do documento. Sobremaneira em se tratando de um material maleável, higroscópico e poroso, o manuseio deve atentar-se para não deixar marcas, dobras, rasgos e depositar impurezas sobre a obra, sempre levando em conta o estado de conservação do documento, que exige mais ou menos cuidados nesse sentido. Uma questão importante nesse sentido é a conscientização dos consulentes por parte da biblioteca, no sentido de orientá-los sobre a maneira correta de manipular a obra. O transporte adequado também está incluído na questão do manuseio e deve ser planejado pela instituição de modo que haja suporte adequado para o deslocamento do material do acervo para a área de consulta e vice-versa.

O bom acondicionamento é um aliado fundamental na manutenção de uma obra e pode estender significativamente a longevidade do documento. O ideal é que haja a criação de camadas de proteção com materiais de qualidade arquivística, não superlotando gavetas e prateleiras, o que já é feito de maneira adequada por parte da Biblioteca da ECA no caso da partitura de Gilberto Mendes.

A criação de um planejamento das condições de manuseio e a adequação da armazenagem de documentos são práticas de baixo ou nenhum custo que podem diminuir a necessidade de uma obra passar futuramente por um processo mais invasivo de conservação ou restauro. Nesse sentido, o registro de consultas da partitura não é realizado de maneira sistemática, o que prejudica tanto o conhecimento da frequência de consulta quanto a necessidade de limitação da disponibilidade do documento nos casos em que for possível a consulta de uma versão digitalizada.

4.3.5. Agentes biológicos

O aparecimento de microrganismos (fungos e bactérias), insetos xilófagos (baratas, traças, brocas, piolhos de livro e cupins) e roedores, se dá por conta do mal controle das condições climáticas, das sujidades decorrentes do manuseio incorreto, da presença de potenciais alimentos para determinadas classes de pragas de acervos, e de acidentes, como as enchentes. Alguns autores também incluem na categoria de agentes biológicos as degradações advindas da ação humana.

Em se tratando dos acervos brasileiros, a questão do clima tropical (quente e úmido) atuante na maior parte do país é um fator de grande preocupação.

“No que diz respeito ao comportamento biológico dos insetos bibliófagos, as condições climáticas dos países localizados na zona tropical indicam elevadas taxas de temperatura e umidade relativa, favorecendo, sobremaneira, a atuação danosa destes insetos no Patrimônio bibliográfico e documental.” (CASTRO, 2008)

Já em 1817, em *Corografia Brasílica*, Pe. Manuel Aires de Cabral refere-se à cidade de São Paulo como um local ideal para a fundação de uma universidade, pois seria a região onde os insetos “menos danificam bibliotecas” (CASTRO, 2008, p.55). Isto porque, a cidade de temperaturas teoricamente mais amenas à época, não seria propícia à procriação dos insetos que, por não regularem a temperatura de seus corpos, desenvolvem-se rapidamente em climas acima de 25°C. Apesar da teoria bem estabelecida sobre o clima da cidade, fatores como o crescimento desordenado da metrópole, que resultaram em oscilações desajustadas no regime de chuvas e ilhas de calor, já mencionados anteriormente, não estavam previstos no olhar do sacerdote do século XIX. Soma-se a estes fatores questões de políticas de investimento em instituições de salvaguarda, que muito frequentemente carecem dos subsídios necessários e mesmo dos mais fundamentais. Neste sentido, o controle de umidade e temperatura por parte das entidades volta ao debate. Isso porque o calor e a umidade relativa elevados são altamente propícios ao desenvolvimento de insetos e fungos.

A despeito de que poucos organismos possuem enzimas para a digestão da celulose, principal componente do papel, esta é o alimento preferido dos coleópteros (como as brocas, as quais produzem enzimas digestivas de celulose) e isópteros (como os cupins, os quais dispõem de bactérias em seu sistema digestivo que são total ou parcialmente responsáveis pelo processamento da celulose). Além disso, alguns organismos estão em acervos bibliográficos para alimentar-se de outros microrganismos. “Associado à umidade, o ataque biológico ocorre em condições de umidade relativa acima de 70%, patamar em que a proliferação de fungos é elevada.” (SOUZA, 2008, p.6).

No local de guarda da coleção de Gilberto Mendes não foram identificadas nenhuma das pragas ou vestígios da atuação de algum microrganismo, porém, em decorrência da falta de controle ambiental, faz-se necessária a vistoria sistemática do acervo, especialmente nos períodos em que a umidade relativa é mais elevada.

4.4. Estudos de degradação com lâmpadas incandescentes e ultravioleta

Como mencionado anteriormente, um importante fator de degradação tanto dos papéis quanto de tintas, seus corantes e pigmentos, é a exposição às fontes de iluminação. Mais do que luz visível, estas fontes são responsáveis pela transmissão térmica e de radiações no infravermelho e no ultravioleta.

Observar o efeito destas radiações sobre objetos do Patrimônio é importante pois, segundo Mendes (2005, p.292), “a radiação de comprimento de onda curto – como as radiações azuis e violetas, os raios UV próximos e uma parte dos UV médios – favorece o início de reações fotoquímicas, degradando os materiais orgânicos.”.

Estes raios ultravioletas são gerados tanto pela iluminação solar (raios UV-A, que conseguem passar pela camada de ozônio) quanto por fontes de iluminação artificiais, ambas as quais irradiam no ambiente da biblioteca.

Já a radiação no infravermelho possui um maior comprimento de onda e é capaz de atravessar as camadas superficiais dos documentos. É uma radiação também denominada calorífica, por gerar aquecimento. O calor é capaz de acelerar processos de degradação em andamento bem como resultar no termo degradação dos materiais. No caso do papel esse agravante é ainda mais problemático, pois a oxixelulose (substância formada a partir da oxidação da celulose) é muito sensível ao calor e torna-se amarelecida com grande facilidade.

Outro problema derivado do aquecimento é a perda de água, com o agravante de que

“caso haja um grande aumento de temperatura, o calor fornecido ao papel pode ser suficiente para alcançar a energia de ativação de uma reação conhecida como desidroxilação, na qual a substância perde moléculas de água pela combinação de grupos OH e formação de ligações cruzadas.

Após a desidroxilação o papel torna-se muito rígido, já que não há boa movimentação entre as cadeias poliméricas devido às ligações cruzadas. Isto o torna muito quebradiço.” (JUNIOR, 2012, p.132)

A fim de compreender a atuação da radiação de luz visível e ultravioleta na deterioração dos materiais que compõem o manuscrito em estudo, foram realizados testes de degradação em amostras correspondentes ao suporte de papel e aos elementos sustentados.

Tais amostras foram colocadas no interior de câmaras com lâmpada incandescente e ultravioleta durante 129 dias (de 06/11/2017 a 15/02/2018). Ao final do período de degradação das amostras, foi possível observar através de análises com FTIR (modo ATR – *Attenuated Total Reflection*), fotografia de luz visível e microscopia ótica com ampliações de 10 vezes algumas das alterações ocorridas nas amostras advindas das exposições³⁸.

4.4.1. Materiais utilizados nas amostras

As amostras utilizadas nos testes de degradação foram confeccionadas a partir de materiais semelhantes àqueles encontrados na partitura “Música para 12 Instrumentos – Berimbau”.

Para garantir a correspondência entre os papéis que serviram de suporte para as provas, foram adquiridas 2 partituras datadas dos anos de 1955 e 1966³⁹, as quais passaram por teste de composição fibrosa no Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (sob as mesmas condições e com os mesmos equipamentos utilizados nas medidas da partitura original), assegurando que estas fossem produzidas igualmente a partir de coníferas e na técnica de polpação química e processo sulfato (vide Capítulo 3).

Amostras de 1cm² de área destes papéis foram preparadas e depositou-se os seguintes materiais descritos na **Tabela 4.1.**:

Material	Características	Fabricante
Lápis	de grafite 2B	Faber Castel
	de cor vermelha	Faber Castell
	de grafite HB	BIC
	esferográficas cor-de-rosa e azul	BIC

³⁸ As amostras foram analisadas com a mesma técnica antes de serem inseridas nas câmaras de degradação, de modo a registrar seu estado anterior aos testes e obter dados de referência para as análises posteriores.

³⁹ Partitura de “Piano Alemão”, de Wir Haber Ein Klavier. Letra: Johny Bartels. Coleção Fermatacordeon. Editada por Fermata do Brasil – Editores de Música. Impresso do Brasil. Setembro/1955 e Partitura da música “Mamãe passou açúcar em mim”. Letra e música de Carlos Imperial. Gravação Odeon de Wilson Simonal. Fermata do Brasil, 1966.

Canetas	marcador permanente preto	<i>Sharpie</i>
	de tinta líquida na cor preta – <i>Roller-tip Pen 0.5;</i>	<i>AIHAO</i>
Giz de cera	de cor vermelha	Acrilex
Fita adesiva	transparente	Adelbras
Papel	em branco, sem inscrições ou impressão	-
	áreas impressas das próprias partituras	-

Tabela 4.1. – Materiais utilizados nos estudos de degradação.

Desta forma, foram produzidas 10 amostras sobre cada partitura de prova, totalizando 20 fragmentos para teste, conforme **Figura 4.16.**

Figura 4.16. – Fotografia das amostras usadas para degradação e suas identificações.

4.4.2. Especificações das câmaras de luz ultravioleta e incandescente

Partindo do entendimento da relevância desse fator para a boa conservação do documento manuscrito, um dos testes de degradação foram pautados nas alterações provocados pelas fontes de iluminação (calor, luz visível, ultravioleta e infravermelho).

Para a realização dos testes, foram utilizadas duas câmaras de ambiente controlado construídas por Natasha Fioretto Agüero (FIORETTO, 2017). Ambas possuem as dimensões de 30cm x 30cm x 30cm, em acrílico de 1cm de espessura, revestido em papel adesivo fosco na cor preta (**Figura 4.17.**).

Figura 4.17. - Fotografia do sistema desenvolvido por Natasha Fioretto Agüero para a degradação das amostras, composto por duas câmaras com as fontes de radiação U.V. e incandescente e o computador onde são processados os dados coletados pelos sensores.

No interior de uma das câmaras foi instalada uma lâmpada ultravioleta (UV), de 45W, e na outra uma lâmpada incandescente, de 60W. Ambas as caixas possuem sistema de monitoramento de luz, temperatura e umidade relativa, os quais eram registrados e podiam ser visualizados tanto no sistema desenvolvido para computador quanto em tempo real por meio de um display de LCD instalado no exterior das câmaras (**Figura 4.18.**).

Figura 4.18. - Fotografia do display de LCD, construído por Natasha Fioretto Agüero, instalado sobre as câmaras de degradação, contendo informações de temperatura, luminância e umidade relativa.

