



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Letras e Artes
Escola de Belas Artes
Curso de Conservação e Restauração

**Estudo e diagnóstico de conservação-restauração em pinturas de cavalete representando
Oswaldo Cruz através de análises não-invasivas**

Beatriz Araújo Dias

Rio de Janeiro
2025



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Letras e Artes
Escola de Belas Artes
Curso de Conservação e Restauração

Beatriz Araújo Dias

**Estudo e diagnóstico de conservação-restauração em pinturas de cavalete representando
Oswaldo Cruz através de análises não-invasivas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Conservação e Restauração da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Conservação e Restauração.

Orientação: Profa. Dra. Márcia de Mathias Rizzo

Rio de Janeiro
2025

CIP - Catalogação na Publicação

D541e Dias, Beatriz Araújo
Estudo e diagnóstico de conservação-restauração em
pinturas de cavalete representando Oswaldo Cruz
através de análises não-invasivas / Beatriz Araújo
Dias. -- Rio de Janeiro, 2025.
83 f.

Orientadora: Márcia de Mathias Rizzo.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Conservação e Restauração,
2025.

1. pintura de cavalete. 2. mapeamento de danos.
3. diagnóstico. 4. fluorescência de raios-X. 5. conservação-restauração. I. Rizzo, Márcia de Mathias, orient. II. Título.

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ata dos Trabalhos da Comissão Examinadora da monografia do estudante Beatriz Araujo Dias para obtenção do título de Bacharel em Conservação e Restauração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Integraram a Comissão os Professores Doutores Márcia de Mathias Rizzo (orientadora/UFRJ), Rafael Bteshe (avaliador interno/UFRJ) e Humberto Farias de Carvalho (avaliador interno/UFRJ). Aos onze dias do mês de abril de 2025 às **10:00** horas, de forma presencial, realizou-se a apresentação pública da monografia pela estudante. A orientadora abriu a sessão agradecendo a participação dos membros da Comissão Examinadora. Em seguida convidou a estudante para que fizesse a exposição do trabalho intitulado: **Estudo e diagnóstico de conservação-restauração em pinturas de cavalete representando Oswaldo Cruz através de análises não-invasivas**. Finalizada a apresentação, cada membro da Comissão Examinadora realizou a arguição da estudante. Dando continuidade aos trabalhos, a orientadora solicitou a todos que se retirassem do ambiente para que a Comissão Examinadora pudesse deliberar sobre a monografia da candidata. Terminada a deliberação, a orientadora solicitou a presença de todos e leu a ata dos trabalhos declarando **APROVADA** com grau 9,0 (nove) a monografia da estudante. A sessão foi encerrada e a presente Ata foi lavrada na forma regulamentar, sendo então assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pela graduanda.

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente

 MARCIA DE MATHIAS RIZZO
Data: 21/04/2025 10:48:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa Dra. Márcia de Mathias Rizzo

Documento assinado digitalmente

 RAFAEL BTESHE
Data: 26/04/2025 15:30:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Bteshe

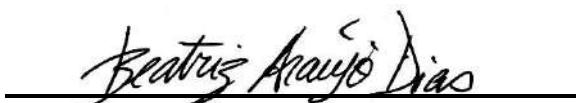
Documento assinado digitalmente

 HUMBERTO FARIAS DE CARVALHO
Data: 22/04/2025 12:19:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Humberto Farias de Carvalho

GRADUANDA

Beatriz Araujo Dias



Rio de Janeiro, 11 de abril de 2025.

“A arte existe para que a realidade não nos destrua”
- Friedrich Nietzsche.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer imensamente à minha família por sempre me incentivar a seguir meu caminho, minhas escolhas, e estar do meu lado durante toda minha trajetória com toda a alegria, a qual é a essência desta família. Sem ela, nada disso seria possível. À minha mãe Luciana, ao meu irmão Daniel, ao meu pai Luiz, em especial.

Aos meus amigos, dentro e fora da faculdade, pelo apoio e por deixarem meus anos mais leves e engraçados durante toda a faculdade. Sem vocês minha graduação estaria incompleta. Em especial, à Tatiane Siqueira por ser minha dupla em todos esses anos com todo companheirismo, incentivo, choros e risadas. Essa experiência sem você não teria a menor graça.

À minha orientadora, Márcia Rizzo, por me encaminhar neste estudo com paciência, apoio e entusiasmo, além de suas aulas na EBA durante minha graduação. À Patrícia Greco, por me apresentar a obra que foi a base e motivo de todo este trabalho, além de seus ensinamentos durante minha trajetória no EMCCF.

Agradeço também a todos que colaboraram na realização deste trabalho de alguma forma. Ao Instituto de Microbiologia por permitir o estudo da obra em questão, em especial à Raquel Bonelli e ao Sérgio Fracalanzza por me auxiliar nesse estudo mostrando disposição, conhecimento e interesse.

À todos, obrigada por tudo!

RESUMO

Oswaldo Cruz foi um renomado médico e cientista brasileiro, conhecido por suas contribuições fundamentais na área da saúde pública e combate às doenças no início do século XX. Sua imagem é retratada em diversas obras de arte, em específico em duas pinturas confeccionadas por João Baptista da Costa e Jordão de Oliveira para o Centro de Ciências da Saúde (CCS) - UFRJ em homenagem à representatividade do cientista.

A pintura que retrata o Oswaldo Cruz, feita por Jordão de Oliveira, encontra-se em péssimo estado de conservação devido a um vazamento de água resultante do aparelho de ar-condicionado esquecido durante quase três dias, que encharcou o quadro, acarretando em graves deteriorações tanto à moldura quanto à tela. Neste contexto, surge a necessidade de estudo da pintura em busca de soluções para salvaguardar este patrimônio cultural que carrega notável história do Instituto.

Perante a complexidade da situação, foi realizada uma análise minuciosa para produção de diagnósticos baseados nas metodologias de Conservação e Restauração. Foram utilizadas abordagens técnicas de análises não-invasivas, em específico manipulações de iluminação visível e ultravioleta (UV-Vis), além do uso da Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX) na identificação dos pigmentos presentes nas pinturas. As análises *in situ* caracterizaram os diversos danos encontrados na camada pictórica, no suporte e na moldura, destrinchando os agravos específicos de cada caso. A interpretação dos espectros de FRX permitiu a identificação e comparação entre os pigmentos utilizados nas diferentes épocas de criação das obras, detalhando a composição elementar dos mesmos.

Os resultados permitiram compreender que as técnicas analíticas não-invasivas se mostraram satisfatórias para o estudo proposto, mostrando-se enriquecedoras aos conservadores-restauradores em contribuição ao avanço de pesquisas no campo da Conservação e Restauração dos bens patrimoniais.

Palavras chaves: *pintura de cavalete, mapeamento de danos, diagnóstico, fluorescência de raios-X (FRX), conservação, restauração*

ABSTRACT

Oswaldo Cruz was a renowned Brazilian physician and scientist, known for his fundamental contributions to public health and disease fights in the early 20th century. His image is depicted in various works of art, particularly in two paintings created by João Baptista da Costa and Jordão de Oliveira for the Health Sciences Center (CCS) at UFRJ, honoring the scientist's representation.

The painting that depicts Oswaldo Cruz, made by Jordão de Oliveira, is in poor condition due to water leakage caused by an air conditioning unit that was left on for nearly three days, soaking the artwork and leading to severe deterioration of both the frame and canvas. In this context, there arises a need for a study of the painting to seek solutions to safeguard this cultural heritage that carries a remarkable history of the Institute.

Given the complexity of the situation, a thorough analysis was conducted to produce diagnostics based on Conservation and Restoration methodologies. Non-invasive analytical techniques were employed, specifically manipulations of visible and ultraviolet (UV-Vis) lighting, along with X-ray Fluorescence Spectroscopy (FRX) to identify the pigments present in the paintings. The *in situ* analyses characterized the various damages found in the pictorial layer, in support and frame, detailing the specific aggravations of each case. The interpretation of FRX spectra allowed for the identification and comparison of pigments used during different periods of the artworks' creation, detailing their elemental composition.

The results demonstrated that non-invasive analytical techniques proved satisfactory for the proposed study, enriching for conservators-restorers in contribution to advancing research in the field of Conservation and Restoration of heritage assets.

Keywords: *easel painting, damage mapping, diagnosis, X-ray fluorescence (FRX), conservation, restoration*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala de radiações eletromagnéticas

Figura 2 - Principais métodos espectroscópicos utilizados em Conservação-Restauração e suas respectivas características informativas

Figura 3 - Imageamento sob luz visível da obra “Desembarque de Pedro Álvares Cabral em 1500”, acervo do Museu Paulista (acima); Imageamento sob luz ultravioleta (UV/Vis) da obra “Desembarque de Pedro Álvares Cabral em 1500”, acervo do Museu Paulista (abaixo)

Figura 4 - Montagem do ambiente e posicionamento da obra “São Francisco de Sales”, séc XIX, para receber a técnica de luz rasante (acima); Imageamento sob luz rasante na obra “São Francisco de Sales”, séc XIX (abaixo)

Figura 5 - À esquerda, imageamento sob luz rasante. À direita, imageamento sob luz transmitida

Figura 6 - Ilustração do alcance da emissão de raios-X no processo de fluorescência nas camadas de uma pintura de cavalete em comparação às demais técnicas

Figura 7 - Ilustração do método de medição de análise por fluorescência de raios-X

Figuras 8 - Ilustração do método de emissão de fluorescência e criação do espectro. Acima, FRX K alfa. Abaixo, FRX K beta

Figura 9 - Espectro de Fluorescência de Raios-X capturado na obra “Visitação”, 1592, obtido na zona do manto verde de Zacarias. Tempo de aquisição de 300 segundos

Figura 10 - Pintura representando Oswaldo Cruz antes e depois do incidente, respectivamente

Figura 11 - À esquerda, obra Oswaldo Cruz; pintura original por Baptista da Costa, Auditório Reitor Hélio Fraga. À direita, cópia da obra Oswaldo Cruz; pintura por Jordão de Oliveira, segundo João Baptista da Costa, Sala de Congregação do Instituto de Microbiologia

Figura 12 - Detalhe da assinatura do artista. À esquerda, obra original, canto inferior direito: “J. Baptista”. À direita, cópia, canto inferior direito: “Jordão, segundo J. Baptista da Costa, Rio, 1973”

Figura 13 - Obra responsável pela descoberta da assinatura de Jordão de Oliveira como autor da cópia da pintura de Oswaldo Cruz

Figura 14 - Visão frontal da obra de Baptista da Costa. Obra original

Figura 15 - Detalhe da camada pictórica. Região inferior ao centro na zona da mão de Oswaldo Cruz (esquerda): perda acentuada de camada pictórica; região inferior esquerda na zona abaixo da mesa (direita): vestígios de intervenções anteriores (repinturas) e fragmentos de craquelê

Figura 16 - Detalhe da camada pictórica, região inferior à direita na zona da cadeira em que Oswaldo Cruz encontra-se (esquerda): rachaduras e perdas pictóricas; região ao centro na zona da estante de livros (direita): ranhuras

Figura 17 - Detalhe da camada pictórica, região inferior à direita na zona da assinatura do artista: perda acentuada da camada pictórica e vestígios de repinturas anteriores

Figura 18 - Detalhe da moldura. a) Região superior à esquerda: perda de douramento; b) Região inferior à direita: manchas de envelhecimento; c) Região lateral à esquerda: líquido de aspecto oleoso; d) Região lateral à direita: rachaduras no douramento

Figura 19 - Visão frontal da obra de Jordão de Oliveira. Cópia da obra

Figura 20 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro: líquido de caráter desconhecido

Figura 21- Detalhe da camada pictórica, (esquerda) região superior à esquerda; (direita) região inferior à direita: manchas provindas pelo contato prolongado com a água em fluxo contínuo e formação de fissuras

Figura 22 - Detalhe da camada pictórica: vestígios de insetos, camada esbranquiçada e alteração na tonalidade (esquerda); formação de bolhas, manchas de umidade e microporosidades (direita)

Figura 23 - Detalhe da camada pictórica, (esquerda) região inferior à esquerda; (direita) região inferior ao centro: partículas e porosidades nas áreas esbranquiçadas, e aglomeração de colônias de microorganismos

Figura 24 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro: fita gomada na extensão da pintura

Figura 25 - Análise sob luz visível direta na moldura, região inferior ao centro (esquerda): fragilidade do suporte; detalhe da moldura (direita): estrutura quebradiça com quantidade excessiva de craquelês

Figura 26 - Detalhe da moldura, região inferior: degradações diversas ao suporte

Figura 27 - Detalhe da moldura, região inferior direita: perda excessiva do suporte e douramento (esquerda); região superior ao centro: acúmulo de umidade, causando alteração no suporte (direita)

Figura 28 - Detalhe da moldura, região inferior à esquerda: perda das camadas do suporte e partes fragilizadas (esquerda); região lateral direita: rachadura profunda no suporte (direita)

Figura 29 - Detalhe do suporte, região superior: intensidade do dano demonstrando visibilidade do suporte em madeira, por baixo do gesso

Figura 30 - (esquerda) Imageamento sob luz rasante, região superior esquerda; (direita) detalhe da camada pictórica, região superior à esquerda na zona dos livros: variação de textura da camada e indicação do líquido de aspecto oleoso

Figura 31 - Detalhe da camada pictórica, região central à direita, na zona do paletó (esquerda): manchas de alteração na camada com marcas de líquidos escorridos; região inferior à esquerda, na zona do tapete (direita): manchas de umidade e alterações na composição da camada de pintura

Figura 32 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona do rosto de Oswaldo Cruz (esquerda): sobreposição de camadas de tinta, com variação de tonalidades; região inferior à direita, na zona da assinatura (direita): desgaste da camada pictórica pelo contato prolongado com a água

Figura 33 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona da figura de Oswaldo Cruz (esquerda): sobreposição de camadas de pintura; região inferior ao centro, na zona do paletó (direita): esbranquiçado sobre pintura original

Figura 34 - Detalhe da camada pictórica, região inferior direita, na zona da cadeira (esquerda): craquelê e manchas de esbranquiçado; região superior esquerda, na zona da estante de livros (direita): ranhuras destacadas

Figura 35 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona do rosto (esquerda): destaque da sobreposição de camadas de tinta e ranhuras diversas; região inferior ao centro, na zona da mão (direita): visualização da área por luz visível direta e luz transmitida no mesmo momento

Figura 36 - À esquerda, imageamento sob luz UV na obra. À direita, detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona do rosto

Figura 37 - Detalhe da camada pictórica, região inferior ao centro, na zona da área esbranquiçada (esquerda); região superior ao centro, na zona da gravata de Oswaldo Cruz (direita)

Figura 38 - Identificação elementar não invasiva por fluorescência de raios-X. À esquerda, análise na obra original de Baptista da Costa. À direita, análise na cópia da obra original por Jordão de Oliveira

Figura 39 - Mapeamento digital de danos elaborado a partir do estudo e diagnóstico das obras. Acima: obra original, Baptista da Costa. Abaixo: cópia da obra, Jordão de Oliveira

Figura 40 - Análise de Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X. À esquerda, local demarcado na obra de Jordão de Oliveira para ser feita a análise, e os possíveis pigmentos

obtidos. Ao centro, o espectro obtido da análise, registrado pelo software. À direita, o equipamento de FRX promovendo a análise no local previamente demarcado

Figura 41 - Demarcação das áreas de análise do FRX. Obra original

Figura 42 - Demarcação das áreas de análise do FRX. Cópia da obra

Figura 43 - Espectro de comparação entre pigmentos brancos indicados. Espectro vermelho: ponto de análise [1] (branco do cabelo), obra original. Espectro verde: ponto de análise [1] (branco da gola), cópia da obra

Figura 44 - Espectro de comparação entre pigmentos verdes indicados. Espectro vermelho: ponto de análise [5] (verde abajour), obra original. Espectro verde: ponto de análise [13] (verde parede), cópia da obra

Figura 45 - Espectro do ponto de análise [3] - vermelho cadeira base. Obra original

Figura 46 - Espectro do ponto de análise [9] - Marrom claro cadeira (base). Cópia da obra

Figura 47 - Espectro do ponto de análise [2] - bege da bochecha. Obra original

Figura 48 - Espectro do ponto de análise [2] - bege da bochecha. Cópia da obra

Figura 49 - Espectro do ponto de análise [5] - verde abajour. Obra original

Figura 50 - Espectro do ponto de análise [7] - verde abajour. Cópia da obra

Figura 51 - Espectro do ponto de análise [6] - vermelho do livro. Obra original

Figura 52 - Espectro do ponto de análise [5] - laranja do livro. Cópia da obra

Figura 53 - Grupo de espectros acoplados a partir da soma de todos os espectros formados, resultado do estudo. Acima: obra original, Baptista da Costa. Abaixo: cópia da obra, Jordão de Oliveira

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Tabela 1 - Pontos de medição das análises FRX da obra original

Tabela II - Tabela 2 - Pontos de medição das análises FRX da cópia da obra

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCS - Centro de Ciências da Saúde

EMCCF - Espaço Memorial Carlos Chagas Filho

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

FRX - Fluorescência de Raio-X

FTIR - Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

IBCCF - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

ICOM - Conselho Internacional de Museus

IHGSE - Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe

NM - Nanômetros

RS - Espectroscopia Raman (Raman Spectroscopy)

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

VIS\UV - Luz visível / ultravioleta

SUMÁRIO

1. Introdução	15
2. Revisão da Literatura	17
2.1 Procedimentos de diagnóstico do conservador-restaurador	17
2.2 Métodos de análises não-invasivas	18
2.3 Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX)	24
3. Estudo das pinturas	29
3.1 Entrevistas	29
3.2 Pinturas representando Oswaldo Cruz	31
4. Objetivos	35
5. Metodologia	36
6. Resultados e discussão	37
6.1 Diagnóstico das obras	37
6.2 Mapeamento digital de danos	55
6.3 Espectroscopia de fluorescência de raios-X	56
Considerações Finais	68
Referências	69
Apêndice A	72
Apêndice B	73

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento químico dos materiais utilizados na proteção e conservação de bens culturais, especialmente na área de pintura, é essencial para a preservação de obras de arte no campo da Conservação e Restauração. Entender o fenômeno de degradação das pinturas é uma questão central para os conservadores-restauradores, que se comprometem a manter a integridade física e o valor cultural das obras.

A elaboração de um diagnóstico preciso é uma ferramenta elementar nos estudos de caso do conservador-restaurador, orientando a tomada de decisões sobre os tratamentos mais adequados a serem aplicados.

A fotografia desempenha um papel crucial no diagnóstico, atuando como um registro documental que captura o estado da obra em cada etapa do processo. Essas imagens servem não apenas como referência para o processo em andamento, mas também como um recurso para futuros profissionais que poderão examinar a obra. Nesta pesquisa, este tópico será destrinchado junto aos diferentes tipos de exames feitos através do imageamento multiespectral, além do estudo de identificação dos pigmentos presentes nas pinturas.

Este trabalho de conclusão de curso propõe a execução de fichas de diagnóstico dos estados de conservação de duas pinturas de cavalete que retratam Oswaldo Cruz, pertencentes ao Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CCS - UFRJ), com técnicas analíticas não-invasivas.

Para alcançar os objetivos, a coletânea documental baseou-se no estudo de autores como Salvador Muñoz Viñas, João C. D. Figueiredo Jr, Ana Calvo, Antônio João Cruz, entre outros.

A aquisição dos dados foi obtida utilizando o equipamento portátil de fluorescência de raios-X modelo “Tracer III-SD”, da Bruker, o qual identificou os pigmentos presentes nos pontos de medidas efetuados nas pinturas.

O imageamento multiespectral foi possível por meio do conjunto de técnicas especiais de iluminação, como a luz ultravioleta (UV) e a luz visível, em posições de iluminação refletida, rasante e transmitida. As fotografias capturadas serviram de parâmetro durante todo o processo de diagnóstico.

A coleta e análise dos resultados obtidos são fundamentais para a elaboração de um planejamento de conservação-restauração. Dessa forma, esta pesquisa visa contribuir com

a produção de um diagnóstico da pintura que representa Oswaldo Cruz, feita pelo artista Jordão de Oliveira para que se possa desenvolver estratégias eficazes de conservação, assegurando a preservação dessa expressão artística cultural. Ademais, a aplicação de técnicas analíticas não-invasivas representa um avanço significativo na abordagem, permitindo investigações mais seguras e respeitosas com a integridade das obras.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Procedimentos de diagnóstico do conservador-restaurador

A área da Conservação e Restauração baseia-se na premissa de conservar o patrimônio artístico e histórico, com o intuito de preservar sua memória e importância, respeitando os valores estéticos e históricos das obras em questão. Esse conceito segue bases teóricas e cartas patrimoniais, promovendo sempre o mínimo de intervenção no objeto para que suas características originais não sejam alteradas, ou, possuam um menor grau de modificação, que não seja explicitamente percebido pelo espectador. A definição de conservação, de acordo com o Conselho Internacional de Museus (ICOM), condiz que

Conservação são todas as medidas e ações que visam salvaguardar o patrimônio cultural tangível, garantindo sua acessibilidade para as gerações presentes e futuras. A mesma abrange a conservação preventiva, a conservação curativa e a restauração. Todas as medidas e ações devem respeitar o significado e as propriedades físicas do elemento patrimônio cultural (ICOM-CC, 2008)¹.

A terminologia relacionada à conservação e restauro de bens culturais inclui: a Conservação Preventiva, medidas proativas que visam evitar ou minimizar futuras deteriorações, criando condições favoráveis para a preservação do objeto, sem intervenções diretas; a Conservação Curativa, ações diretas aplicadas a um bem cultural para estabilizar e reforçar sua estrutura em estado de fragilidade ou deterioração avançada, podendo alterar sua aparência original; e a Restauração, intervenção direta para recuperar a estabilidade física e aparência de uma obra, respeitando sua autenticidade histórica e artística. Esses conceitos são inter-relacionados e, muitas vezes, aplicados juntos em um único patrimônio.

Dentro destas vertentes principais, há um método para salvaguardar um objeto cultural que condiz em um plano de conservação-restauração, o qual guia os conservadores-restauradores ao tratar de um patrimônio cultural, podendo ser dividido em aproximadamente sete etapas, sendo estas: observação, questionamento sobre o fenômeno, hipótese, análise, experimento, conclusão e documentação, e publicação para disseminação do conhecimento.

¹Terminologia elaborada pelo ICOM-CC (Comitê de Conservação do Conselho Internacional de Museus) durante a sua XV^a Conferência Trienal. Tradução realizada pela autora.

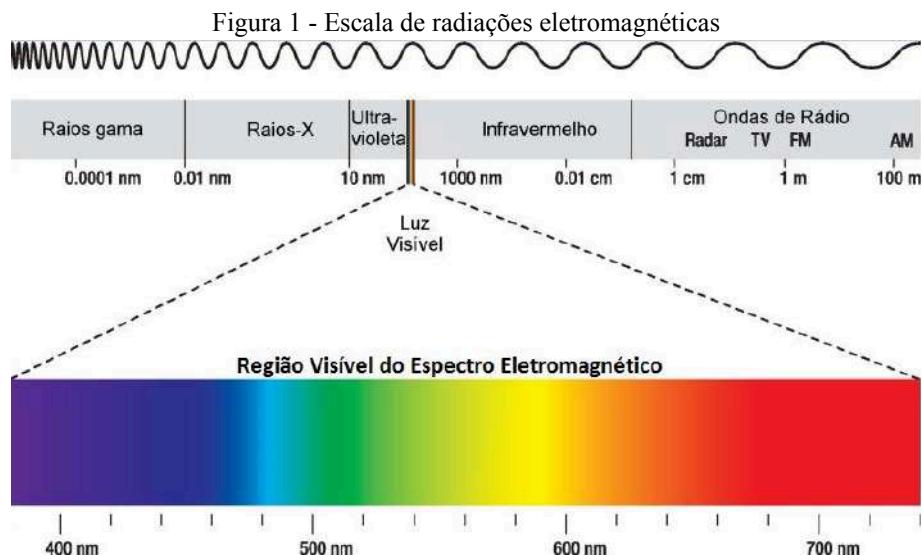
Ao aplicar o método científico supracitado no cotidiano do conservador-restaurador, pode-se elaborar o plano de conservação baseado no conhecimento amplo dos materiais e técnicas de construção dos objetos a serem restaurados. De acordo com o Código de Ética do Conservador-Restaurador², antes de iniciar qualquer ação ou intervenção em uma obra, o conservador-restaurador deve colher todas as informações capazes de salvaguardar o conhecimento a seu respeito. Os resultados das análises feitas devem ser anotados e documentados, fotograficamente, por meio de gráficos, mapas, tabelas e análises estatísticas.

Baseado nestes dados, o restaurador elaborará um relatório sobre a peça e estabelecerá o procedimento a ser seguido, o qual deverá ser apresentado ao proprietário ou guardião legal do bem (DUVIVIER et al., 1988. p. 5).

2.2 Métodos de análises não-invasivas

O espectro eletromagnético é composto por diferentes faixas de radiação, cada uma com suas próprias características e propriedades (Figura 1). A luz visível, que compreende a faixa de comprimento de onda de 400 a 750 nanômetros (nm), é a região do espectro que pode ser detectada a olho nu, onde a coloração da luz emitida depende da energia envolvida na transição eletrônica, de modo que comprimentos de onda próximos a 700 nm, por exemplo, resultam na emissão de luz avermelhada. A radiação infravermelha (IV), invisível ao olho nu, está compreendida entre 750 a 200.000 nm e pode ser emitida em forma de calor em múltiplos objetos. A radiação ultravioleta (UV), por sua vez, está entre 10 e 400 nm e é dividida em três sub-regiões com diferentes efeitos biológicos: UV-A (320 a 400 nm), UV-B (280 a 320 nm) e UV-C (abaixo de 280 nm). Apesar de serem invisíveis ao olho nu, a radiação infravermelha (IV) e ultravioleta (UV) possuem efeitos e aplicações significativos sobre os materiais.