O sistema utilizado para monitoramento das variáveis do ambiente simulado foi o Arduino Nano⁴⁰; para captar as condições de temperatura e umidade relativa, estavam acoplados sensores DHT22 (um no interior e outro no exterior das câmaras) e para o registro de iluminância um luxímetro TSL2561, com medida em lux.

Todos os dados coletados e registrados de 2 em 2 minutos eram computados em uma tabela de controle, em um arquivo do tipo “.log” onde foram anotados os seguintes parâmetros:

Parâmetros monitorados nas caixas	Valores médios câmara UV	Valores médios câmara incandescente	Valores médios exterior
Temperatura	35,18 °C	39,16 °C	24,83 °C
Umidade relativa	30,26 %	24,6 %	47,11 %
Luminescência	97,69 lux ⁴¹	916 lux	-

Tabela 4.2. – Parâmetros utilizados nas câmaras de UV (ultravioleta) e incandescente com os respectivos valores médios obtidos durante o período de 129 dias de degradação das amostras

Com relação ao ambiente externo, deve-se ressaltar que neste local havia controle de temperatura por meio de ar condicionado e, desta forma, a temperatura no interior das câmaras era mais elevada enquanto a umidade relativa era menor.

As amostras estudadas foram arranjadas espacialmente no interior das câmaras de modo que pudessem ficar expostas às maiores intensidades de radiação e temperatura (no caso da lâmpada incandescente). Estando as lâmpadas centralizadas na parte superior das

⁴⁰ Segundo FIORETTO (2017, p.144) “Arduino é um microcontrolador de baixo custo e programação simples para controle de saídas / entradas analógicas e digitais, bem como interfaceamento entre outros computadores mais complexos como LCDs, placas de ethernet, controladores e atuadores, etc.”.

⁴¹ Temos que, por exemplo, em um escritório (com tarefas visuais), a iluminância fica em um intervalo entre 500 e 1000 lux. Os valores registrados em uma região periférica da caixa UV encontram-se abaixo deste valor, mesmo considerando a região central da caixa, onde o fator é multiplicado por 3. Enquanto que para a lâmpada incandescente, os valores registrados, e ainda multiplicado por fator 3, estão bem acima da quantidade de lux de um escritório.

câmaras, a área de maior intensidade de temperatura e iluminância é igualmente a região central da parte inferior da caixa.

4.4.3. Análises de FTIR nas amostras degradadas

De modo a identificar a correlação entre as amostras utilizadas no teste de degradação e os materiais presentes na partitura de Gilberto Mendes, bem como as possíveis alterações decorrentes do processo de exposição à irradiação luminosa sobre as amostras de teste, foram realizadas análises com a técnica de FTIR. Aqui é importante salientar novamente as limitações da técnica no sentido de que ela não é quantitativa e desta forma não é possível identificar a diminuição ou a formação de compostos nas amostras. De qualquer maneira, ela é competente em apontar alterações em algumas ligações químicas, bem como permite caracterizar certos elementos que podem ajudar a fazer um paralelo com os materiais contidos na partitura original.

Com relação aos papéis das amostras e aquele suporte da partitura manuscrita, há grande semelhança na composição dos três materiais, como pode ser observado nos espectros apontados na **Figura 4.19.**, indicando que os três substratos possuem grande semelhança não apenas com relação à matéria-prima e ao meio de fabricação, mas também no tocante à composição química.

Figura 4.19. – Gráfico comparativo dos espectros de FTIR da partitura de Gilberto Mendes, amostra de prova de 1955 e amostra de prova de 1966.

As semelhanças estão especialmente na presença de bandas relacionadas à celulose (3430 , 1379 , 1332 , 1159 e 896 cm^{-1}) e à lignina (1648 , 1507 , 1425 , 1332 e 1280 cm^{-1}) (MILDEMBERGER et al.,2016). No espectro da amostra de 1966 (em verde, na **Figura 4.19.**) pode-se verificar a presença de bandas referentes à ligação O-H, possivelmente relacionada ao caulim, o qual não se encontra nos demais espectros. Isso porque o caulim é altamente higroscópico e interage com as moléculas de água presentes no ambiente. Neste papel de prova e na partitura original, está destacada a presença de hemicelulose, com banda em torno de 811 cm^{-1} .

Há diferenças na intensidade de bandas relacionadas à carbonila (C=O, na lignina), éter (C-O-C, na celulose) e hidroxila (O-H, presente na água e na celulose) (MILDEMBERGER et al.,2016). A banda do comprimento de onda 2362 cm^{-1} refere-se a algum composto nitrogenado, presente na amostra ou no ambiente.

Com relação à degradação, na amostra sobre papel da partitura de 1955 (**Figura 4.20.**), irradiada com iluminação UV, pode-se observar alterações nas bandas 2940 cm^{-1} (também possivelmente atrelado à ligação O-H). Há também alguma alteração nas bandas entre 1500 e 1700 cm^{-1} .

Figure 4.20. – Espectros referentes às amostras confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1955.

O surgimento de banda em torno de 1658 e 1560 cm^{-1} na amostra degradada com irradiação incandescente (circulado em vermelho, na **Figura 4.20.**) deve estar relacionada à formação de ligações entre carbono e nitrogênio (C-N), em decorrência da deformação das ligações N-H das amins primárias (MILDEMBERGER et al., 2016). Na partitura de prova de 1966, não foram observadas alterações advindas da exposição às fontes de iluminação, através da técnica de FTIR (**Figura 4.21.**).

Figura 4.21. - Espectros referentes às amostras confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1966.

A olho nu e pela micrografia das **Figuras 4.22 e 4.23** pode-se observar uma sutil alteração cromática, especialmente nas amostras expostas à radiação ultravioleta. A alteração cromática do papel provavelmente está relacionada à fotodegradação. Inclusive é possível distinguir um leve escurecimento na amostra que esteve exposta à luz ultravioleta (mais energética). Os grupos cromóforos têm sua formação iniciada com a oxidação desencadeada pela energia fornecida pela fonte de iluminação e tem como principais produtos a molécula de monóxido de carbono ($C=O$, observadas nas análises de FTIR) e oxixelulose (JUNIOR, 2012, p. 131). Como dito anteriormente, a oxixelulose é altamente reagente e, especialmente na presença de temperaturas elevadas, tende a tornar-se ainda mais amarelada. Esta propriedade foi descrita igualmente por Schaeffer (2001, p.57), em estudo que constata que papéis de polpa celulósica expostos à radiação ultravioleta⁴² desencadeiam mais rapidamente outros processos de degradação subsequentes.

⁴² No caso do estudo de Schaeffer o período de exposição à radiação ultravioleta utilizado foi de 50 horas.

Figura 4.22. - Micrografias com ampliação de 10x, de amostras sobre papel de 1955.

Figura 4.23. - Micrografias com ampliação de 10x, de amostras sobre papel de 1966.

A lignina presente nas amostras, ainda que em porção reduzida, pode sofrer transformações por absorver a luz ultravioleta e formar radicais livres, resultando na quebra de ligações atômicas e na formação de compostos coloridos. A interação com o oxigênio durante estes processos também pode gerar a formação de novos radicais livres, alimentando as reações (SCHAEFFER, 2001, p. 58).

Com relação ao lápis grafite, pôde-se comparar os espectros de FTIR analisando uma das áreas com inscrição à lápis grafite na partitura original e as provas utilizadas para os testes de degradação (lápis 2B e HB, sobre papel de partituras dos anos 1955 e 1966), apresentados na **Figura 4.24.** Como o grafite é uma substância pura (formada apenas por carbonos em ligações simples), ele é inativo no infravermelho. Assim, muitas das bandas parecem estar relacionadas ao papel que está abaixo da camada de lápis.

Figura 4.24. – Gráfico comparativo dos espectros de FTIR da partitura de Gilberto Mendes, amostra de prova de 1955 e amostra de prova de 1966, com lápis grafite HB e 2B.

Os materiais apresentam um espectro muito semelhante, apesar de o pico em torno de 980 cm^{-1} estar menos intensificado na área com grafite da partitura. Alterações na linha de base do espectro referente à partitura de Gilberto Mendes podem estar relacionadas à sensibilidade do aparelho ao realizar análises em ambientes com condições diferentes, uma vez que o manuscrito foi analisado na biblioteca e as amostras no interior do laboratório. Ao comparar os espectros levados à degradação (**Figura 4.25.**), é possível observar que esse pico sofre alteração após a exposição à radiação luminosa. Isso porque, apesar de materiais a base de carbono serem muito estáveis, aglutinantes e outros aditivos poderem afetar a pureza e as propriedades do produto. A banda 978 cm^{-1} , intensificada nas amostras degradadas, pode estar relacionada ao modo vibracional da molécula P-O-P (fosfato) presente na argila (a qual pode muito facilmente conter esse contaminante).

Também é possível observar um sutil achatamento das bandas 2913 e 2848 cm^{-1} , após o processo de degradação, as quais devem referir-se à ligação simples carbono-hidrogênio.

Figura 4.25. - Espectros referentes às amostras de lápis grafite 2B confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1955.

A olho nu, não foram observadas quaisquer alterações cromáticas ou relacionadas à textura e à maleabilidade da amostra de lápis grafite 2B (**Figuras 4.26. e 4.27.**).

Figura 4.26. - Micrografias com ampliação de 10x, de amostras sobre papel de 1955.

Figura 4.27. - Micrografias com ampliação de 10x, de amostras sobre papel de 1966.

O mesmo pode ser descrito com relação às amostras com lápis grafite HB (**Figuras 4.28. e 4.29.**).

Figura 4.28. – Micrografias com ampliação de 10x. Da esquerda para a direita: amostra de controle; amostra degradada com ultravioleta e amostra degradada com lâmpada incandescente, sobre papel de 1955.

Figura 4.29. – Micrografias com ampliação de 10x. Da esquerda para a direita: amostra de controle; amostra degradada com ultravioleta e amostra degradada com lâmpada incandescente, sobre papel de 1966.

Com relação à caneta esferográfica cor de rosa encontrada na partitura e suas correlações com as amostras levadas à degradação, é possível observar, antes de tudo, que poucas são as diferenças entre os espectros produzidos pela análise do papel da partitura em branco e da área com inscrição à caneta cor de rosa. O espectro desta região do manuscrito, quando comparado àquele referente às amostras levadas à degradação, possui uma banda sutilmente mais intensa, na altura de 1588 cm^{-1} , a qual está explicitamente destacada nas amostras não degradadas (**Figura 4.30.**).

Figura 4.30. – Gráfico comparativo dos espectros obtidos através de análises com FTIR sobre o papel da partitura e áreas contendo inscrição à caneta cor de rosa da partitura e das amostras.