²Código de Ética do Conservador-Restaurador é o conjunto de normas que determina atribuições e responsabilidades dos profissionais de Conservação e Restauração o qual, em 2005, foi realizada a elaboração e registro pelas associações e entidades representantes: ABER – Associação Brasileira de Encadernação e Restauro; ABRACOR – Associação Brasileira de Conservadores e Restauradores; ACCR – Associação Catarinense; ACORRS – Associação do Rio Grande do Sul; APCR – Associação Paulista.



Fonte: <https://knoow.net/cienciasexactas/fisica/espectroelectromagnetico/>

Não existe cor sem alguém para vê-la, assim como não existe luz sem cor, sendo esta uma forma de energia radiante que estimula os olhos, permitindo que o observador perceba as cores. A luminescência, ou seja, a capacidade de um material emitir luz (BISPO, 2021), é um fenômeno que pode interferir no processo de preservação de uma obra de arte: dependendo da região do espectro eletromagnético em que a luminescência ocorre, diferentes métodos analíticos podem ser empregados para obter informações valiosas sobre a obra.

A radiação ultravioleta (UV), por exemplo, pode revelar características ocultas, como retoques, vernizes e assinaturas, enquanto a radiação infravermelha (IV) pode fornecer informações sobre a composição dos materiais, como pigmentos e aglutinantes (FIGUEIREDO, 2012). Algumas dessas características são desatrancadas na Figura 2, detalhando de forma resumida e informativa os principais métodos espectroscópicos empregados por restauradores, junto às suas propriedades, regiões do espectro eletromagnético na qual se encontram, e informações relevantes.

Figura 2 - Principais métodos espectroscópicos utilizados em Conservação-Restauração e suas respectivas características informativas

REGIÃO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO	PROPRIEDADES	MÉTODOS	INFORMAÇÕES PARA O CONSERVADOR-RESTAURADOR
INFRAVERMELHO	VIBRAÇÕES MOLECULARES	ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO NO INFRAVERMELHO (IV) / ESPECTROSCOPIA RAMAN	CONSTITUIÇÃO DOS PIGMENTOS / CONSTITUIÇÃO DE CORANTES / CLASSE DE AGLUTINANTES, VERNIZES, CONSOLIDANTES, ADESIVOS / IDENTIFICAÇÃO DE ALGUNS SUBSTRATOS PÉTREOS / IDENTIFICAÇÃO DE FIBRAS DE TECIDO E PAPEL
VISÍVEL	COR/BRILHO HABITUS/MORFOLOGIA PLEOCROISMO EXTINÇÃO	MICROSCOPIA DE LUZ POLARIZADA (MICROSCOPIA ÓTICA) / METALOGRAFIA	CONSTITUIÇÃO DOS PIGMENTOS / SEQUÊNCIA ESTRATIGRÁFICA DE AMOSTRAS DE PINTURA / IDENTIFICAÇÃO DE SUBSTRATOS PÉTREOS / IDENTIFICAÇÃO DE FIBRAS DE TECIDO E PAPEL / ESTRUTURA DE LIGAS METÁLICAS
ULTRAVIOLETA / VISÍVEL	TRANSIÇÕES ELETRÔNICAS EM CAMADAS EXTERNAS	ESPECTROSCOPIA ELETRÔNICA (UV/VIS)	CARACTERIZAÇÃO DE VERNIZES ENVELHECIDOS / IDENTIFICAÇÃO DE CORANTES E PIGMENTOS ORGÂNICOS
RAIOS-X	TRANSIÇÕES ELETRÔNICAS EM CAMADAS INTERNAS	DIFRAÇÃO DE RAIOS X / FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X / RADIOGRAFIA	IDENTIFICAÇÃO DE PIGMENTOS / IDENTIFICAÇÃO DE METAIS / IDENTIFICAÇÃO DE MATERIAIS PÉTREOS / COMPOSIÇÃO INTERNA DE ESCULTURAS EM MADEIRA, TELAS / IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS DE CORROSÃO EM METAIS

Fonte: autoria própria. Baseado em Figueiredo Júnior, 2012

Tais métodos analíticos são fundamentais para a produção de um diagnóstico: eles permitem o conservador-restaurador identificar materiais originais e intervenções anteriores, avaliar o estado de conservação da obra, selecionar os tratamentos e materiais mais apropriados para a preservação, e monitorar o comportamento da obra ao longo do tempo (FIGUEIREDO, 2012).

2.2.1 Manipulações através de luz visível

Lâmpadas fluorescentes e radiação UV são tecnologias que utilizam radiação ultravioleta para produzir luz visível. Em contraste, as lâmpadas de radiação UV não contém fósforo, permitindo que a radiação ultravioleta atravesse o vidro e induza materiais orgânicos a brilhar em ambientes escuros ou com pouca iluminação (HELMENSTINE, 2024). Muitos materiais e substâncias do cotidiano, a partir desta absorção UV, tornam-se fluorescentes sob radiação UV e a reemitem quase instantaneamente – resultando em luz visível. Como exemplo, fluidos corporais contêm moléculas fluorescentes que permitem a detecção a partir da emissão de radiação ultravioleta pelas lanternas UV.

No caso de pinturas de cavalete, vale ressaltar que a camada pictórica, quando não apresenta camada de verniz durante esta análise, traduz um resultado melhor de exame; dependendo da espessura e da composição do verniz, a interação da radiação UV se dará com

essa camada devido a faixa de radiação UV interagir superficialmente com o objeto irradiado (SCHENATTO, 2023).

Na obra “Desembarque de Pedro Álvares Cabral em 1500”, a comparação entre a observação por luz natural e após a aplicação da luz ultravioleta (Figura 3), feita por Schenatto, revela que as identificações em vermelho indicam regiões com fluorescência avermelhada, associada ao pigmento “vermelhão”, enquanto identificações em branco indicam regiões com restauração (SCHENATTO, 2023). Logo, a fluorescência vívida que a pintura reproduziu, revelou tonalidades suficientes que facilitaram a identificação dos demais pigmentos.

Figura 3 - Imageamento sob luz visível da obra “Desembarque de Pedro Álvares Cabral em 1500”, acervo do Museu Paulista (acima); Imageamento sob luz ultravioleta (UV/Vis) da obra “Desembarque de Pedro Álvares Cabral em 1500”, acervo do Museu Paulista (abaixo)



Fonte: SCHENATTO, Júlia. Análises não invasivas de pinturas de cavalete do artista Oscar Pereira da Silva pertencentes ao acervo do Museu Paulista da USP. Instituto de Física: Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2023, p. 72-73

As técnicas de exame, aplicadas para realizar um diagnóstico completo de uma obra de arte, são essenciais para compreender o estado de conservação da peça e desenvolver um plano de intervenção adequado. A inspeção visual é o primeiro passo no qual o

conservador-restaurador identifica quaisquer danos superficiais, de maneira a formar uma compreensão básica do estado da obra (CALVO, 2002). Ao combinar os *insights* obtidos dessas abordagens, o conservador pode desenvolver um plano de conservação abrangente, abordando as necessidades específicas da obra e a implementação de medidas mais adequadas, preservando a integridade estética, física e histórica da peça.

A manipulação desta técnica básica, porém fundamental, envolve a observação direta das características visuais da pintura, na qual o conservador-restaurador examina a obra sob luz visível por meio das técnicas de observação direta, permitindo uma visão geral dos danos visíveis. A observação sob diferentes ângulos de iluminação – com o ponto de luz em posições refletida, rasante e transmitida, em relação à direção do quadro –, pode revelar texturas, craquelamento, rachaduras, manchas e determinados retoques (CALVO, 2002). Enquanto esta limita-se à análise do que é visível a olho nu, ressaltando apenas o exame superficial, o uso da luz ultravioleta projetada sobre a obra de arte em ambiente com total ausência de pontos de luz, observa os pigmentos e materiais que fluorescem, emitem luz visível e revelam fluorescência em materiais orgânicos. Este método expõe detalhes invisíveis a olho nu, identificando variações ocultas na composição da superfície da obra como restaurações, retoques, intervenções anteriores e sobreposições.

Ao analisar a pintura "São Francisco de Sales" (Figura 4) sob luz rasante – com a lâmpada na posição vertical –, observa-se um abaulamento generalizado do suporte e a presença de manchas distribuídas por toda a tela, indicando deformação do suporte (FUNDAÇÃO, 2016). O posicionamento desta iluminação permite identificar tais irregularidades na superfície da pintura que não seriam facilmente visíveis sob iluminação direta. Por outro lado, a comparação entre as imagens das obras apresentadas no livro de Ana Calvo, obtidas sob luz rasante e luz transmitida (Figura 5), demonstra que a segunda técnica – com a lâmpada disposta por trás da pintura – permite visualizar com clareza diversos rasgos e ranhuras que, de outra forma, estariam ocultos. Esta técnica também revela tonalidades divergentes no fundo da camada pictórica, sugerindo a aplicação diversificada de camadas de tinta durante o processo criativo (CALVO, 2002).

Figura 4 - Montagem do ambiente e posicionamento da obra “São Francisco de Sales”, séc XIX, para receber a técnica de luz rasante (esquerda); Imageamento sob luz rasante na obra “São Francisco de Sales”, séc XIX (direita)



Fonte: FUNDAÇÃO de Arte de Ouro Preto. Conservação e Restauração: Pintura de Cavalete. Art do restauro, Minas Gerais, 2016.

Figura 5 - À esquerda, imageamento sob luz rasante. À direita, imageamento sob luz transmitida



Fonte: CALVO, Ana. Conservación y restauración de pintura sobre lienzo. Ed Serbal, 2002, p. 63

A documentação fotográfica é fundamental para capturar informações relevantes sobre objetos bidimensionais, como a pintura de cavalete, e possui um método sistemático de registro. É essencial que a captura fotográfica seja realizada, preferencialmente, a partir de um ponto fixo e estável, de modo que todas as imagens em sequência sejam enquadradas a partir

do mesmo ângulo sem alteração na posição do quadro, garantindo um resultado mais preciso e confiável, além de facilitar a comparação e a interpretação das diferentes visões da obra.

A eficácia desta documentação é alcançada através da adaptação de determinados detalhes, como a iluminação controlada, enquadramento modular, captura feita em alta resolução e formato adequado, e o registro detalhado de metadados.

Este imageamento multiespectral não apenas serve como um registro histórico, como também auxilia o conservador-restaurador a acompanhar as etapas de tratamento e intervenção realizadas, na qual o profissional possui um panorama completo do processo e atualiza a documentação com o devido acompanhamento, possibilitando a divulgação futura do trabalho de conservação-restauração de forma abrangente e informativa. (CALVO 2002).

2.3 Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX)

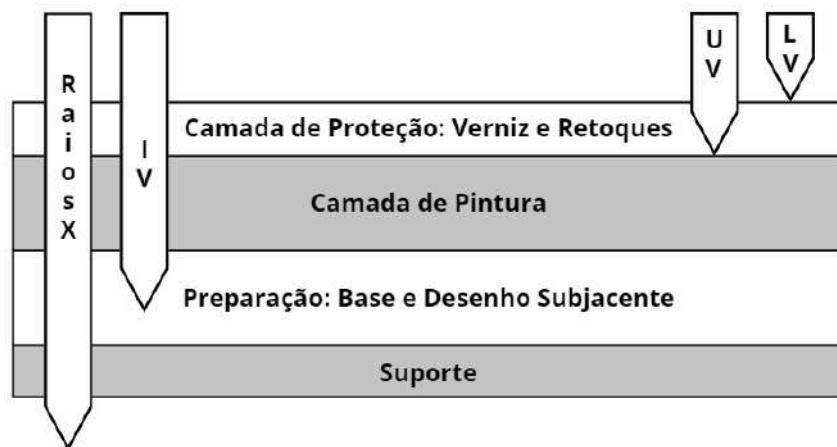
Para entender sobre o sistema de espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX), abordado neste tópico, é preciso compreender as etapas em torno desta técnica de análise, desde o comportamento dos raios-X até a funcionalidade do espectro.

Na Radiação Característica, um elétron entra na órbita de um átomo e colide com um elétron orbital desse átomo, deslocando-o de sua órbita original e deixando a posição eletrônica vaga. Com isso, um elétron de uma camada orbital mais externa migra para preencher essa lacuna orbital, e a emissão de energia provocada por este deslocamento do elétron denomina-se Raios-X (ANTONIO, 2022).

A fluorescência de raios-X opera através da indução dos elementos químicos presentes em uma amostra a emitirem raios-X com energias características em um processo multielementar, realizado de maneira simultânea e não destrutivo, permitindo a identificação e quantificação dos elementos (PARREIRA, 2015). De modo geral, a fluorescência de raios-X é o fenômeno no qual a matéria absorve um fóton e, em seguida, emite um elétron ou um fóton característico. (CAMPOS, 2015).

O alcance da emissão de raios-X ao ser comparado a outras técnicas analíticas em pinturas de cavalete revela divergências nas profundidades de análise, ilustrado na Figura 6. A radiação UV permite visualizar camadas superficiais, revelando vernizes e retoques, enquanto a radiação infravermelha (IV) alcança camadas mais profundas, identificando a composição química, materiais orgânicos e desenhos subjacentes. Já a fluorescência de raios-X (FRX), possui um alcance ainda maior, atingindo o suporte da pintura.