A banda em destaque é sensivelmente atenuada após o processo de degradação reproduzido com as amostras, como se observa na **Figura 4.31**. É possível conjecturar que há alguma possibilidade de esse pico ter estado presente originalmente na inscrição da partitura e, em decorrência do processo de degradação natural, hoje há uma quantidade pequena de ligações relacionadas à esta banda.

Figura 4.31. - Espectros referentes às amostras de caneta esferográfica cor de rosa confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1966.

Daniela Feraru (2013, p.76), ao analisar canetas esferográficas azuis e pretas, pontua que através de espectroscopia FTIR notou a presença de um pico em 1580 cm^{-1} , o qual representaria uma “forte evidência da presença de grupos amina ($\delta\text{ N-H}$)”, aspecto que pode ser confirmado “pelo aparecimento de bandas vibracionais em torno de $1050 - 1100\text{ cm}^{-1}$, referentes à ligação C-N.” (tradução nossa).

Grupos amina estão presentes com frequência em corantes, atuando como auxocromos (do grego *auxanō*, “aumentar”, e *chrōma*, “cor”), isto é, nestes casos, a amina está presente em um grupo funcional que, quando ligado a um grupo cromóforo (grupos de átomos que realizam transições eletrônicas responsáveis pela sensação de cor atribuída a um objeto), modifica a capacidade desse último em absorver luz e, consequentemente, altera a cor do composto do qual faz parte. Outra propriedade importante dos grupos auxocromos é a de conferir uma maior afinidade da estrutura de cor com a fibra sobre a qual a substância colorante é aplicada (GOMES, 2000, p. 7).

Um segundo indício de que esse pode ser o caso da tinta estudada seria a alteração cromática observada nas amostras degradadas pelas radiações (**Figuras 4.32 e 4.33**).

Figura 4.32. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostra sobre papel de 1955.

Figura 4.33. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostra sobre papel de 1966.

É sabido que os corantes em geral são muito suscetíveis à descoloração (NGUYEN, 2016, p.78), porém continuam a ser usados pelas indústrias para esta finalidade, entre outros motivos, pelo baixo custo. Entre aqueles que apresentam esse grupo em sua estrutura estão os corantes Azo (apresentam grupo $-N=N-$ ligado ou não a um sistema aromático), os de Azina (apresentam grupo $RR'C=N-N=CRR$), além da Fucsina, Pararosanilina, Violeta de Metila, entre outros. Dentre os corantes Azo utilizados com frequência pela indústria na formulação de tintas estão o Ponceau 4R, o Vermelho 40 e a Tartrazina, enquanto de Azina há a Rodamina B, a Malva ou Malveina, o Basic Red 2 (Safranina T) e a Negrosina (Acid Black 2). Uma triagem a partir da coloração destas substâncias aponta como mais prováveis de estarem presentes nestas amostras a Fucsina e a Rodamina B. Uma combinação de corantes também é uma possibilidade neste caso.

A Fucsina ou hidrocloreto de rosanilina (de fórmula molecular $C_{20}H_{20}N_3.HCl$) é um corante orgânico derivado da anilina desenvolvido na década de 1850. Também é muito utilizada na indústria têxtil. Já a Rodamina B ($C_{28}H_{31}ClN_2O_3$) é um corante orgânico, sintetizado pela primeira vez em 1887. Sob irradiação luminosa e especialmente sob radiação ultravioleta (UV), sofre descoloração, passando de rosa a amarelo esverdeado, por conta da perda gradual dos grupos metil e consequente desaparecimento da estrutura cromófora. Também é sabido que em condições ácidas, tem alteração cromática e torna-se amarelo alaranjado (DHAHIR et al., 2014). Outra evidência da presença desse

composto seria a banda em torno de 698 cm^{-1} , que pode indicar a presença de anéis aromáticos contidos na Rodamina.

As amostras de caneta esferográfica de cor azul (**Figura 4.34.**) e de marcador permanente preto (**Figura 4.35.**) apresentaram igualmente decréscimo da banda em torno de 1580 cm^{-1} . Além da relação com a amina, uma alternativa passível de ser aplicada ao caso seria a ligação desta banda com a presença da resina epóxi (LEE et al., 2012, p.265). Um epóxido largamente utilizado na composição de tintas para escrita é o glicol (etileno glicol e polietileno glicol). No início da década de 1950, esse composto surge como um substituto do óleo na composição destas tintas, pois apresentava vantagens com relação ao tempo de estabilização (volatilização e polimerização). A base de óleo levava entre 5 e 10 anos para total consolidação, enquanto o glicol necessita de um intervalo de apenas 2 ou 3 anos para conclusão do mesmo processo, contados a partir da deposição da tinta sobre o papel (BRUNELLE, 1992). Uma das propriedades de interesse é a capacidade da substância em passar do estado líquido (original) para o sólido quando em contato com um catalisador.

Sua função na tinta é ajustar a viscosidade e, quando seca, forma uma ligação química de aderência entre a tinta e o papel (EZCURRA et al. 2010, p.4). Assim, sua degradação pode afetar propriedades relacionadas a estas qualidades do material.

Figura 4.34. - Espectros referentes às amostras de caneta esferográfica azul confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1955.

Figura 4.35. – Gráfico comparativo dos espectros da área com inscrição à caneta preta na partitura e amostra de marcador permanente sobre papel da partitura de 1955.

Ao comparar as amostras com os espectros observados na partitura original, não é possível afirmar terminantemente que há correlações entre os materiais, mesmo porque o espectro referente à área com inscrição à caneta esferográfica azul assemelha-se em grande proporção ao espectro de área do papel da partitura em branco (vide Capítulo 3). Da mesma forma, referente à transformação ocorrida com os espectros da caneta esferográfica após o processo de degradação, observa-se que o pico em torno de 1580 cm^{-1} decai significativamente após a irradiação (**Figura 4.35.**) e, desta forma, não há garantias de que, mais uma vez, essa banda não esteve mais intensa originalmente na área com inscrição da partitura de Gilberto Mendes.

Já o decréscimo da banda 1360 cm^{-1} nas amostras desse mesmo material após a degradação, segundo Daniela Feraru (2014, p.116), deve estar relacionado à quebra de moléculas de CH_3 (metila), presentes em corantes triarilmetano (1360 cm^{-1}). Dentre os corantes desta classe e com cor azul, três famílias são comumente usadas na síntese de canetas esferográficas: Violeta de Metila, o Crystal Violet e Victoria Blue. A região mais relevante para identificação destes corantes está entre 1800 e 650 cm^{-1} , onde encontram-se as bandas de absorção típicas (SILVA et al. 2013, p.124). Por eliminação, a presença da ligação C-Cl, apontada na banda 788 cm^{-1} , indicaria que o corante não é o

Victoria Blue, já que esse não possui o elemento cloro em sua formulação, ao contrário dos outros dois.

No caso do Violeta de Metila ($C_{24}H_{28}N_3Cl$) e do Crystal Violet ($C_{25}N_3H_{30}Cl$), é interessante observar que eles podem ser convertidos um em outro, por meio da perda de um grupo metil (CH_3), tornando a coloração azul menos intensa neste caso. Esta alteração pode ser observada na região $1355-1395\text{ cm}^{-1}$ e $1430-1470\text{ cm}^{-1}$, circuladas em laranja na **Figura 4.34.**, evidenciando que esse pode ser o caso da amostra em questão. De qualquer forma, ambos os corantes são instáveis e podem decompor não apenas sob irradiação luminosa, mas também na ausência de luz devido a oxidação pela atmosfera (GORSHKOVA, 2016, p.240; EZCURRA, 2009, p.3). Segundo Gorshkova (2016, p.244), a luz tem efeito notável sobre a degradação desse tipo de corante, enquanto a temperatura não parece influenciar de maneira significativa as propriedades destes compostos. Esta influência foi observada nas amostras degradadas (**Figura 4.35.** e **Figura 4.36.**).

Figura 4.35. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostra de caneta esferográfica azul sobre papel de 1966.

Figura 4.36. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostra de caneta esferográfica azul sobre papel de 1955.

A caneta de tinta líquida preta, antes do processo de degradação, apresenta um espectro com algumas diferenças em relação à área com inscrição à caneta preta da partitura, porém, após o processo de degradação, as bandas mais intensas decrescem e os espectros ficam mais semelhantes ao da partitura manuscrita (**Figura 4.37.**). De

qualquer forma, em comparação com o espectro do papel em branco, não há diferenças significativas e, logo, não é possível fazer quaisquer afirmações a respeito da correlação entre esse tipo de tinta e aquela encontrada na partitura em estudo.

Figura 4.37. - Espectros referentes às amostras de marcador permanente confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1955.

O que pode ser mencionado através da observação dos espectros das amostras é que o pico em 1471 cm^{-1} pode estar relacionado a um anel aromático e aquele em 1200 cm^{-1} a compostos de enxofre. Há a possibilidade de estas estruturas estarem relacionadas à presença do corante Negro de Enxofre, o qual, assim como os demais corantes de enxofre, é altamente insolúvel em água (GUARATINI, p.73, 1999), justificando sua aplicação em uma caneta de tinta permanente.

Com relação à alteração cromática provocada pelo processo de degradação, pode-se perceber, mesmo a olho nu, alguma descoloração especialmente na amostra irradiada com lâmpada incandescente (**Figuras 4.38. e 4.39.**). O fato pode indicar a sensibilidade da tinta a radiação.

Figura 4.38. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostra de caneta permanente sobre papel de 1966.

Figura 4.39. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostra de caneta permanente sobre papel de 1955.

As áreas da partitura com inscrições à lápis vermelho tiveram seus espectros comparados com os de lápis de cor e giz de cera dessa mesma cor (**Figura 4.40.**). Uma vez que ao comparar a área em branco do papel com aquela onde está presente inscrição com lápis vermelho não é possível identificar diferenças entre os espectros, não é possível pontuar que esse material se assemelha majoritariamente ao giz de cera ou ao lápis de cor.

Figura 4.40. – Gráfico comparativo do papel e do lápis vermelho da partitura e das amostras de giz de cera e lápis de cor vermelho.

Os dois espectros das amostras possuem bandas muito características das ceras, entre 2955 cm^{-1} e 2847 cm^{-1} (ligações C-H). Estas poderiam referir-se à cera de carnaúba (**Figura 4.41.**) ou à cera de abelha (**Figura 4.42.**).

Figura 4.41. – Espectro da cera de carnaúba pura.⁴³

⁴³ Fonte: Database of ATR-FTIR spectra of various materials. Carnauba wax. Disponível em http://lisa.chem.ut.ee/IR_spectra/paint/binders/carnaubawax/. Acesso em 12/05/2018.