Figura 6 - Ilustração do alcance da emissão de raios-X no processo de fluorescência nas camadas de uma pintura de cavalete em comparação às demais técnicas



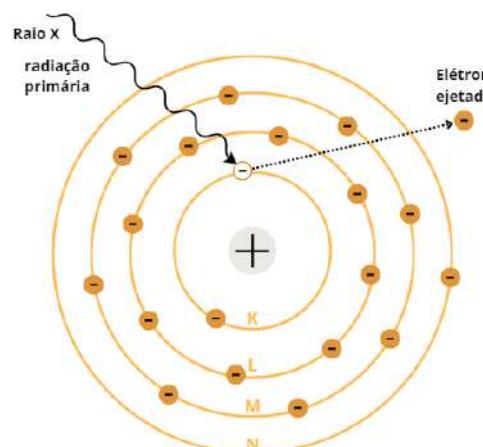
Fonte: autoria própria

2.3.1 Aplicabilidade de um espectro FRX em pinturas de cavalete

A funcionalidade dos raios-X mostra-se rapidamente usada para o diagnóstico do estado de conservação e para os estudos relacionados com a autoria e a autenticidade das obras de arte (CRUZ, 2015).

O processo de análise FRX em pinturas de cavalete envolve a estimulação da superfície da pintura com raios-X, o que provoca a emissão de fluorescência dos elementos químicos presentes na composição dos pigmentos (Figura 7). A intensidade da fluorescência é medida e registrada em um espectro, que é posteriormente analisado para identificar e quantificar os elementos presentes (NASCIMENTO, 2023).

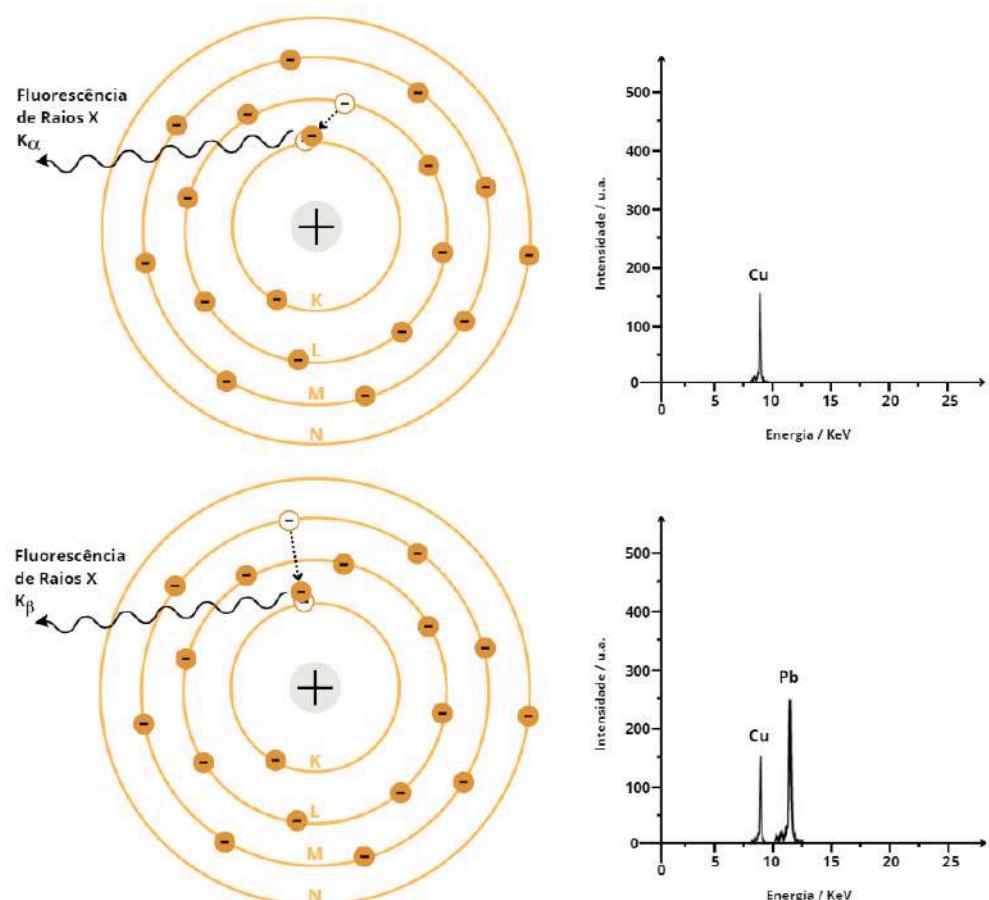
Figura 7 - Ilustração do método de medição de análise por fluorescência de raios-X



Fonte: autoria própria

Quando um dispositivo de raios-X inicia uma medição, ele emite radiação de alta energia através do tubo de raios-X, a qual é conhecida como radiação "primária" (NASCIMENTO, 2023). Ao atingir um átomo na amostra, esses raios-X transferem energia, excitando o átomo e provocando a ejeção de um elétron próximo ao seu núcleo, processo denominado "ionização". Devido à instabilidade resultante, um elétron de uma camada superior se move e preenche o espaço vazio (Figura 8), emitindo radiação de "fluorescência" (RODRIGUES, 2005). Essa radiação secundária possui um nível de energia singular, como uma impressão digital, que é uma característica específica do elemento. Um detector capta essa fluorescência e converte o sinal em dados digitais.

Figura 8 - Ilustração do método de emissão de fluorescência e criação do espectro. Acima, FRX K alfa. Abaixo, FRX K beta

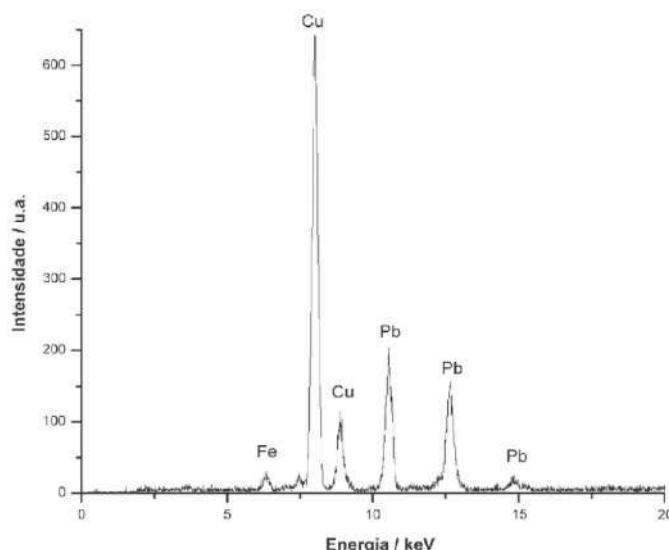


Fonte: autoria própria

Posteriormente, o dispositivo gera um espectro, onde o nível de energia dos fótons detectados é representado no eixo x, e sua frequência (taxa de contagem) no eixo y. No exemplo abaixo (Figura 9) os elementos presentes na amostra podem ser identificados a partir

das posições dos picos no espectro – no eixo x –, enquanto as alturas desses picos – no eixo y – fornecem informações sobre a concentração dos elementos (RODRIGUES, 2005).

Figura 9 - Espectro de Fluorescência de Raios-X capturado na obra “Visitação”, 1592, obtido na zona do manto verde de Zacarias. Tempo de aquisição de 300 segundos



Fonte: SOUSA, Maria João; CRUZ, António João. Materiais e Técnica do Painel Representando a Visitação Executado para o Retábulo da Capela de Santa Isabel (Porto), pelo Pintor Maneirista Diogo Teixeira. Portugal, 2012.

As análises FRX podem ser realizadas em laboratórios ou em campo, utilizando espetrômetros portáteis ou de bancada, dependendo das necessidades do estudo. A utilização desta técnica em conjunto com outros métodos – como a Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) e Espectroscopia Raman (RS), que conseguem identificar a estrutura química dos elementos – é capaz de fornecer uma compreensão abrangente da imagem completa da composição e história da obra de arte analisada, a depender da intenção do plano de conservação.

2.3.2 Mecanismo de aquisição de dados

A aplicação da espectroscopia de fluorescência de raios-X em pinturas de cavalete é essencial por diversos motivos. Por se tratar de uma abordagem não-invasiva, ela preserva a integridade da obra de arte, sendo eminentemente em artefatos raros ou frágeis, a qual contribui para estudos históricos, de conservação e autenticação das pinturas de cavalete, lançando luz sobre suas origens e autenticidade.

O estudo dos pigmentos, portanto, possibilita interpretar o método de pintura do artista, incluindo quais pigmentos foram utilizados na confecção da obra e, ainda, a camada

preparatória aplicada na pintura (CALZA, 2007). Adquirir estes conhecimentos auxilia nas decisões relacionadas a retoques – partindo do uso de pigmentos mais próximos utilizados pelo artista – e remoções, como a aplicação de solventes no intuito de reverter ou estacionar o processo de deterioração de uma pintura.

No entanto, esse reconhecimento nem sempre se revela simples e isento de ambiguidades; pigmentos como o ultramarino podem ser identificados em suas formas naturais e sintéticas, sendo a diferenciação baseada nas impurezas presentes (KLOCKENKAMPER et al., 2000). A identificação de pigmentos torna-se mais complexa quando eles são misturados para alcançar tonalidades específicas, uma prática comum entre os artistas em suas obras.

O uso do espectro de FRX é particularmente útil para analisar grandes áreas de uma pintura, pois pode ser realizado *in situ* sem a necessidade de amostragem ou remoção de material, garantindo a preservação da amostra. No entanto, como qualquer técnica analítica, a natureza elementar do método de raios-X possui algumas limitações, sendo capaz de informar quais elementos estão presentes no local de análise, entretanto, não informa suas estruturas químicas. Além disso, a resolução espacial do equipamento, por ser reduzida, pode encontrar dificuldades na detecção de pequenas quantidades de elementos específicos que estejam em camadas muito finas ou em misturas complexas.

Pigmentos orgânicos ou compostos por elementos de baixo peso atômico não são diretamente detectáveis por meio da técnica de Fluorescência de Raios-X (CALZA, 2007); nesses casos, é possível deduzir a presença desses pigmentos baseando-se na ausência de outros elementos mais pesados, relacionados ao ponto de medição analisado. Como exemplo, a falta de Cobre (Cu) pode descartar a presença de azurita ($2\text{CuCO}_3\cdot\text{Cu}(\text{OH})_2$) e azul egípcio ($\text{CaO}\cdot\text{CuO}\cdot 4\text{SiO}_2$), e assim por diante, tal como a ausência de Cobalto (Co) pode descartar azul de cobalto ($\text{CoO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), azul cerúleo ($\text{CoO}\cdot\text{nSnO}_2$), e esmalte (Silicato de K, Co, Al), nos que se referem à classe de pigmentos azuis.

Atualmente, em termos da degradação fotoquímica dos materiais, o uso da espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX) contribui em uma análise que não lesiona a camada superficial da pintura, ou seja, não altera a porção de matéria analisada. A possibilidade de reintegrar uma área com perda pictórica, por exemplo, utilizando pigmentos semelhantes aos originais, são vantagens obtidas a partir dos dados coletados pelo equipamento FRX. Essa aquisição é comumente utilizada e preferida por restauradores na área da Conservação. (CRUZ, 2015).

3. ESTUDO DAS PINTURAS

A presente pesquisa tem como objeto de estudo as pinturas que retratam Oswaldo Cruz – original, por Baptista da Costa, e cópia, por Jordão de Oliveira. Essas obras assumem uma dupla relevância: ao mesmo tempo em que refletem um recorte da trajetória do cientista brasileiro, caracterizam-se como patrimônios culturais. Busca-se, portanto, compreender o percurso dessas obras que levou ao atual estado de conservação das mesmas e os desafios específicos que enfrentam. A investigação concentrou-se principalmente na cópia da obra devido à ocorrência de um grave dano, utilizando a original como referência comparativa em algumas análises específicas.

3.1 Entrevistas

A entrevista com Sérgio Fracalanza, ex-diretor do Instituto de Microbiologia, e Raquel Bonelli, vice-diretora do Instituto e chefe de laboratório junto com Fracalanza, revela a delicada situação enfrentada por uma obra de arte que integra o acervo da Sala de Congregação há aproximadamente cinquenta anos, coincidindo com a longevidade do próprio Instituto. O quadro em questão é uma cópia que traz a reprodução de Oswaldo Cruz no escritório de sua residência em Petrópolis, realizada pelo artista Jordão de Oliveira (1900-1980), aluno de João Baptista da Costa (1865-1926) nos anos de 1920 na Escola Nacional de Belas Artes, RJ. Baptista da Costa é o artista responsável pela confecção da obra original, localizada no auditório Reitor Hélio Fraga, no Centro de Ciência da Saúde - CCS/UFRJ.

Durante uma reforma feita na Sala de Congregação, aproximadamente entre 2019 e 2020, o quadro foi removido temporariamente da parede e colocado sob um ar-condicionado. Em uma sexta-feira no ano de 2021, após o expediente, o ar-condicionado da sala permaneceu ligado acidentalmente, e só pôde ser desligado após três dias, quando as atividades foram reiniciadas na segunda-feira seguinte, provocando a condensação do aparelho.