Figura 4.42. - Espectro da cera de abelha em FTIR modo ATR.⁴⁴

Além disso, ao buscar o espectro do giz em banco de dados do software OPUS Spectroscopy, da Bruker®, encontra-se o espectro correspondente a ácidos graxos como semelhante à amostra (**Figura 4.43.**).

Figura 4.43. – Gráfico comparativo dos espectros de ácidos graxos (em azul, no gráfico) e da amostra de giz de cera (em vermelho, no gráfico).

⁴⁴ Fonte: Database of ATR-FTIR spectra of various materials. Beeswax. Disponível em http://lisa.chem.ut.ee/IR_spectra/paint/binders/beeswax/. Acesso em 12/05/2018.

O espectro referente ao lápis de cor parece apontar a presença de cera de carnaúba, cujos picos característicos de absorção encontram-se em 1600 e 1515 cm^{-1} , devido à presença de compostos aromáticos, ausentes na cera de abelha.

O comportamento que pôde ser observado após o processo de degradação no caso do lápis de cor vermelho foi que, após a exposição, especialmente à lâmpada incandescente, os picos entre as bandas 1750 e 1150 cm^{-1} sofrem achatamento indicando alterações nas ligações correspondentes à estas bandas após a degradação (**Figura 4.44.**). Desta forma, a ausência de bandas indicativas no espectro da inscrição em vermelho na partitura poderia apontar para o desaparecimento de alguma substância correlata ao longo do envelhecimento natural sofrido pela partitura.

Figura 4.44. - Espectros referentes às amostras de lápis de cor vermelho confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1966.

Com relação à contribuição dos pigmentos ali presentes, de acordo com a *Colored Pencil Society of America* (CPSA), as maiores alterações de degradação são ocasionadas pela atuação da radiação luminosa⁴⁵ sobre estas substâncias. Assim, acredita-se que o

⁴⁵ Inclusive, por esse motivo, no ano de 2003 é publicado pela *American Society for Testing Materials* (ASTM) em conjunto com a CPSA, produtores de lápis de cor e conservadores, a medida D6901 – *Standard Specification for Artists' Colored Pencils*. Seu objetivo é qualificar a resistência desse material à luz solar e à iluminação com arco-xenônio, simulando os efeitos à exposição natural. A partir destas

pigmento ou os pigmentos utilizados na confecção do lápis sejam de boa resistência à estas radiações.

No caso das amostras de giz de cera levadas às câmaras de degradação, foram observadas alterações especialmente nas amostras irradiadas com lâmpada incandescente, e no espectro entre as bandas 1100 e 500 cm^{-1} , onde o espectro é inteiramente intensificado (**Figura 4.45.** e **Figura 4.46.**). Não é possível apontar com precisão qual evento é responsável por essa resposta do material, porém, como o comportamento repete-se após diversas medições, acredita-se que a radiação incidida provoca alteração de alguma natureza na amostra.

Figura 4.45. - Espectros referentes às amostras de giz de cera confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1955.

análises foram criadas categorias I, II, III, IV e V, sendo I a mais resistente e V a mais suscetível à fotodegradação. Desta forma, uma vez identificado o pigmento que compõe o lápis, é possível consultar o banco de dados e verificar sua capacidade de resistência à radiação luminosa.

Figura 4.46. - Espectros referentes às amostras de giz de cera confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1966.

O espectro resultante da análise de uma área com impressão de linhas na partitura de Gilberto Mendes não apresentou diferenças em comparação com o espectro de uma área de papel em branco. Desta forma, é difícil apontar por meio desta técnica se há ou não aproximações entre esta tinta e aquelas presentes nas amostras levadas às câmaras de degradação (**Figura 4.47.**). De qualquer forma, as amostras expostas às radiações não apresentaram quaisquer alterações observáveis por meio da técnica de FTIR (**Figura 4.48.**) nem por meio de micrografia (**Figura 4.49.** e **Figura 4.50.**).

Figura 4.47. – Gráfico comparativo dos espectros de FTIR-ATR de papel e área impressa da partitura de Gilberto Mendes e de amostras de impressão sobre papel de 1955 e 1966.

Figura 4.48. - Espectros referentes às amostras de fita adesiva confeccionadas sobre a partitura de prova do ano de 1955.

Figura 4.49. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostra sobre papel de 1955.

Figura 4.50. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostras sobre papel de 1955.

No caso das amostras de fita adesiva analisadas, não foram observadas alterações após o processo de degradação. Da mesma forma, não é possível identificar correlações entre a fita presente na partitura manuscrita e a fita utilizada como material de prova (**Figura 4.51.**).

Figura 4.51. - Imagem dos espectros obtidos por análise segundo a técnica de FTIR sobre duas áreas da partitura de Gilberto Mendes onde há inscrição com fita adesiva e sobre amostra do mesmo material utilizada para simulação de degradação, sobre papel de 1955.

A olho nu, não foram observadas alterações cromáticas ou de viscosidade do adesivo, como acontece na fita presente na partitura de Gilberto Mendes. São algumas as possibilidades da não alteração, entre elas o período reduzido de exposição – que pode não ter sido suficiente para desencadear algum processo de degradação ou o aperfeiçoamento da qualidade desse tipo de material ao longo do tempo – demanda que vem sendo considerada pela indústria desde fins da década de 1980 (**Figuras 4.52 e 4.53.**).

Figura 4.52. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostras de fita adesiva sobre papel de 1955.

Figura 4.53. – Micrografias com ampliação de 10x, de amostras de fita adesiva sobre papel de 1955.

Referente à natureza do material de que é composta a fita, pode-se afirmar, com base no espectro de FTIR-ATR, que se trata do polímero polipropileno (PP), como pode ser observado no gráfico abaixo (**Figura 4.54.**).

Search Library

Figura 4.54. – Gráfico comparativo dos espectros da fita presente na amostra (em vermelho, no gráfico) e do polímero polipropileno (em azul, no gráfico).

Capítulo 5

A Conservação Preventiva e sua aplicação no contexto do documento manuscrito

“(...) hoje podemos falar claramente sobre a conservação como uma disciplina que é baseada no método, enquanto anteriormente esta era uma profissão que se baseava tão somente em conhecimentos empíricos. No contexto de tais mudanças, as relações que surgiram entre os dois componentes da conservação moderna – o que é relevante às ciências humanas e o que é relevante para a técnica e para as ciências exatas – merecem atenção especial.”

PHILIPPOT, Paul, “Restauration from the Perspective of the Humanities”, 1983. In: CASTRO, 2008.

5.1. A Conservação Preventiva e sua prática no âmbito dos materiais contemporâneos

Desde antes do início da era cristã há registros de técnicas desenvolvidas para a preservação de documentos. Os egípcios armazenavam seus rolos de pergaminho em caixas impregnadas com solução de óleo de cedro; em Jerusalém, desde o século VI a.C., pergaminhos eram guardados no interior de jarros cilíndricos de cerâmica, como foram encontrados os Pergaminhos do Mar Morto.

Já na Idade Moderna, como sucessão de diversos processos de aperfeiçoamento de técnicas e funções, começam a aparecer diversos episódios que encaminham os conhecimentos desenvolvidos para uma sistematização e constituição da Conservação-Restauração como uma área de conhecimento separada das Artes e das Ciências, apesar de contê-las como pauta.

A transformação das práticas empíricas e artesanais em metodologias embasadas é catalisada com a inserção da Química no campo das Artes, no início do século XIX. Nesse sentido Jean Chaptal tem papel importante na exploração da interface,

produzindo obras como “*La chimie, peut-elle servir aux arts*” (Paris, 1805), “*Chimie appliquée aux Arts*” e “*Sur quelques couleurs trouvées à Pompéi*” (Paris, 1808). Outro marco importante é a criação do *The Chimical Laboratory of the Royal Museums in Berlin*, em 1888, considerado o primeiro laboratório de restauração em museu e dedicado principalmente ao tratamento de acervos arqueológicos (CASTRO, 2012).

Em 1898, sob a organização de Franz Ehrele, prefeito da Biblioteca Apostólica Vaticana, acontece a Conferência Internacional de San Gallo. O evento é considerado por muitos estudiosos como o marco do nascimento do “moderno restauro”, pelo caráter de verificação e validação da eficácia dos métodos até então em vigor, através do desenvolvimento de um debate científico entorno não apenas da Restauração, mas também da Conservação de acervos (CASTRO, 2012).

Esses termos, juntamente à Conservação Preventiva e à Conservação Curativa fazem parte de um mesmo esforço de salvaguarda do patrimônio, apesar de se distinguem pelos objetivos das ações e medidas que abrangem. De acordo com as definições do International Council of Museums (ICOM)⁴⁶, Conservação é toda medida ou ação que tenha como objetivo a salvaguarda do Patrimônio cultural tangível, assegurando sua acessibilidade às gerações atuais e futuras. Segundo o mesmo órgão, Conservação Preventiva é o conjunto de medidas direcionadas a expor minimamente uma obra aos agentes deteriorantes e evitar que ações de degradação sejam desencadeadas. Já a Conservação Curativa atua no sentido de deter processos danosos já existentes ou promover um reforço estrutural a um objeto, diferentemente da Restauração, que é aplicada quando o Patrimônio já perdeu parte de seu significado ou função através de alterações passadas.

São passíveis da aplicação destes tratamentos objetos de diferentes origens e finalidades, que como bens culturais, devem ser preservados para as futuras gerações como memória das culturas, registro de uma atividade, do pensamento de uma época ou de uma obra pessoal (ABER, 1988). Isto desde que se tenha conhecimento das particularidades do suporte da obra (época de produção, tipo, qualidade), dos elementos sustentados (tintas, pigmentos, carimbos, selos, lacres), sua concepção estética, propriedades físicas e químicas dos materiais que os compõem, seus elementos

⁴⁶ Livre tradução da Resolução adotada pelos membros do ICOM-CC durante a XVª Conferência Trienal em Nova Delhi, de 22 a 26 de Setembro de 2008.

químicos e compostos integrantes ou uso e valor histórico-artístico-social (JUNIOR, 2012).

Neste ínterim, os objetos confeccionados a partir de materiais da indústria moderna e contemporânea são um verdadeiro desafio para os profissionais de museus e bibliotecas, pois além das patentes e confidencialidade da indústria, poucos estudos vêm sendo realizados quanto aos modos de preservá-los⁴⁷.

Considerando-se que a gama de materiais disponíveis para a produção de registros está em constante crescimento e que, conseqüentemente, estas ferramentas são usadas para a confecção de documentos de importância histórica e artística, é fundamental que o conservador-restaurador reconheça estes materiais e crie metodologias para lidar com documentos compostos por eles.

Neste sentido, o objeto contemporâneo⁴⁸ interessa à pesquisa em conservação pois, sendo uma demanda que se dá no tempo do hoje, é passível de preservação em seu estado mais próximo do original. Assim, estando um documento⁴⁹ de produção recente em bom estado de conservação e, sendo conhecidos os fatores que contribuem para sua deterioração bem como os parâmetros necessários para mantê-lo o mais inerte possível, acredita-se que é possível estender sua vida útil com grande eficiência.

⁴⁷ Há um amplo conteúdo exploratório da questão da composição e degradação dos materiais de escrita contemporâneos voltados à área de ciências forenses, especialmente em se tratando das canetas esferográficas e de ponta feltrosa. Porém, relativa à preservação, a produção é escassa e pouco específica no sentido de desenvolvimento em torno de formulações disponíveis no mercado e seu comportamento esperado, bem como no que tange seus modos de conservação.

⁴⁸ Quanto à determinação do recorte temporal que a definição de “contemporâneo” abarca, há uma grande discussão nos campos das Artes, da Filosofia e da História. Neste trabalho, utiliza-se a noção de contemporâneo no sentido daquilo que se mantém em uso corrente, que ainda se produz. George Agamben (2009, p.59) discorre a respeito da contemporaneidade problematizando a dualidade temporal que se enquadra muito bem na discussão da preservação, com relação ao distanciamento do hoje. Segundo o autor, o contemporâneo “(...) é uma singular relação com o próprio tempo, que adere a esse e, ao mesmo tempo, dele toma distâncias; mais precisamente, essa é a relação com o tempo que a esse adere através de uma dissociação e um anacronismo.”. A partitura de Gilberto Mendes, confeccionada no ano de 1961, foi produzida com ferramentas de escrita de uso corrente ainda nos dias de hoje, apesar das alterações nas fórmulas e aperfeiçoamentos nas proporções e qualidades dos compostos.

⁴⁹ Segundo o Manual Técnico de Preservação e Conservação (2011, p.3), o termo documento “(...) ainda que seu uso corriqueiro esteja associado à ideia de fonte textual, tem sentido forte de informação e, aplica-se a livros, revistas, jornais, selos, fotografias, monumentos, edifícios, etc. A origem latina do termo (*docere*) indica que o documento é aquilo que informa alguma coisa a alguém.”.

É verdade que ao longo dos anos, pensando no caso dos materiais de escrita (de qualidade)⁵⁰, os fabricantes vêm se aperfeiçoando no sentido de oferecer um material que apresente melhor durabilidade, adesão, absorção pelo substrato e secagem rápida. Estas alterações também acompanharam a evolução dos suportes de modo que eles possam interagir de maneira adequada, apresentando um bom contraste e fixação. Resta aos pesquisadores determinar com alguma precisão o limite desta estabilidade e o contexto de guarda que contribui para a melhor eficiência qualitativa desse empenho.

5.2. O estado de conservação da partitura de Gilberto Mendes

O manuscrito não apresenta até o momento problemas estruturais que impeçam a leitura das informações ali contidas. Porém, alguns pontos prejudicam esta prática e podem vir a agravar-se de modo a comprometer de maneira mais incisiva esta estrutura.

O ponto mais delicado seria o festo que contém reparos em fita adesiva. Essa encontra-se com o filme plástico enrijecido, prejudicando a abertura dos bifólios, assim como apresenta a camada adesiva em processo de degradação, amarelecida e pegajosa. Em alguns pontos sobrepõe áreas com inscrição (**Figura 5.1.**).

Figura 5.1. - Fotografias indicando danos causados pela fita adesiva sobre a partitura. À esquerda, enrijecimento do adesivo prejudica abertura dos bifólios. À direita, região de escrita sobreposta à fita.

⁵⁰ As melhorias aplicam-se de modo mais virtuoso em se tratando dos materiais de boa qualidade, formulados por empresas que se preocupam em criar formulações de excelência e investem em pesquisas neste sentido. Aqueles de categoria inferior vêm prezando majoritariamente pelo barateamento da produção a despeito de uma evolução tecnológica e, desta forma, não se pode afirmar que tenha havido progresso qualitativo expressivo.

Em outras regiões, a fita plástica foi perdida deixando exposto o adesivo sobre o qual foram aderidas sujidades. Em decorrência do processo de degradação, o adesivo também foi transpassado para as páginas adjacentes, provocando manchas no papel (**Figura 5.2.**).

O bifólio externo apresenta-se dissociado do volume e seu festo encontra-se com um grande rasgo, tornando a folha muito suscetível a outros danos por manuseio (**Figura 5.3.**).

Figura 5.2. – Fotografias obtidas a partir de microscopia óptica de áreas da partitura contendo adesivo exposto (à esquerda) e áreas afetadas pelo adesivo em decomposição (à direita).

Figura 5.3. – Imagem fotográfica do bifólio externo da partitura, dissociado, com rasgo e *foxing*.

Em todas as folhas pode-se observar a presença de *foxing*, porém nas páginas externas a concentração dos pontos acastanhados é maior.

5.3. Da deterioração dos materiais

O empenho empregado na identificação e na caracterização dos materiais presentes na partitura “Música para doze instrumentos – Berimbau”, de Gilberto Mendes torna possível o levantamento dos fatores prejudiciais externos aos materiais e seu modo intrínseco de degradação.

A seguir estão elencadas as referências encontradas na literatura no que tange à degradação dos materiais encontrados na partitura.

5.3.1. O Papel

Os processos de degradação química dos papeis ocorrem geralmente por hidrólise, oxidação (formação de grupos carboxílicos), quebra microbiológica ou quebra químico-mecânica (oxidação induzida por estresse mecânico). Todos estes processos diminuem o grau de polimerização da celulose, fragilizando-a (FELLERS, 1989).

A hemicelulose presente no papel produzido por polpa kraft, apesar de estar em pequena quantidade, tem efeito no tocante ao processo de degradação uma vez que tem potencial para autohidrólise.

No que diz respeito aos papeis produzidos pelo processo de polpação kraft, estes são muito inferiores com relação à degradação quando comparados aos papeis produzidos a partir de fibras vegetais puras como o algodão (FELLERS, 1989, p.98). Já quando comparado com aqueles produzidos segundo o processo sulfito, a celulose kraft é mais resistente, refletindo na capacidade de dobra. Outro fator decisivo para a maior permanência do papel é a presença de lignina, que no caso dos papeis obtidos segundo esta técnica é bem diminuta.

As coníferas, como a utilizada na produção do papel da partitura, possuem fibras longas, proporcionando maior resistência ao papel. A gramatura também é mediana e deve contribuir igualmente para a melhoria desta propriedade.

A presença de carbonato de cálcio deve ser útil como desestimulante à acidificação provocada, entre outros fatores, pela presença de poluentes atmosféricos, como o dióxido de enxofre (SO₂).

5.3.2. A impressão

A tinta utilizada no processo de impressão offset é do tipo oleosa, o que poderia trazer infortúnios ao papel já que gorduras oxidam com facilidade. Porém, em se tratando de uma camada ínfima de deposição da tinta, acredita-se que esta não configura um ponto de preocupação significativa no esforço de preservação.

5.3.3. Lápis grafite

O grafite, como o carvão, tem características de permanência em relação à luz, à água e aos microrganismos, sendo aconselhado para anotações em documentos, em vista de sua inocuidade para o papel (VIGIANO, 2009). Não sofre degradação notável quando exposto à radiação luminosa, mas são sensíveis à abrasão e devem ser acondicionados de maneira a evitar atritos. De qualquer forma, a abrasão resulta em quebras apenas física dos cristais, sem alterá-lo quimicamente⁵¹. Com relação à sua resistência à solventes, é pouco suscetível àqueles mais brandos, porém pode sofrer alterações na presença de solventes mais agressivos como a acetona.

A porção composta por argila deve ser mais suscetível a reações, uma vez que contém metais que podem interagir com outros elementos, como o cobre e o ferro.

5.3.4. Canetas esferográficas

Os fatores de degradação mais relevantes para a instabilidade de tintas de caneta esferográfica são o calor, a luz e a umidade, que determinam o tempo de secagem do veículo e conseqüentemente seu ponto de estabilidade, bem como interferem na permanência dos corantes e pigmentos. O calor tem fraca influência no processo de degradação, mas a umidade e especialmente a irradiação luminosa são muito significativas neste sentido. Tendo em vista que o processo de estabilização ocorre em

⁵¹ “Graphite is altered by the grinding, but the disappearance of crystallinity does not mean that the carbon-carbon bonding in the original graphite are broken. The grinding operation does not introduce energy into the system to break many carbon-carbon bonds.” (FRIEDEL, 1971, p. 1151).

média entre o segundo e o terceiro ano após o contato com o meio externo, podemos inferir que passado esse período, a resistência de interação entre a tinta e o ambiente aumenta, em razão do endurecimento da resina e do desaparecimento dos solventes (COSTA-VIEIRA, 2006). Como resultado, durante os primeiros anos de produção do manuscrito os cuidados com o controle de temperatura e umidade devem se dar de maneira mais efetiva visando evitar manchas e esmaecimentos irreversíveis.

Segundo Hofer (2004), o processo de degradação desse tipo de tinta acontece inicialmente de maneira exponencial e se torna praticamente linear com o tempo, ou seja, passa a ser constante. A partir desse ponto, a interferência sobre a tinta se torna menos atuante, o que não significa que o cuidado com o documento possa ser diminuído, visto que o suporte desse pigmento pode estar em constante degradação. Também tem influência no processo de estabilização da tinta a interação com papéis de reserva alcalina (carbonato de cálcio), pois esta reserva age como secante do veículo e interfere no processo natural de secagem e consequente consolidação da tinta.

Como pôde ser observado no Capítulo 3, um pigmento provavelmente utilizado na composição do manuscrito é o Violeta de Metila, relativamente instável sob influência da luz e que sob a ação desta tem sua estrutura decomposta e fragmentada. A degradação desse elemento é acelerada na presença de dióxido de titânio, componente largamente empregado no branqueamento durante a fabricação do papel (COSTA-VIEIRA, 2006).

5.3.5. Caneta preta

Pigmentos de cor preta geralmente são bastante estáveis, inclusive à irradiação luminosa, porém não é possível fazer a mesma afirmação em se tratando dos corantes com esta mesma coloração. Por meio das análises de ciências aplicadas ao Patrimônio não foi possível identificar com segurança a natureza da tinta empregada na confecção da partitura.