Como resultado, o vazamento de água resultante encharcou o quadro, acarretando prejuízos tanto à moldura quanto à tela, causando danos como acúmulo de umidade, fungos e craquelês (Figura 10). Surpreendentemente, não foi realizada nenhuma intervenção emergencial após o incidente; a obra foi apenas deixada em um dos cantos da sala no aguardo de sua secagem completa, permitindo, com isto, o agravamento e a permanência dos danos ao longo dos últimos quatro anos. Os estragos englobam problemas estruturais na trama do

tecido, além da moldura confeccionada em gesso com rupturas significativas – destrinchados no decorrer da pesquisa. A obra permanece deteriorada desde o incidente em 2021.

Figura 10 - Pintura representando Oswaldo Cruz antes e depois do incidente, respectivamente



Fonte: Biblioteca do Instituto de Microbiologia Paulo de Góes – UFRJ; acervo pessoal

A análise do ambiente atual da obra de Jordão de Oliveira destaca fatores que podem impactar seu estado de conservação. Entre esses fatores, destacam-se flutuações ambientais derivadas da manipulação do ar-condicionado, que podem causar variações de temperatura e umidade prejudiciais, como o descolamento de camadas de tinta ou a interferência do suporte. Apesar da exposição direta à luz afetar a leitura da imagem, resultado do possível amarelecimento e desbotamento das cores, especialmente em obras que contenham pigmentos fotossensíveis, a obra em questão está localizada em um ambiente que não possui incidência de luz direta.

Por fim, a alta rotatividade de pessoas, tanto interna quanto externamente à sala, aumenta o risco de danos físicos à obra. Nessa perspectiva, o quadro, ao estar em repouso em uma parede de *drywall*, sofre grandes impactos de tremor em sua estrutura ao deparar-se com o tráfego constante no exterior. Em contraste, o local da obra original, feita por Baptista da Costa, apresenta condições divergentes, com incidência direta de luz, ausência de flutuações climáticas e menor tráfego de pessoas, o que afeta o resultado visual das duas obras de maneiras distintas (Figura 11).

Figura 11 - À esquerda, obra Oswaldo Cruz; pintura original por Baptista da Costa, Auditório Reitor Hélio Fraga. À direita, cópia da obra Oswaldo Cruz; pintura por Jordão de Oliveira, segundo João Baptista da Costa, Sala de Congregação do Instituto de Microbiologia



Fonte: acervo pessoal, 2023

Diante do contexto, a necessidade de intervenção emergiu e, o primeiro contato para um possível restauro foi estabelecido com a Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ a qual indicou um grupo de restauradores em Niterói, embora o orçamento inicial tenha se mostrado incompatível com a realidade da instituição. Posteriormente, o Espaço Memorial Carlos Chagas Filho (EMCCF) – Museu universitário do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF) no Centro de Ciências da Saúde, CCS/UFRJ – foi contatado e sua equipe de conservação indicou a restauradora Profª Dra. Márcia Rizzo.

A decisão de buscar a restauração da obra não apenas reflete a importância que o quadro possui no contexto histórico do Instituto, mas também ressalta o compromisso com a preservação do patrimônio cultural e científico que permeia o ambiente acadêmico. A entrevista revela a complexidade da situação e a busca por soluções para salvaguardar não apenas a obra em si, mas também as memórias e a história que ela representa.

3.2 Pinturas representando Oswaldo Cruz

As obras analisadas retratam Oswaldo Cruz no escritório de sua residência em Petrópolis, em estilo retrato sob a técnica de pintura óleo sobre tela. A segunda, datada de 1973 por Jordão de Oliveira, localizada na sala de congregação do Instituto de Microbiologia - CCS\UFRJ -, caracteriza-se como uma cópia, reproduzindo a mesma pintura feita por Baptista da Costa com data de confecção não determinada, a qual a priori foi inserida no

campus da praia vermelha e atualmente encontra-se disposta no corredor do auditório Reitor Hélio Fraga do Centro de Ciências da Saúde - CCS/UFRJ.

Jordão de Oliveira e Baptista da Costa foram dois artistas renomados que deixaram uma marca significativa na Escola Nacional de Belas Artes (ENBA) e na cena artística brasileira, atuando como professores e no desenvolvimento de técnicas distintas para o avanço das artes visuais no país. Conhecido por sua paleta de cores vibrantes e composições expressivas, Jordão de Oliveira explorou uma variedade de estilos artísticos ao longo de sua carreira, revelando uma conexão profunda com a arte e a cultura brasileira, enquanto as obras de Baptista da Costa refletem um profundo conhecimento técnico e de sensibilidade artística ao representar pinturas de paisagens brasileiras e retratos (BAPTISTA, 2024). Apesar de suas técnicas e estilos artísticos, essa relação mestre-aluno pode ter contribuído para a diversidade e riqueza das obras de Jordão de Oliveira, combinando influências e técnicas de diferentes áreas das artes visuais (ARTES, 2024).

A reprodução da pintura de Baptista da Costa feita por Jordão de Oliveira destaca a importância da obra original e a conexão artística entre os dois artistas, evidenciando o legado compartilhado entre si através da habilidade técnica e artística de ambos.

A descoberta dos artistas responsáveis pela confecção dos quadros em questão decorreu do reconhecimento das assinaturas no canto inferior direito de ambas as obras. Segundo a Figura 12, na obra original é possível identificar “J. Baptista”, assinatura de Baptista da Costa, retratada na cópia de seu quadro feito por Jordão de Oliveira, identificado através da assinatura “Jordão, segundo J. Baptista da Costa, Rio, 1973”. A obra original não possui o ano de criação anotado no quadro, tal como é observada em sua cópia.

Figura 12 - Detalhe da assinatura do artista. À esquerda, obra original, canto inferior direito: “J. Baptista”. À direita, cópia, canto inferior direito: “Jordão, segundo J. Baptista da Costa, Rio, 1973”



Fonte: acervo pessoal, 2023

Ambos os quadros não possuem bibliografias oficialmente publicadas sobre suas representações, possivelmente por serem confeccionadas por razões internas, sendo de ingresso exclusivo da UFRJ. O registro fotográfico foi possível através de visitas aos locais específicos das obras, reunindo informações visuais satisfatórias para o estudo em questão.

A ausência de elementos informacionais, como dados de criação, e a escassez de referências bibliográficas, dificulta a aquisição de informações mais aprofundadas sobre a obra. Essa combinação de fatores exige processos minuciosos de identificação e pesquisa para esclarecer aspectos importantes da obra. Partindo do contexto histórico e artístico, é possível formular hipóteses sobre seu período de criação, analisando elementos como técnicas de produção, pigmentos utilizados, estilos e tendências da época.

A partir dessa abordagem, foi possível chegar a um resultado compatível em relação a datação da obra original produzida por Baptista da Costa: nesse caso, foram coletadas informações sobre os artistas envolvidos, além do próprio Oswaldo Cruz – representado no retrato – bem como sobre a produção de outras obras do artista Baptista da Costa. Também foi realizada uma comparação entre o período de utilização dos pigmentos identificados na obra e os dados explorados, o que contribuiu para a formulação de hipóteses mais precisas, deduzindo a data de criação da obra original entre o final do século XIX e início do século XX, em específico, entre o período de 1890 e 1915.

A descoberta do artista responsável pela cópia foi conquistada por uma investigação que cruzou os dados de ano de criação da pintura com possíveis outras obras relacionadas ao Centro de Ciências da Saúde - CCS/UFRJ. Apesar de não encontrarmos evidências em outra obra no CCS e, considerando a assinatura na cópia não estar totalmente legível, essa análise permitiu encontrar uma obra de arte com assinatura similar (Figura 13) que encontrava-se no acervo do Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe (IHGSE). A partir desta descoberta, foi possível fazer o levantamento artístico de Jordão de Oliveira e estabelecer a relação entre os dois artistas.

Figura 13 - Obra responsável pela descoberta da assinatura de Jordão de Oliveira como autor da cópia da pintura de Oswaldo Cruz



Fonte: PINACOTECA Jordão de Oliveira. Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe (IHGSE). Sergipe.
Alterado pela autora

4. OBJETIVOS

Este trabalho de conclusão de curso baseia-se em dois eixos: o objetivo principal e o objetivo secundário.

4.1 Objetivo principal

Aplicar imageamento multiespectral e técnicas analíticas não-invasivas nas pinturas de cavalete pertencentes ao Instituto de Microbiologia do CCS - UFRJ para investigar o ocorrido com a pintura (objeto de estudo) e identificar os danos provenientes das duas pinturas, promovendo comparações de resultados entre as obras analisadas, além de esclarecer as degradações, na produção de um diagnóstico para documentação.

4.2 Objetivo secundário

Propõe a coletânea dos dados como meio de elaborar um projeto de conservação e restauração para um futuro tratamento interventivo na pintura de estudo.

5. METODOLOGIA

A fim de alcançar os resultados desejados, o presente trabalho fundamentou-se em quatro pilares relevantes, descritos abaixo.

5.1 Objeto de estudo e revisão bibliográfica

A coletânea documental foi elaborada a partir da seleção de uma pintura com potencial de estudo, devido ao grave dano que sofreu. Essa escolha se insere no contexto da Conservação-Restauração, que busca integrar conhecimentos especializados na prática dos conservadores-restauradores.

5.2 Documentação

A documentação partiu da coletânea dos dados obtidos durante o projeto, baseados nos registros fotográficos, nos resultados das técnicas analíticas aplicadas e na pesquisa histórica da obra.

5.3 Análise da pintura

A realização desta pesquisa foi possível através de visitas ao Centro de Ciências da Saúde - CCS/UFRJ, incluindo o Instituto de Microbiologia e o Auditório Reitor Hélio Fraga, nos quais as pinturas encontravam-se dispostas à avaliações e estudos, abrangendo a realização de entrevistas pertinentes aos responsáveis pelo resguardo da obra.

5.4 Diagnóstico

A identificação dos danos foi classificada através de exames a partir da observação em luz visível e ultravioleta (VIS/UV), manipuladas em posições transmitida, rasante e direta, além do uso da espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX) na identificação dos pigmentos presentes em determinados detalhes por meio do equipamento portátil de análise modelo “Tracer III-SD”, da Bruker, com potência de 40 watts pelo tempo de 60 segundos.

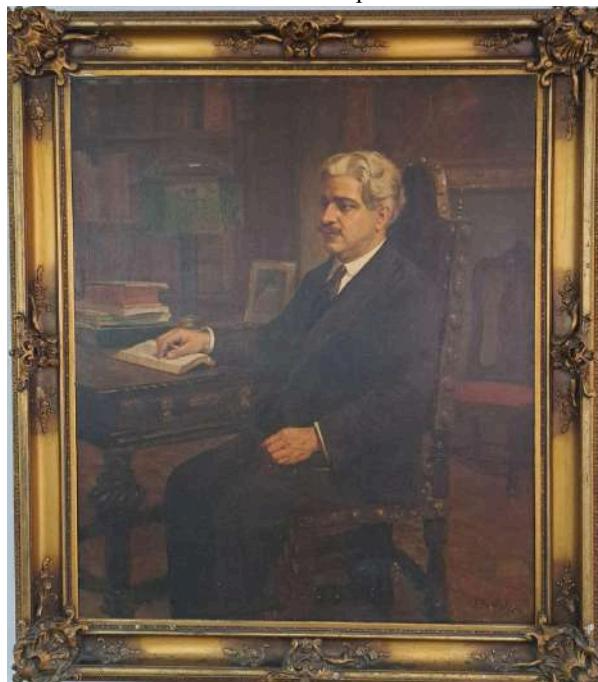
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Diagnóstico das obras

Durante as análises foram usados exames não destrutivos, sem retiradas de fragmentos, preservando a integridade física da obra. Os exames de superfície que observaram os pormenores das pinturas baseiam-se no exame organoléptico, observação por fotografia com luz visível direta, luz transmitida, luz rasante, luz ultravioleta (UV), além de exames por radiação eletromagnéticas geradoras de imagens, como espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX).

6.1.1 Obra de Baptista da Costa³

Figura 14 - Visão frontal da obra de Baptista da Costa. Obra original



Fonte: acervo pessoal

FICHA TÉCNICA	
Nome do Objeto:	Pintura a óleo
Título:	Oswaldo Cruz no escritório de sua casa em Petrópolis
Artista:	João Baptista da Costa (1865-1926)
Data de criação:	Não especificada

³ A obra de Baptista da Costa refere-se à obra original.

Estilo:	Retrato	
Material/Técnica:	Óleo sobre tela	
Dimensões (cm):	Altura: considerando a moldura: 162 cm sem moldura: 133 cm	Comprimento: considerando a moldura: 142 cm sem moldura: 112 cm
Procedência:	Auditório Reitor Hélio Fraga, Centro de Ciências da Saúde - CCS/UFRJ	
Proprietário:	Centro de Ciências da Saúde - CCS/UFRJ	

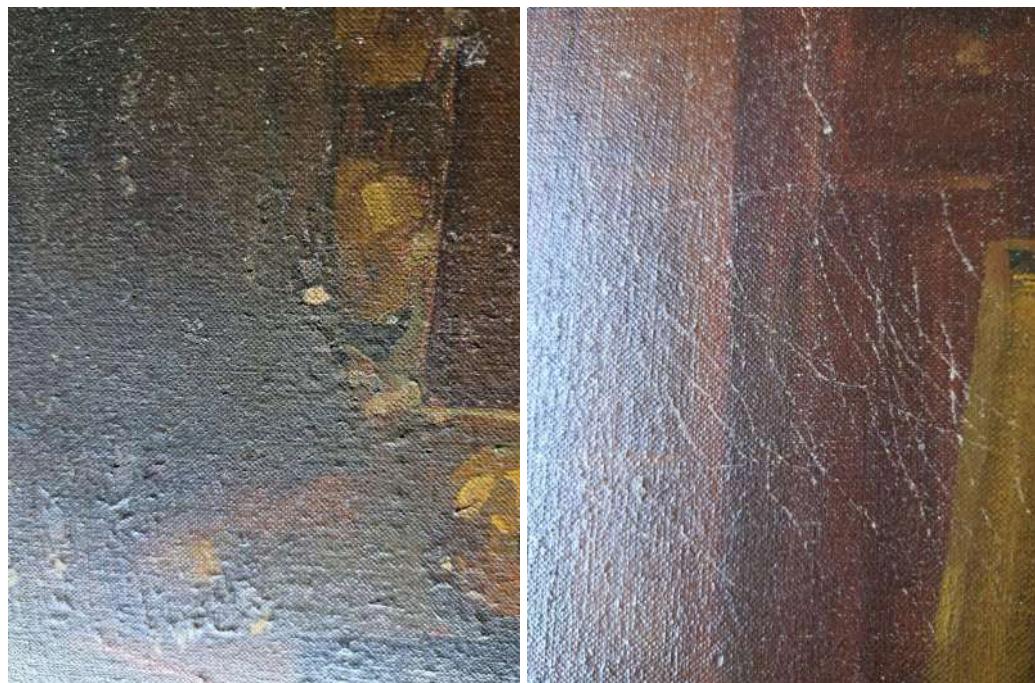
A composição estudada representa Oswaldo Cruz no escritório de sua casa em Petrópolis em estilo retrato sob a técnica de pintura óleo sobre tela. No decorrer dos exames, foi observado que o estado de conservação encontra-se deficiente (Figuras 15-17); a camada pictórica apresenta craquelamento generalizado e perda significativa de pigmento, além de rachaduras e determinadas ranhuras. Foram identificados vestígios de intervenções anteriores, nas quais foram realizadas reintegrações cromáticas por variadas regiões da superfície da pintura. Entretanto, as evidências indicam que ao invés de nivelar a perda existente na camada pictórica antes da reintegração, aparentemente os fragmentos soltos foram fixados utilizando-se a própria tinta aplicada durante o procedimento, em forma de um adesivo, “resolvendo” os dois problemas ao mesmo tempo.

Figura 15 - Detalhe da camada pictórica. Região inferior ao centro na zona da mão de Oswaldo Cruz (esquerda): perda acentuada de camada pictórica; região inferior esquerda na zona abaixo da mesa (direita): vestígios de intervenções anteriores (repinturas) e fragmentos de craquelê



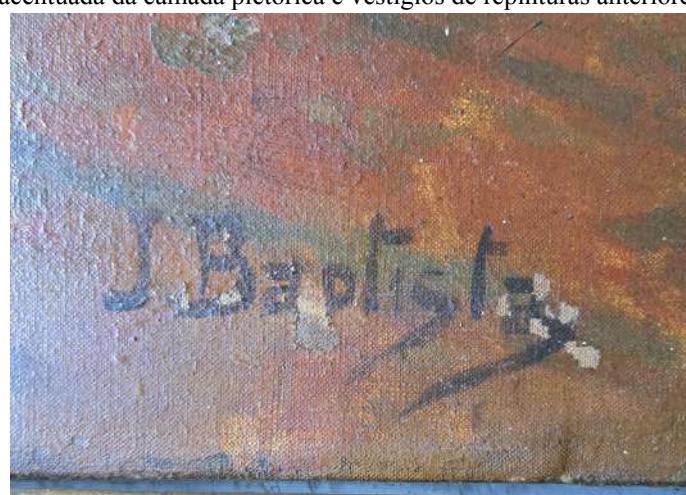
Fonte: acervo pessoal

Figura 16 - Detalhe da camada pictórica, região inferior à direita na zona da cadeira em que Oswaldo Cruz encontra-se (esquerda): rachaduras e perdas pictóricas; região ao centro na zona da estante de livros (direita): ranhuras



Fonte: acervo pessoal

Figura 17 - Detalhe da camada pictórica, região inferior à direita na zona da assinatura do artista: perda acentuada da camada pictórica e vestígios de repinturas anteriores

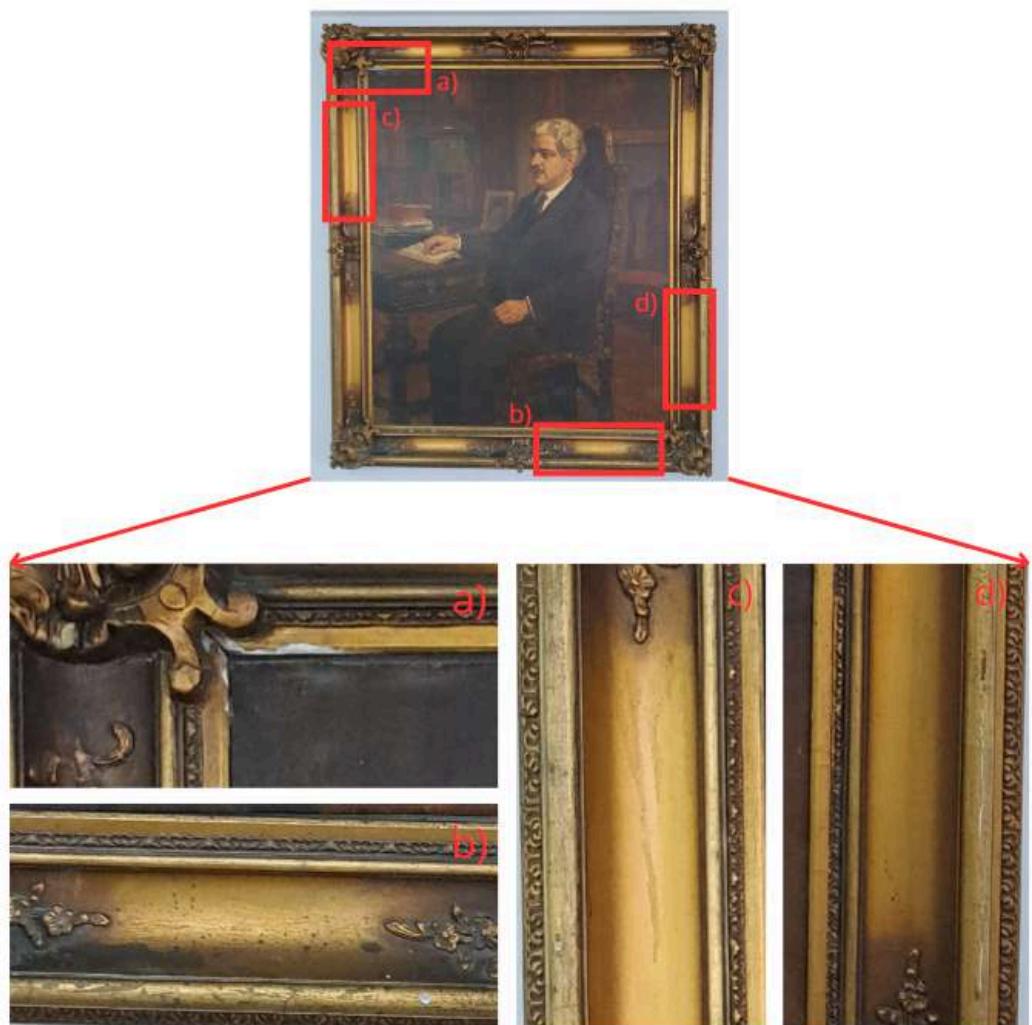


Fonte: acervo pessoal

A tonalidade da pintura, somada a sua data de criação, sugerem que o verniz presente encontra-se envelhecido e com alteração em seu aspecto. A moldura confeccionada em gesso com douramento (Figura 18) apresenta um estado razoável de conservação, apresentando pequenas perdas distribuídas pelo suporte, deixando exposta apenas a película branca da base em gesso. O douramento exibe rachaduras em determinados locais e manchas de

envelhecimento, especialmente na região inferior. Ademais, as laterais da moldura apresentam um líquido escorrido com aspecto oleoso, possivelmente proveniente do adesivo utilizado na fixação das peças em formato de flores anexadas nas bordas externas da moldura.

Figura 18 - Detalhe da moldura. a) Região superior à esquerda: perda de douramento; b) Região inferior à direita: manchas de envelhecimento; c) Região lateral à esquerda: líquido de aspecto oleoso; d) Região lateral à direita: rachaduras no douramento



Fonte: autoria própria. Acervo pessoal

Após concluir o diagnóstico geral da obra original e adquirir observações satisfatórias, foi dado início ao estudo da cópia da obra, que se destacou como o motivo principal desta pesquisa. A pintura foi selecionada por sua maior fragilidade, a qual exigiu métodos e abordagens mais elaboradas para o diagnóstico final.

A combinação de diferentes técnicas de análise permitiu a criação de um perfil detalhado da obra, incluindo informações sobre a composição elementar dos materiais e seu estado de conservação total.

6.1.2 Obra de Jordão de Oliveira⁴

Figura 19 - Visão frontal da obra de Jordão de Oliveira. Cópia da obra



Fonte: acervo pessoal

FICHA TÉCNICA		
Nome do Objeto:	Pintura a óleo	
Título:	Oswaldo Cruz no escritório de sua casa em Petrópolis	
Artista:	Jordão de Oliveira (1900-1980)	
Data de criação:	1973	
Estilo:	Retrato	
Material/Técnica:	Óleo sobre tela	
Dimensões (cm):	Altura: considerando a moldura: 162 cm sem moldura: 133 cm	Comprimento: considerando a moldura: 142 cm sem moldura: 112 cm
Procedência:	Sala da Congregação no Instituto de Microbiologia - CCS/UFRJ	
Proprietário:	Instituto de Microbiologia - CCS/UFRJ	

Após a realização de exames organolépticos sob luz visível direta, constatou-se que o estado de conservação da obra encontra-se muito deficiente. A análise detalhada revelou

⁴ A obra de Jordão de Oliveira refere-se à cópia da obra.

diversos problemas na camada pictórica, como a presença de sujidades e manchas, orifícios e danos causados por microrganismos e insetos (com vestígios de asas aderidas), craquelamento generalizado, perda de pigmento, formação de bolhas na tinta, absorção de umidade - ocasionando manchas -, respingos de substâncias com aspecto oleoso, alteração de tonalidades devido à ação da umidade, entre outros.

À primeira vista, é evidente a presença de alguns danos na superfície da obra. Observam-se manchas verticais em diversas áreas, caracterizadas por um aspecto esbranquiçado e uma tonalidade mais clara que a camada de tinta aplicada. Diante disso, surgiram algumas possíveis teorias que demandam investigação.

A primeira sugere que o vazamento de água por cima do quadro foi de um líquido específico (ainda desconhecido) proveniente do ar-condicionado que escorreu sobre a camada pictórica (Figura 20). Esse contato pode ter resultado na remoção da camada de verniz da pintura, afetando-a significativamente. Não é possível determinar se o fluido em questão possui características ácidas, embora sua ação possa ter provocado a decomposição da camada protetora e alterado visualmente a pintura. Para uma avaliação precisa, seria necessário medir o pH da água que escorreu, a qual não sabemos se escorreu em forma de enxurrada ou em gotas. Além disso, a água proveniente do ar-condicionado também poderia conter impurezas, e ter solubilizado com a camada pictórica, resultando na modificação do verniz.

Figura 20 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro: líquido de caráter desconhecido



Fonte: acervo pessoal

A segunda teoria sugere que a água que escorreu do aparelho pode ter dissolvido o gesso presente na moldura da pintura, espalhando-se pela camada pictórica. Esse processo poderia ser responsável pelo aspecto esbranquiçado observado.

A terceira teoria – de certa forma, mais plausível – refere-se ao contato prolongado da água com a camada pictórica como principal fator de alteração da superfície e branqueamento, capaz de afetar suas características dispersivas (Figura 21). A intensificação do fenômeno observado sugere uma relação entre a profundidade alcançada pela água no objeto e o seu tempo de exposição. O fluxo de água contínuo em uma determinada direção é capaz de formar fissuras ao longo do percurso, o qual pode relacionar-se com a formação de microporosidades (Figura 22), a intensidade da tonalidade esbranquiçada e a migração de partículas de pigmentos ao longo das proximidades das fissuras.