De modo geral, canetas do tipo ponta feltrosa ou de tinta líquida possuem veículo muito volátil, uma resina (bastante estável) e um corante ou pigmento (em menor proporção). Dessa forma, o elemento mais passível de ser afetado seria o colorante, geralmente mais suscetível à fotodegradação. A umidade também deve interferir em sua integridade, especialmente quando a substância responsável pela cor é um corante.

5.3.6. Lápis vermelho

A permanência do lápis de cor sob irradiação luminosa depende basicamente da permanência do pigmento sob estas condições, uma vez que a quantidade de ligante está em pequena proporção⁵².

No caso da inscrição vermelha, contendo ela uma carga cerosa, pode-se afirmar que as regiões em que ela aparece são hidrofóbicas, à exceção dos lápis do tipo aquarelável, altamente suscetíveis a esse solvente e inclusive à vapores.

No que tange a temperatura, pode-se afirmar que ela pode vir a interferir também no conteúdo ceroso, uma vez que ele é plástico e apresenta baixo ponto de fusão (a cera de abelha funde entre 62°/65°C e a de carnaúba a 82°C). Isso implica dizer que sobre inscrições com esta mídia não é recomendado, por exemplo, o uso de espátula térmica durante um procedimento de restauro. Alguns pigmentos também podem ser afetados em decorrência de alterações na temperatura.

Ademais, em alguns casos foi observado que papeis sob inscrições com materiais de carga cerosa podem escurecer e tornar-se quebradiço (DUBE, 2001).

5.3.7. Carimbo

Segundo Blüher (1999), os corantes presentes em tintas desta natureza contêm moléculas com grupos químicos que os tornam solúveis em água e, portanto, não são permanentes, mantendo sua solubilidade em água mesmo com o passar do tempo.

Em se tratando de corantes e, sabendo que a finalidade de uso não prioriza a durabilidade, pode-se afirmar que grande parte das tintas são suscetíveis à radiação luminosa, podendo sofrer descoloração.

5.3.8. Fita adesiva

A fita adesiva transparente presente na partitura de Gilberto Mendes encontra-se em processo de degradação. A partir da observação a olho nu e do manuseio, constata-se

⁵² Medida ASTM D4303 – 10. Standard Test Methods for Lightfastness of Colorantes Used in Artists' Materials. 2016.

que a fita plástica não está mais maleável e a camada adesiva apresenta-se viscosa, amarelada e com pontos de sujidades a ela aderidos. Estas condições danificam a partitura pois dificultam a abertura das páginas grudadas.

Segundo SMITH et al. (1983, p.2),

“(...) quando o adesivo oxida, ele passa por distintas etapas de deterioração. Inicialmente há um período de pequena alteração, quando tem início a degradação e é relativamente fácil a remoção do adesivo [...]. Ao progredir da oxidação, esse estágio é seguido por uma abrupta alteração de consistência e cor do adesivo. A massa aderente fica muito pegajosa e oleosa, em partes por conta da quebra do polímero de borracha. Ela também começa a amarelar. Durante esse estágio vários componentes do adesivo penetram no papel, tornando-o translúcido. Alguns componentes permanecem ali, ao menos temporariamente, na superfície. Neste estado oleoso o adesivo pode penetrar completamente no papel e mover-se para as folhas adjacentes.” (tradução nossa).

E continua:

“O adesivo, tendo penetrado o papel, continua a oxidar, e gradualmente perde suas propriedades adesivas. O veículo evapora e os resíduos do adesivo formam retículas, tornando-se endurecido, quebradiço e descolorado. Uma vez atingida esta condição, o resíduo do adesivo e a mancha por ele causada são difícil, por vezes impossível, de serem removidas.”

O caso da partitura parece encontrar-se neste estágio final em que o adesivo já foi transmitido para as folhas adjacentes. Além das páginas que foram fixadas com a fita (bifólios 1-20, 4-5, 8-9, 12-13 e 16-17), outras, que se encontram no verso, também foram afetadas por conta da penetração e transferência do adesivo no papel. Estas páginas fazem parte dos bifólios da folha de rosto e das páginas 2-3, 6-7, 10-11, 14-15 e 18-19. Ou seja, direta ou indiretamente, todas as folhas sofreram interferência da fita adesiva, ocasionando manchas no papel na região do festo.

5.5. Proposta de tratamento

Considerando a máxima da Conservação Preventiva em expor minimamente os objetos aos seus fatores de degradação, a proposta de tratamento deve utilizar de uma visão contextualizada considerando o ambiente de guarda em diversas escalas, para que o manuscrito permaneça em uma condição de estabilidade. Isso inclui a adequação de parâmetros de guarda, manuseio, ambientais e de consulta, muitas vezes de fácil aplicação e sem grandes custos à instituição.

Foi observado que vários dos elementos que constituem a partitura sofrem alteração quando expostos à certos níveis de irradiação luminosa. Isto posto, fica determinado que as condições de guarda devem priorizar a não exposição a esse fator. Além disso, a temperatura e a umidade relativa elevadas são fatores de interferência especialmente para o papel, cuja permanência afeta os demais elementos sobre ele depositados, além das tintas de canetas e a de carimbo. Desta forma, fica evidente que a instalação, por parte da biblioteca, de algum mecanismo de controle destas variáveis iria influenciar e estender, de modo substancial, a preservação do acervo como um todo.

Por outro lado, esse esforço de manutenção de temperatura e umidade relativa em valores constantes e de modo ininterrupto não condiz com as necessidades exigidas e confortáveis para um ambiente em que pessoas transitem e permaneçam durante suas jornadas de trabalho. Por esse motivo, a situação excelente seria a separação do ambiente de trabalho e de guarda, para que a aclimação fosse adequada às necessidades de ambos.

Outra recomendação importante é a realização de um registro de todos usuários que consultam o documento (não apenas a partitura de Gilberto Mendes, mas de todo o acervo de partituras), a fim de avaliar a influência do manuseio no estado de conservação do documento. O registro também poderia identificar as necessidades dos consulentes e, nos casos cabíveis, a disponibilização da partitura digitalizada poderia ser oferecida, de modo a limitar o manuseio do documento original. Além disso, o fornecimento e a exigência do uso de luvas durante a consulta são fundamentais, garantindo que sujidades não sejam aderidas ao documento e que a própria oleosidade das mãos não seja depositada sobre o papel, a qual oxida e pode causar manchas no suporte. Ademais, deve-se observar os produtos utilizados para a limpeza das superfícies de consulta, os quais não devem deixar resíduos, sendo recomendado o uso de pano seco ou álcool 70°.

Com relação ao mobiliário e aos acondicionamentos primários e secundários, pode-se dizer que são adequados à manutenção dos documentos que ali são preservados. O Tyvek® é um material de excelente qualidade arquivística, alta resistência ao calor e ao rasgo e não é carregado eletrostaticamente com facilidade. De qualquer forma, um aperfeiçoamento possível seria a confecção de um novo acondicionamento sob medida, segundo um modelo que proteja as bordas e mantenha o documento fechado, como um envelope. No interior desse acondicionamento pode-se acomodar uma placa firme de material neutro (*Filifold documenta*, *Barrier*, *Foam Board*, entre outros), de modo a conferir um suporte que proteja o documento quando for transportado. O material para confecção não deve ser de poliéster, visto que estes sob qualquer atrito podem carregar-se eletrostaticamente e retirarem as partículas do grafite⁵³. O Tyvek® é uma excelente solução e pode ser utilizado novamente, caso opte-se pela manufatura de novo invólucro. As pastas, que guardam os envelopes, podem ser adequadas desde que contenham uma quantidade correta de material em seu interior, não provocando amassamentos, dobras, nem pressionando demasiadamente um documento contra o outro – o que pode vir a transferir as inscrições de uma página para outra.

O carimbo ou timbre da instituição pode vir em algum ou em todos os níveis de acondicionamento (primário, secundário, terciário, etc.), não sendo recomendado que esse apareça no documento em si, pois interfere em documentos dos quais não faz parte.

Com relação a limitação da exposição à radiação luminosa sobre a partitura, recomenda-se igualmente a digitalização e posterior disponibilização digital do arquivo de imagem, para que nos casos em que não seja imprescindível a consulta ao documento original, seja possível acessar sua versão virtual. esse simples procedimento deve ser capaz de diminuir o manuseio e a exposição do documento à essa variável. Ademais, lâmpadas do tipo LED não geram radiação ultravioleta nem infravermelho e devem ser utilizadas especialmente nas áreas de guarda e consulta.

Nas janelas, a presença de filtros feitos de filmes especiais ajuda no controle da radiação UV, porém é necessário ficar atento à validade da película, pois esses filmes têm prazo de vida limitado (CASSARES, 2000, p.16). O uso de cortinas ou persianas também é possível, apesar de menos eficiente.

⁵³ Library of Congress. *Proper Care and Handling of Works on Paper*. Disponível em: <http://www.loc.gov/preservation/care/paper.html>. Acesso em 22/11/2015.

No que tange o controle da qualidade do ar, esse é um processo complexo e difícil, que depende de vários fatores inter-relacionados. O procedimento mais simples seria a boa troca de ar entre os espaços das coleções, desde que se mantenha o mais limpo possível o ar que entra. A ventilação no interior das mapotecas também é importante e pode ser feita pela simples ação de abrir as gavetas com frequência.

Invólucros de qualidade arquivística podem ser muito eficientes neste sentido, bem como a realização de higienização do acervo com alguma periodicidade. Outras fontes de poluição podem ser reduzidas, como cigarros nos arredores do prédio, máquinas fotocopadoras, tintas e produtos químicos de limpeza (OGDEN, 2001, p.10). Ademais, seria de grande contribuição uma futura medição dos níveis de partículas finas inaláveis e de ozônio no interior da Biblioteca da ECA, a fim de estabelecer uma comparação com os patamares observados no ambiente externo.

Ainda com relação ao manuseio, a Biblioteca pode instruir seus funcionários e consulentes acerca de comportamentos simples, como folhear as páginas tocando apenas nas áreas onde não estão presentes informações escritas (para não depositar possíveis catalizadores de degradação); não usar saliva para virar as páginas, (pois as substâncias ali presentes - bactérias e enzimas, por exemplo - podem desencadear reações químicas que afetam a integridade da tinta e do papel) e consultar o manuscrito em uma superfície limpa e sem materiais potencialmente danosos, como canetas e garrafas de água. De modo geral, o bom manuseio deve evitar a abrasão, a estática e a poeira, pois a camada de informação é muito diminuta e pode sofrer intervenção a partir desses fatores.

A vistoria e dedetização semestral para a prevenção de infestações biológicas deve ser realizada com rigorosidade, pois a presença de fungos, insetos e roedores, por exemplo, pode devastar coleções inteiras em poucos meses.