Figura 21 - Detalhe da camada pictórica, (esquerda) região superior à esquerda; (direita) região inferior à direita: manchas provindas pelo contato prolongado com a água em fluxo contínuo e formação de fissuras



Fonte: acervo pessoal

Figura 22 - Detalhe da camada pictórica: vestígios de insetos, camada esbranquiçada e alteração na tonalidade (esquerda); formação de bolhas, manchas de umidade e microporosidades (direita)



Fonte: acervo pessoal

Esta migração de partículas nos leva à quarta teoria, igualmente plausível: devido a presença de constituintes solúveis em água em camadas inferiores da estratigrafia, esta matiz também pode evidenciar a solubilização de tais constituintes para a superfície, visto que a mesma apresentou algumas manchas de tons vermelho-acastanhados em determinados pontos, levando à alterações nas tonalidades dos pigmentos (descoloração) e formação de bolhas da camada pictórica (Figuras 22 e 23). A inspeção com lentes de aumento permitiu investigar a presença de partículas e porosidades nas áreas esbranquiçadas, além de aglomeração de colônias de microorganismos, como fungos (Figura 23).

Figura 23 - Detalhe da camada pictórica, (esquerda) região inferior à esquerda; (direita) região inferior ao centro: partículas e porosidades nas áreas esbranquiçadas, e aglomeração de colônias de microorganismos



Fonte: acervo pessoal

O fenômeno da migração de partículas de pigmentos ao longo da superfície poderia explicar a semelhança na composição elementar observada em distintos pontos de análises. Através da espectroscopia de fluorescência de raios-X, foi identificado que áreas que dispõem o aspecto esbranquiçado apresentaram elementos semelhantes no espectro, mesmo em locais onde as camadas pictóricas eram distintas entre si. Essa característica evidenciou-se, por exemplo, em um ponto de análise feito em uma demarcação de tons azuis, enquanto outra se concentrou em tons marrons, revelando a interconexão entre essas variações.

Ao examinar a região superior da obra, exatamente entre a moldura e o término da pintura, foi possível identificar a presença de fita gomada ao longo de toda a extensão do quadro (Figura 24). Conclui-se que essa prática era comum antigamente, com o objetivo de conferir um "acabamento" estético à obra de arte. No entanto, na contemporaneidade, a utilização de fita gomada é vista como prejudicial para a pintura. Isso se deve às propriedades atrativas dessa fita para agentes biológicos, como os xilófagos, acelerando, assim, a deterioração tanto da camada pictórica quanto de seu suporte.

Figura 24 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro: fita gomada na extensão da pintura



Fonte: acervo pessoal

A moldura de gesso com douramento, apresenta diversos problemas de conservação. Observa-se uma excessiva perda de material, com partes da estrutura tornando-se quebradiças; a superfície exibe craquelês, manchas de envelhecimento e a presença de aracnídeos, além de um acúmulo significativo de fungos; a umidade acumulada causou perda estrutural em algumas áreas, resultando em estufamento e a consequente perda do douramento original, deixando exposta apenas a película branca da base em gesso; em determinadas regiões o dano foi capaz de alcançar mais afundo a moldura, deixando exposta a madeira da estrutura visível por detrás das partes quebradiças do douramento.

A região inferior, especificamente, encontra-se extremamente fragilizada, apresentando todos os danos anteriormente descritos. A documentação fotográfica apresentada em seguida nas Figuras 25-29 permite a observação aprofundada dos dados citados acima.

Figura 25 - Imageamento sob luz visível direta na moldura, região inferior ao centro (esquerda): fragilidade do suporte; detalhe da moldura (direita): estrutura quebradiça com quantidade excessiva de craquelês



Fonte: acervo pessoal

Figura 26 - Detalhe da moldura, região inferior: degradações diversas ao suporte



Fonte: acervo pessoal

Figura 27 - Detalhe da moldura, região inferior direita: perda excessiva do suporte e douramento (esquerda); região superior ao centro: acúmulo de umidade, causando alteração no suporte (direita)



Fonte: acervo pessoal

Figura 28 - Detalhe da moldura, região inferior à esquerda: perda das camadas do suporte e partes fragilizadas (esquerda); região lateral direita: rachadura profunda no suporte (direita)



Fonte: acervo pessoal

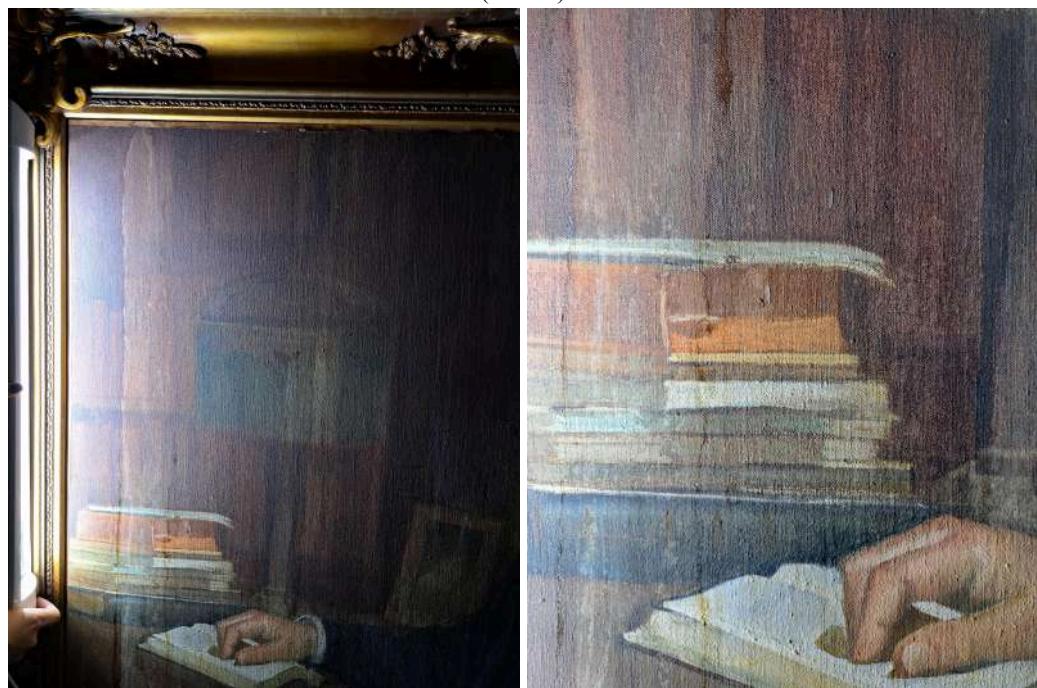
Figura 29 - Detalhe do suporte, região superior: intensidade do dano demonstrando visibilidade do suporte em madeira, por baixo do gesso



Fonte: acervo pessoal

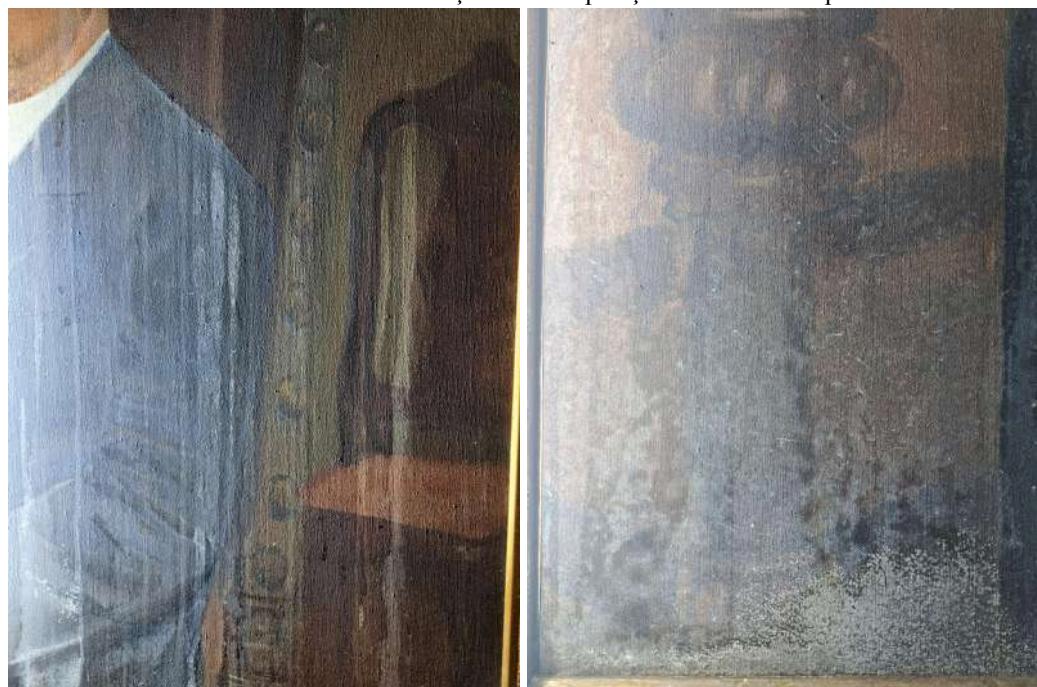
A análise sob luz rasante (Figuras 30 e 31) revelou informações de caráter satisfatório na superfície da pintura. Foram identificadas diferenças de espessura e textura na camada pictórica, além de desgastes na superfície. Entretanto, não foram observadas irregularidades significativas, como ondulações e abaulamentos, na extensão da tela. A iluminação permitiu uma visualização mais clara de elementos relevantes, como as manchas do líquido escorrido verticalmente ao longo da superfície, os respingos de substâncias com aspecto oleoso e as marcas das fissuras.

Figura 30 - Análise sob luz rasante, região superior à esquerda (esquerda); detalhe da camada pictórica, região superior à esquerda na zona dos livros: variação de textura da camada e indicação do líquido de aspecto oleoso (direita)



Fonte: acervo pessoal

Figura 31 - Detalhe da camada pictórica, região central à direita, na zona do paletó (esquerda): manchas de alteração na camada com marcas de líquidos escorridos; região inferior à esquerda, na zona do tapete (direita): manchas de umidade e alterações na composição da camada de pintura

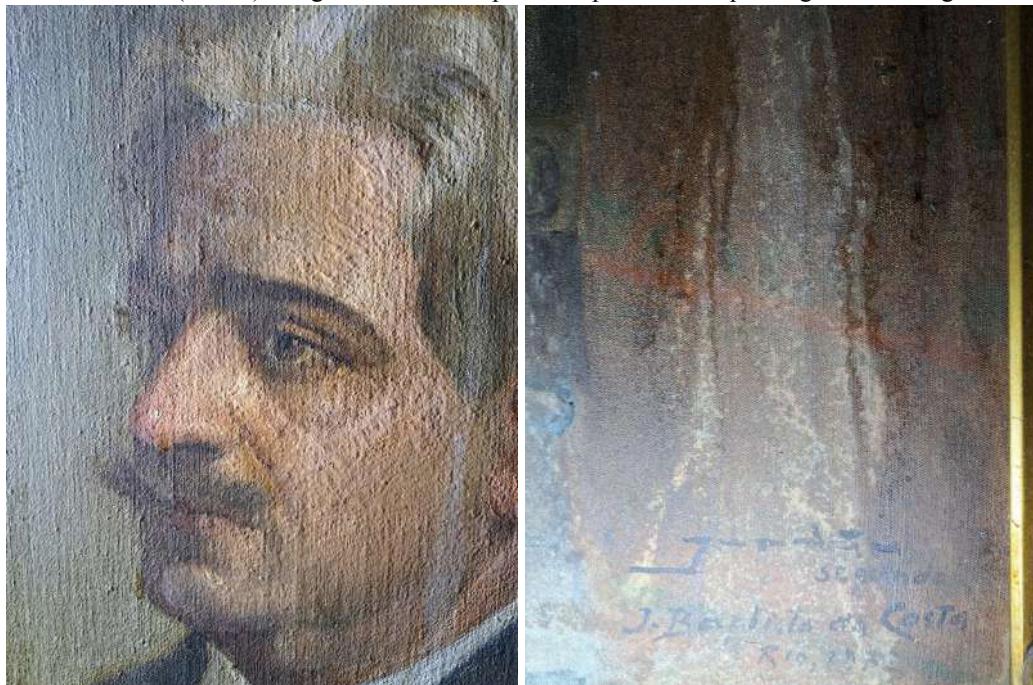


Fonte: acervo pessoal

No detalhe do rosto de Oswaldo Cruz (Figura 32), ficou evidente a sobreposição de camada de pintura, com variações na tonalidade dos pigmentos utilizados nesta região. Os

danos causados pela umidade também ficam nítidos, com a presença de manchas distribuídas pela camada pictórica. Na área de assinatura do artista, observa-se o desgaste da camada de tinta, possivelmente devido à ação do fluido.

Figura 32 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona do rosto de Oswaldo Cruz (esquerda): sobreposição de camadas de tinta, com variação de tonalidades; região inferior à direita, na zona da assinatura (direita): desgaste da camada pictórica pelo contato prolongado com a água



Fonte: acervo pessoal

A análise da pintura sob a técnica de luz transmitida trouxe informações sobre sua estrutura, revelando a presença de múltiplas camadas de tinta sobrepostas ao longo da superfície da obra. Observa-se consideráveis craquelês distribuídos por toda a extensão da tela, especialmente nas áreas que apresentam desgaste da camada superior. Essa característica é particularmente destacada no detalhe do rosto de Oswaldo Cruz (Figura 33), onde a interação entre as diferentes técnicas de iluminação – luz rasante e luz transmitida – revela, de forma única, a sobreposição de camadas por meio da aplicação de tintas pelo artista.