Apesar de não ser da alçada da Conservação Preventiva, recomenda-se a retirada da fita adesiva que se encontra na região do festo da partitura. Isso porque a cola ali presente já está em processo avançado de degradação e transferindo-se para o verso das páginas. Em algumas regiões está sobreposta às informações e pode vir a prejudicar e inclusive impedir a leitura. Para tal, recomenda-se a consulta de um profissional capacitado e competente, capaz de avaliar os riscos do procedimento para a integridade do documento e a limitação imposta pelo próprio material. No escopo desse trabalho, sabe-

se que, devido às diversas tintas sensíveis à umidade e às altas temperaturas, não é recomendado que a remoção seja realizada com químicos ou espátulas térmicas, por exemplo. O ideal seria fazê-lo através de um procedimento mecânico, primeiramente removendo o filme e em seguida a massa adesiva (se presente). Smith et al. (1983, p.5), aponta que “um método eficiente de separar o filme transparente do adesivo mecanicamente é posicionando o papel sobre uma superfície rígida e plana, e direcionando uma pequena espátula com a lâmina paralela ao plano da fita, e gentilmente trabalhando a ponta da lâmina sob a fita. Deve-se fazer o processo lentamente, já que movimentos mais agressivos resultarão na remoção indevida do papel.” (tradução nossa). Outra opção é o uso de borrachas específicas para a remoção de adesivos, as quais podem ser encontradas em lojas especializadas de Conservação e Restauro.

Uma vez removida a fita, pode-se entrefolhar as páginas da partitura com papel de baixa gramatura e de pH neutro, evitando que o adesivo já permeado entre as fibras do papel continue a ser transmitido às páginas vizinhas (ABREU, 2000, p.20).

De modo a criar um sistema que registre os procedimentos realizados sobre os documentos – tanto tratamentos quanto vistorias – seria interessante a adoção de fichas de acompanhamento técnico e de diagnóstico do acervo, contendo número de identificação, autor, data, título, descrição, processo, dimensões do documento, descrição do estado de conservação, datas de vistoria e tratamentos aplicados.

Capítulo 6

Conclusões e Perspectivas

O trabalho desenvolvido foi competente em explorar as diversas instâncias de atuações de fatores passíveis interferências sobre a partitura “Música para doze instrumentos – Berimbau”, de Gilberto Mendes. Neste sentido, sabendo que materiais produzidos neste período começam a apresentar sinais de desgastes apenas neste momento e que muitos deles ainda não contém degradações visíveis, o repertório literário, voltado essencialmente à área da Conservação-Restauração, é limitado.

Daí a contribuição do trabalho ser também no sentido do apontamento de indícios de que transformações na matéria podem ocorrer sem necessariamente serem perceptíveis a olho nu, não implicando que processos prejudiciais à obra não estejam em curso.

A caracterização dos elementos presentes no manuscrito, apesar de não absoluta em sua especificação, pôde apontar evidências que permitiram buscar no aporte literário referências de interesse para a pesquisa. No mais, a exploração dos aparatos de ciências aplicadas ao Patrimônio permitiu a ampliação do repertório dos pesquisadores envolvidos, revelando a possibilidade de aplicação de tais métodos e ferramentas na caracterização de materiais a base de fibras vegetais e tintas depositadas sobre esse substrato. Essas informações também podem ser utilizados futuramente na construção de um banco de dados colaborativo, que seja suporte para outros pesquisadores.

Os dados produzidos e recolhidos ao longo da pesquisa são de grande amplitude. A relevância deles para a adequação do espaço de guarda é variável, porém evidencia que o ambiente idealmente personalizado deve considerar diversos fatores em escala local e global. Em decorrência do alongado despendimento de tempo e recursos para o levantamento de tais informações é compreensível a inviabilidade da aplicação de uma metodologia desse porte para grandes acervos, porém acredita-se há aqui apontadas direções e procedimentos passíveis de cumprimento.

Para a Biblioteca da ECA, a pesquisa pode trazer ganhos concretos com a adaptação do controle ambiental, do acesso digital à partitura e do manuseio dos consulentes, bibliotecários e conservadores-restauradores.

Por fim, é importante concluir que a situação das bibliotecas no que tange investimentos governamentais é em grande parte precária e muitas vezes o cenário ideal para a preservação de um acervo encontra-se fora dos horizontes dos responsáveis pelas obras. Ainda assim, algumas medidas simples e sem custos podem ser aplicadas com algum esforço, especialmente no que diz respeito às políticas de consulta e manuseio, as quais são bastante significativas dentro do esforço de preservação. De qualquer forma, acredita-se que trabalhos como este, que propõem caminhos em direção ao ideal são importantes no sentido de que mantém vivos os olhares para o Patrimônio brasileiro.

Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENCADERNAÇÃO E RESTAURO. *Código de Ética do Conservador-Restaurador*. In: Boletim da Associação Brasileira de Conservadores-Restauradores de Bens Culturais – ABRACOR, ano VIII, nº1. Rio de Janeiro, 1988.
- BAHIA, E. *Preservação e Conservação Documental em Acervo de Manuscritos*. Revista Eletrônica de Biblioteconomia, nº14, p.1-8, 2002.
- BARRICHELO, Luiz Ernesto George. *O uso da madeira de Eucalyptus saligna Smith na obtenção de celulose pelo processo bissulfito base magnésio*. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Agronomia. São Paulo, Piracicaba, 1971.
- BRANDI, Cesare. *Teoria da Restauração*. Tradução Beatriz Mugayar Kühl. Ateliê Editorial, Cotia, São Paulo, 2004.
- CALLOL, Milagos Vaillant. *Biodeterioração do Patrimônio Histórico Documental: Alternativas para sua erradicação e controle*. Museu de Astronomia e Ciências Afins, Casa de Rui Barbosa. Rio de Janeiro, 2013.
- CARVALHO, Claudia S. Rodrigues. *O espaço como elemento de preservação dos acervos com suporte de papel*. Comunicação Técnica 2, Academia Brasileira de Letras, Centro de Memória, Rio de Janeiro, 1998.
- CASTRO, Aloisio Arnaldo Nunes de. *A trajetória histórica da Conservação-Restauração de acervos em papel no Brasil*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História, Universidade de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas, Juiz de Fora, 2008.
- CONSERVATION UNIT MUSEUMS AND GALLERIES COMMISSION. *Science for Conservators*. Conservation Science Teaching Series, Routledge, 1992.
- CROWN, David A; CONWAY, James V. P.; KIRK, Paulo L. *Differentiation of Blue Ballpoint Pen Inks*. Journal of Criminal Law and Criminology, Vol. 52, Issue 3, set./out. 1961.
- JUNIOR, João Cura D’Ars de Figueiredo. *Química Aplicada à Conservação e Restauração de Bens Culturais*. São Jerônimo, Belo Horizonte, 2012.
- MARTINS, Régis. *A formação Profissional do Restaurador*. Revista Eletrônica Conservação e Restauro, 2010. Disponível em

<http://restauracaoarquitetonica.blogspot.com.br/2010/10/novo-texto.html>. Acesso em 02/05/2016.

MILDEMBERGER, Larissa, et al. *Correlation between stabilizer consumption and degree of polymerization of thermally upgraded paper aged in insulating natural ester and insulating mineral oil*. *Polímeros*, vol. 26, no 1, março de 2016, p. 61–65.

RECINE, Analúcia dos Santos V.; MACAMBYRA, Marina. *A Organização de Acervos Musicais na ECA/USP: as experiências da Biblioteca e do Laboratório de Musicologia do Departamento de Música*. *Revista Música*, São Paulo, v.11, p.143-154, 2006.

RIBEIRO, Helena; AZEVEDO, Tarik R. *O Patrimônio em Áreas Verdes da USP e a Atmosfera Urbana*. In: *Meio Ambiente: Patrimônio Cultural da USP*. Coord. Ana Lúcia Duarte Lanna. Comissão de Patrimônio Cultural da USP / Imprensa Oficial do Estado de São Paulo / Editora da Universidade de São Paulo. Cadernos CPC nº6, p. 19-40, 2003.

RIZZUTTO, Marcia A. *A Física Nuclear nas Artes e na Arqueologia*. *Revista Ciência Hoje*, nº44. 2009.

RIZZUTTO, Marcia A. *Análises não-destrutivas em obras de arte com técnicas atômico-nucleares*. *Revista CPC*, São Paulo, n.º 6, p.208-218, mai/out. 2008.

SOUZA, Carla Delgado. *Gilberto Mendes – entre a vida e arte*. Editora Unicamp, 1ª edição, 2013.

VIEIRA, Letícia R. *Percurso e percalços do papel: uma história de evolução e problemáticas de um meio de comunicação*. *Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação – ARC – vol. 3, Edição Especial*, 2011.

VIGIANO, Demilson J. *Estudo de caso de degradação química de papéis ácidos*. Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

Vv. Aa. *Manual of Basic Minimum Standards for Conservation of Manuscripts*. National Mission for Manuscripts, Ministry of Tourism and Culture, Nova Delhi. Vol. 02, 2005.

Bibliografia Complementar

ABREU, Ana Lucia de. *Acondicionamento e guarda de acervos fotográficos*. Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro, 2000, p.18-21.

AGAMBEN, Giorgio. *O que é contemporaneidade e outros ensaios*. Trad. Vinícius Nicastro Honesko. Argos, Santa Catarina, 2009.

AGUERO, Natasha Fioretto. Estudo de processos de degradação de pigmentos de coloração azul e amarela. 2017. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo (USP). Instituto de Física São Paulo.

AGUIAR, Joana G. de, et al. *Determination of Viscosity and Solids in Pressure-Sensitive Adhesives by FTIR-ATR and Multivariate Calibration*. Journal of the Brazilian Chemical Society, vol. 21, nº 3, 2010, p. 436–440.

APPOLONI, C. R.; CESAREO, R. *The impact of X and gamma ray tomography in the field of archaeometry*. In: III Conferenza internazionale sulle prove non distruttive, metodi microanalitici e indagini ambientali per lo studio e la conservazione delle opere d'arte. Viterbo 4-8 ottobre 1992.

AVANZA, Marcia. *Cidade Universitária é a área mais afetada pelo Ozônio em SP*. Jornal da USP, 25/05/2016.

AZEVEDO, Dúnya. *A Evolução Técnica e as Transformações Gráficas nos Jornais Brasileiros*. Mediação, Belo Horizonte, v. 9, n. 9, jul./dez.. de 2009. pp. 81- 97.

BIASON, M. A. *Os músicos e seus manuscritos*. Per Musi, Belo Horizonte, nº 18, 2008, p. 17-27.

BLÜHER, Agnes; HABERDITZL, Anna; WIMMER, Tanja. *Aqueous Conservation Treatment of 20th Century Papers Containing Water-Sensitive Inks and Dyes*. Restaurator, Alemanha, 1999, p. 187-197.

BONANCÊA, Carlos Eduardo. *Estudo espectroscópico de processos de degradação fotoquímica e fotoeletroquímica de corantes*. 2010. Tese (Doutorado em Físico-Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Cadeia Produtiva de Madeira*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasília coord. Antonio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha. IICA: MAPA/SPA, Brasília, 2007.

BRASILEIRO, L. B.; A utilização de peroxiácidos no branqueamento e na deslignificação de polpas Kraft. 1999. 258 f. Tese (doutorado em Química) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

CANTU, A. *A Study of the evaporation of a solvent from a solution – Application to writing ink aging*. Forensic Science International, nº219, 2012.

CARVALHO, Antonio; ROMEU, Silva; REBELLO, João Marcos; VIANA, Alexandre. *O Mundo das Imagens Digitais*. Revista Matéria, Vol. 08, nº2, 2003. p. 167-186. Disponível em <http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10297>. Acesso em 14/04/2018.

CASTRO, Aloísio Arnaldo Antunes. *A trajetória histórica da conservação-restauração de acervos em papel no Brasil*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais, 2008.

CASSARES, Norma C.; MOI, Cláudia. *Como fazer conservação preventiva em arquivos e bibliotecas*. Projeto Como Fazer nº5, Arquivo do Estado e Imprensa Oficial. São Paulo, 2000.

CMA4CH 2008, Mediterranean Meeting, *Multivariate Analysis and Chemometrics Applied to Environment and Cultural Heritage*, 2nd ed., Ventotene Island, Italy, Europe, 1-4 jun. 2008.

COATES, John. *Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach*. Encyclopedia of Analytical Chemistry: Applications, Theory and Instrumentation. Vol. 1, Ed. R. A. Meyers, John Wiley & Sons Ltd. 2006.

COELHO, Marcos. *Gilberto Mendes lança novo CD em São Paulo*. O Estado de São Paulo, 27/10/2010. Acesso em 19/01/2017. Disponível em: <http://cultura.estadao.com.br/noticias/musica,gilberto-mendes-lanca-novo-cd-em-sao-paulo,630706>.

CONSENTINO, A. *Fors spectral database of historical pigments in different binders*. E-conservation Journal, v. 2, p. 53-65, 2014.

CORREA, Daniel Vilanova. *Celulose: logística e distribuição internacional*. Editora SENAI-SP, São Paulo, 2014.

COSTA, M. *Gilberto Mendes em busca do Não-Objeto: possíveis diálogos entre mundos*. Música e Linguagem – Revista do Curso de Música da Universidade Federal do Espírito Santo, v.1, n.2, 2013.

CUNHA, Claudia dos Reis e. *A atualidade do pensamento de Cesare Brandi*. Revista Vitruvius, ano 3, ago. 2004.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero, e Centro Técnico em Celulose e Papel (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo). *Celulose e papel*. 2 Ed. SENAI,

Departamento Regional de São Paulo, Escola Theobaldo De Nigris IPT, Centro Técnico em Celulose e Papel, 1988.

DHAHIR, Ahmed; AL-SAADE, Khulood; AL-JABOURI, Iqbal. Degradation Studies of Rhodamine B in the presence of UV/H₂O₂/Fe²⁺. *International Journal of Technical Research and Applications*, Vol. 2, nov-dez 2014, p. 123-127.

DUBE, Liz. 1998. The copying pencil: composition, history and conservation implications. *The Book and Paper Group Annual* 17:45–52.

DURNEY, Lucas. *Using vibrational spectroscopy to analyse the effect of environmental aging on gel pen inks*. Dissertação (Master of Science) - University of Central Lancashire. mar. 2015.

FERARU, Daniela-Laura; MEGHEA, Aurelia. Possibilities To Differentiate Ballpoint Pen Inks By Spectroscopic And Chromatographic Techniques, *U.P.B. Sci. Bull., Series B*, Vol. 76, Iss. 1, 2014

ELLIS, Margaret H., YEH, Brigitte M. *Wax Based drawings media – history, technology, and identification*. American Institute of Conservation, jun.1997.

GALLAGHER, Kristen. *Discoveries in Encaustic: a look through history*. *Revista Explorations*, nº6, p. 73 – 84, 2011.

GOMES, Jaime I. N. Rocha. *Química da Cor e dos Corantes*. Braga, Dez./2000. Disponível em <http://www.geocities.ws/jnrgomes/livrocorantes.pdf>, acesso em 12/05/2018.

GONZAGA, Armando Luiz. *Madeira: uso e conservação*. Programa Monumenta - IPHAN, Cadernos Técnicos, nº6, Brasília, 2006.

GORASSINI, A & Calvini, P & Baldin, A.. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Analysis of Historic Paper Documents as a Preliminary Step for Chemometrical Analysis*, 2008.

GUARATINI, Cláudia; ZANONI, Maria Valnice. Corantes Têxteis. *Química Nova*, nº23, 1999.

HELWIG, K. *Iron Oxide Pigments, in Artists' Pigments, A Handbook of Their History and Characteristics*, Volume 4, Berrie, B.H., Ed., National Gallery of Art Washington, 2007, p 38 – 109.

KIYOMURA, Leila. *Gilberto Mendes chega aos 90 anos com ares de que atravessa os 20*. USP Online Destaque, *Jornal da USP*, 21/06/2013. Acesso em 09/04/2017.

Disponível em: <http://www5.usp.br/28808/gilberto-mendes-chega-aos-90-anos-com-ares-de-quem-atravessa-os-20/>.

KOTSKA, Stephan; PAYNE, Dorothy. *Harmonia Tonal com uma Introdução à Música do Século XX*. Tradução de Hugo L. Ribeiro. 2012.

KÜHL, Beatriz Muyagar. *Cesare Brandi e a Teoria da Restauração*. PÓS – Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP nº 21, p. 198-243. São Paulo, jun. 2017.

LEE, L. C.; OTHMAN, M. R.; PUA, H. *Systematic Assessment of Attenuated Total Reflectance Fourier Transforms Infrared Spectroscopy Coupled With Multivariate Analysis For Forensic Analysis of Black Ballpoint Pen Inks*. The Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol. 16, nº3, 2012, p. 262 – 272.

LUN, L. et al. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis of paddy straw pulp treated using deep eutectic solvent*. Advanced Materials Engineering and Technology V, AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics, 2017. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.4981871> Acesso em: 19/05/2018.

MOLDOVA, Gyoergy. *Ballpoint: a tale of genius and grit, perilous times and the invention that changed the way we write*. New Europe Books, 2012.

MOLLON, J. D., *The Origins of Modern Color Science*. The Science of Color, Elsevier, 2003.

MOSES, Gyulia. *Paraffin products: properties, technologies, applications*. Ed. Mihali Freund. Elsevier, Amsterdam, 1982.

NAVARRO, Roberta M.; NAVARRO, Fabiana M.; TAMBOURGI, Elias B. *Estudo de diferentes processos de obtenção da pasta celulósica para fabricação de papel*. Revista Ciência e Tecnologia, Universidade Católica de Pernambuco, Ano 1, nº1, jul.-dez. 2007.

OGDEN, Sherelyn (Ed.). *Meio Ambiente. Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos*, Arquivo Nacional, Rio de Janeiro, 2001. 2ª Edição.

OLIVEIRA, Amanda. *Obra do compositor Gilberto Mendes revive em novas gerações*. USP Online Destaque, 04/03/2016. Disponível em: <http://www5.usp.br/105602/obra-do-compositor-gilberto-mendes-revive-em-novas-geracoes/>. Acesso em 15/08/2016.

- OSWALD, Alison L. Binney & Smith. *Ink. Records*, 1897 – 1998. Smithsonian National Museum of American History. 1998. Disponível em: <https://sirismm.si.edu/EADpdfs/NMAH.AC.0624.pdf>. Acesso em 14/04/2018.
- PINHEIRO, A. *Que é livro raro? Uma metodologia para o estabelecimento de critérios de raridade bibliográfica*. Pró-Leitura/Instituto Nacional do Livro, Presença Edições, Rio de Janeiro, 1989.
- POPESCU et al. *Spectral Characterization of Eucalyptus Wood*. Society for Applied Spectroscopy Journal, vol. 61, nº11, 2007. p.1170.
- SILVA, Carolina. *Classification of blue pen ink using infrared spectroscopy and linear discriminant analysis*. Microchemical Journal 109 (2013), p.122-127.
- SMITH, Merrily. *Pressure Sensitive Tapes: a report*. The Abbey Newsletter, Vol. 7, Nº1, mar.1983.
- SMITH, Ray. *Manual Prático do Artista*. Editora Ambientes e Costumes, 2008.
- SPINELLI, J. *A conservação de Acervos Bibliográficos e documentais*. Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro, 1997.
- STONE, Brian Jr. *The city and the coming climate: climate change in the places we live*. Cambridge University Press, New York, 2012.
- STUART, Barbara H. *Analytical Techniques in Materials Conservation*. John Wiley & Sons, Ltd. 2007.
- TITE, Michael. *Archaeological Science – Past Achievements and Future Prospects*. Revista Archaeometry, nº33, vol.2, 1991. p. 139-151.
- TOIVANEN, Maria Barbosa. *A evolução da indústria Sul-Americana de celulose e papel: foco no Brasil, Chile e Uruguai*. Revista O Papel, vol. 74, n.9, setembro de 2013.
- UNESCO. *Manual de Protección del Patrimonio Cultural – Preservación y manipulación de los manuscritos*. Textos de Antonio Mirabile. Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura – UNESCO, Paris, 2006.
- URBANIAK-DOMAGALA, Wieslawa *The Use of the Spectrometric Technique FTIR-ATR to Examine the Polymers Surface*, 2012, In: Advanced Aspects of Spectroscopy, organizado por Muhammad Akhyar Farrukh, InTech, 2012.
- VILLAS-BOAS, Andre. *Produção gráfica para designers*. 2AB, Rio de Janeiro, 2008.

WALDIE, John M. (Chairman, textbook editing committee); *Surface Coatings. Volume 1 - Raw Materials and Their Usage*; Oil and Colour Chemists' Association, Australia, 1983.

WEYERMANN, Céline, et al. *Photofading of Ballpoint Dyes Studied on Paper by LDI and MALDI MS*. Journal of the American Society for Mass Spectrometry, vol. 17, nº3, março de 2006, p. 297–306.

WU, Yili, et al. *Pressure Sensitive Adhesives Based on Oleic Acid*. Journal of the American Oil Chemists' Society, vol. 92, nº 1, jan. 2015, p. 111–20.