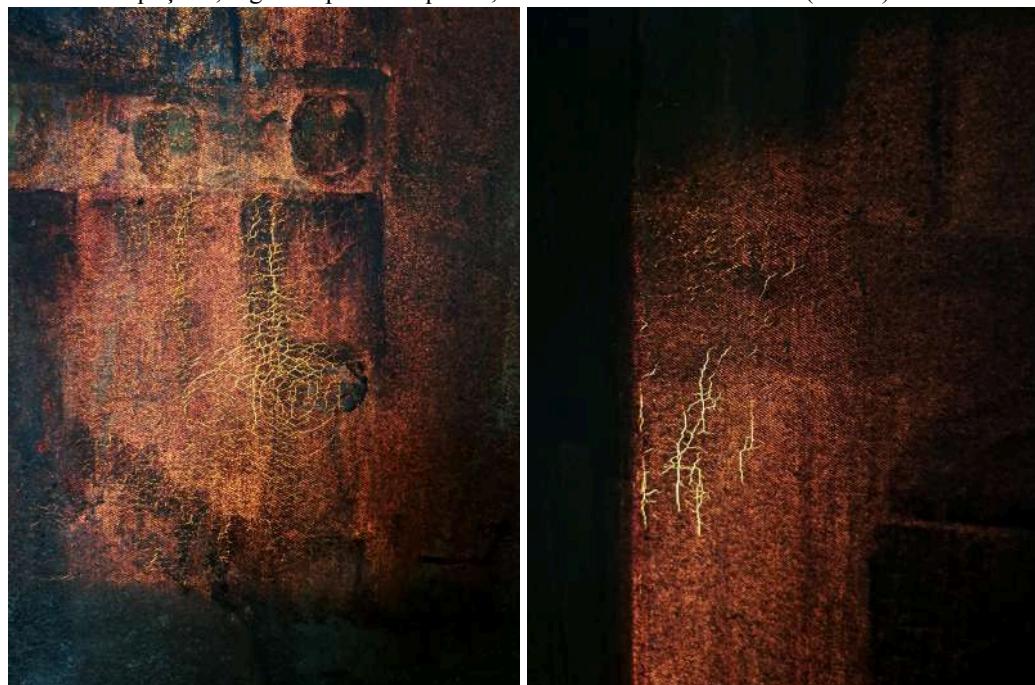
Pequenos orifícios foram identificados em determinados locais da tela, além de numerosas ranhuras distribuídas por grandes áreas na superfície da pintura, indicando desgastes sofridos por um longo período de tempo (Figura 34). No detalhe do braço, no paletó da figura, há uma área esbranquiçada que evidencia a diferença entre a pintura original e a região danificada pela umidade, a qual possivelmente causou esse esbranquiçamento.

Figura 33 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona da figura de Oswaldo Cruz (esquerda): sobreposição de camadas de pintura; região inferior ao centro, na zona do paletó (direita): esbranquiçado sobre pintura original



Fonte: acervo pessoal

Figura 34 - Detalhe da camada pictórica, região inferior direita, na zona da cadeira (esquerda): craquelê e manchas de esbranquiçado; região superior esquerda, na zona da estante de livros (direita): ranhuras destacadas



Fonte: acervo pessoal

Por fim, a partir da Figura 35, no detalhe da mão, é possível concluir uma clara distinção em relação à visualização sob a luz visível direta e a luz transmitida, as quais

revelam detalhes da obra que não seriam facilmente perceptíveis apenas com a iluminação convencional.

Figura 35 - Detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona do rosto (esquerda): destaque da sobreposição de camadas de tinta e ranhuras diversas; região inferior ao centro, na zona da mão (direita): visualização da área por luz visível direta e luz transmitida no mesmo momento



Fonte: acervo pessoal

Já na análise através da luz ultravioleta (UV), não foram encontrados sinais de intervenções anteriores (reintegrações cromáticas); as manchas escuras mais acentuadas que geralmente indicam a presença de retoques ou repinturas recentes, não apresentaram fluorescência diferenciada na superfície (Figura 36).

A ausência de mudanças significativas sob luz UV não indica necessariamente que a pintura esteja em um bom estado de conservação, este traço pode apenas sugerir que os materiais utilizados não demonstram alterações fluorescentes características.

Na região da gravata de Oswaldo Cruz (Figura 37), observa-se uma fluorescência sob luz UV; isto se deve à presença do pigmento branco que possui a característica de apresentar fluorescência quando exposto a essa radiação.

Figura 36 - À esquerda, imageamento sob luz UV na obra. À direita, detalhe da camada pictórica, região superior ao centro, na zona do rosto



Fonte: acervo pessoal

Figura 37 - Detalhe da camada pictórica, região inferior ao centro, na zona da área esbranquiçada (esquerda); região superior ao centro, na zona da gravata de Oswaldo Cruz (direita)



Fonte: acervo pessoal

A técnica de espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX) foi empregada para realizar a identificação elementar não-invasiva em determinados locais das obras analisadas com o intuito de promover a comparação entre as duas (Figura 38), destrinchado no tópico

6.3. Devido à impossibilidade de transporte das pinturas para outro ambiente, as análises foram conduzidas diretamente nos locais onde as obras encontram-se.

No caso da obra original de Baptista da Costa, houve um deslocamento da equipe ao auditório Reitor Hélio Fraga, onde a pintura está suspensa na parede e, para acessar as regiões mais elevadas do quadro, foi necessário o auxílio de uma escada. Já na obra de Jordão de Oliveira, as análises foram realizadas na Sala de Congregação do CCS/UFRJ, onde o quadro encontrava-se disposto no chão, encostado à parede, dispensando o uso da escada.

Figura 38 - Identificação elementar não invasiva por fluorescência de raios-X. À esquerda, análise na obra original de Baptista da Costa. À direita, análise na cópia da obra original por Jordão de Oliveira



Fonte: acervo pessoal

6.2 Mapeamento digital de danos

Figura 39 - Mapeamento digital de danos elaborado a partir do estudo e diagnóstico das obras. Acima: obra original, Baptista da Costa. Abaixo: cópia da obra, Jordão de Oliveira

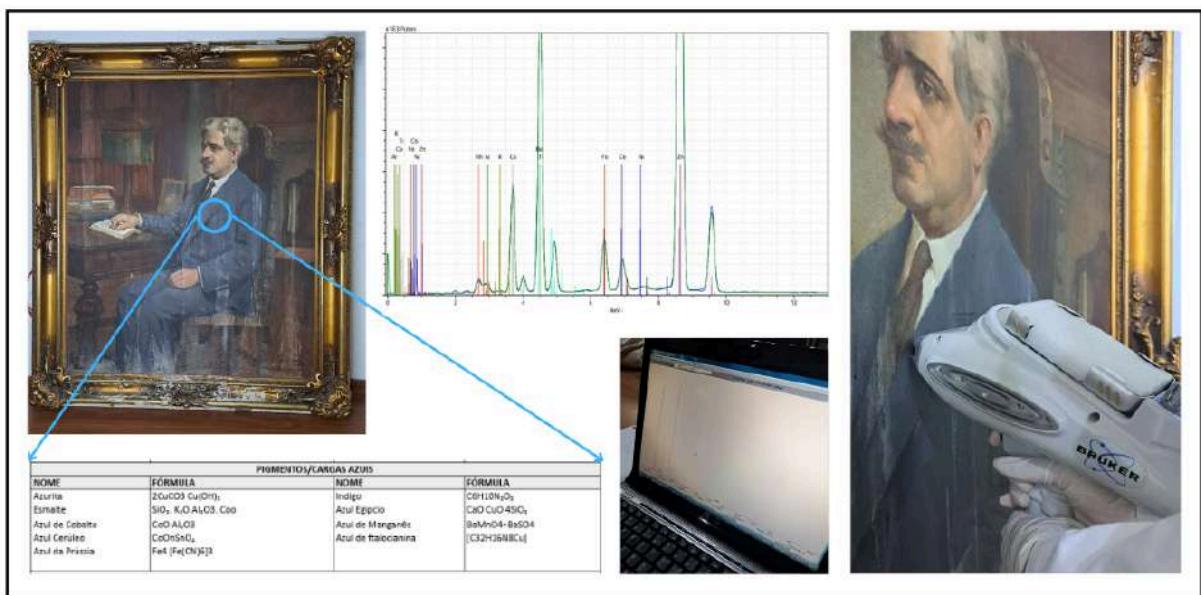


Fonte: autoria própria

6.3 Espectroscopia de fluorescência de raios-X

O equipamento portátil de FRX empregado permitiu a exibição espectral em tempo real, proporcionando uma visão imediata dos pontos medidos sob observação. O software analítico baseado em laptop foi utilizado para a aquisição dos dados, os quais foram conduzidos com um tempo de aquisição de 60 segundos, utilizando uma potência de 40 watts (exemplificado na Figura 40).

Figura 40 - Análise de Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X. À esquerda, local demarcado na obra de Jordão de Oliveira para ser feita a análise, e os possíveis pigmentos obtidos. Ao centro, o espectro obtido da análise, registrado pelo software. À direita, o equipamento de FRX promovendo a análise no local previamente demarcado



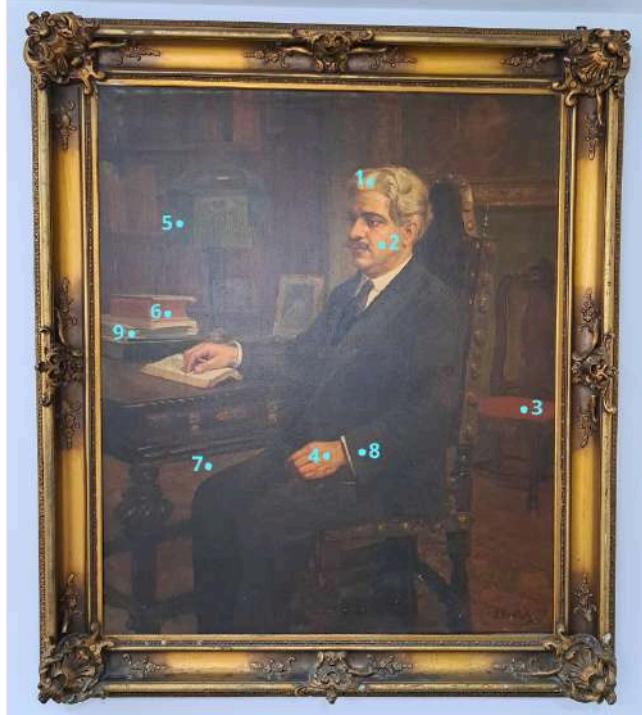
Fonte: autoria própria

Na obra original foram feitos um total de nove espectros, enquanto na obra de Jordão de Oliveira, foram produzidos um total de vinte espectros. A realização do mesmo número de espectros em ambos os quadros foi impossibilitada devido a pintura de Baptista da Costa (original) apresentar predominantes áreas com intervenções anteriores de repinturas, a ponto de afetar a finalidade das análises para a pesquisa. Apesar disso, a quantidade de espectros realizados foi satisfatória para alcançar os objetivos do estudo em questão.

6.3.1 Identificação dos elementos

Na Figura 41 abaixo, estão marcados os pontos medidos por FRX na obra original, esclarecidos na Tabela 1.

Figura 41 - Demarcação das áreas de análise do FRX. Obra original



Fonte: autoria própria

Tabela 1 - Pontos de medição das análises FRX da obra original

NUMERAÇÃO	PONTOS DE ANÁLISES
1	Branco cabelo
2	Bege bochecha
3	Vermelho cadeira base
4	Bege mão
5	Verde Abajour
6	Vermelho claro livro
7	Marrom embaixo da mesa
8	Azul braço paletó
9	Verde livro

Os elementos identificados na obra original através da FRX destacam a presença de Chumbo (Pb) e Cálcio (Ca) em todas as análises promovidas. É possível presumir, portanto, a realização de uma camada de carbonato de cálcio (CaCO_3) e/ou sulfato de cálcio (CaSO_4) como base de preparação misturados à pigmento branco de chumbo [$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$], ou

ainda com um fundo de branco de chumbo, para receber os pigmentos em seguida, feita pelo artista.

O elemento Titânio (Ti) obteve uma forte presença durante as identificações, sendo detectado em oito das nove análises. A sua aparição, entretanto, não indica sua participação na base de preparação devido à sua ausência em um dos pontos medidos.

Os pigmentos brancos indicados são barita (BaSO_4), gipsita (gesso) ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), branco de chumbo [$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$] branco de zinco (ZnO), e litopone (30% ZnS + 70% BaSO_4).

Os pigmentos amarelos indicados são amarelo de crômio (PbCrO_4), ocre amarelo ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), amarelo de cádmio (CdS) e massicote (PbO).

Os pigmentos vermelhos indicados são vermelhão (HgS), ocre vermelho (Fe_2O_3), terra vermelha de Siena (Fe_2O_3 + argila), úmbria queimada ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2 + \text{argila}$) e vermelho de Cádmio ($\text{CdS} + \text{CdSe}$).

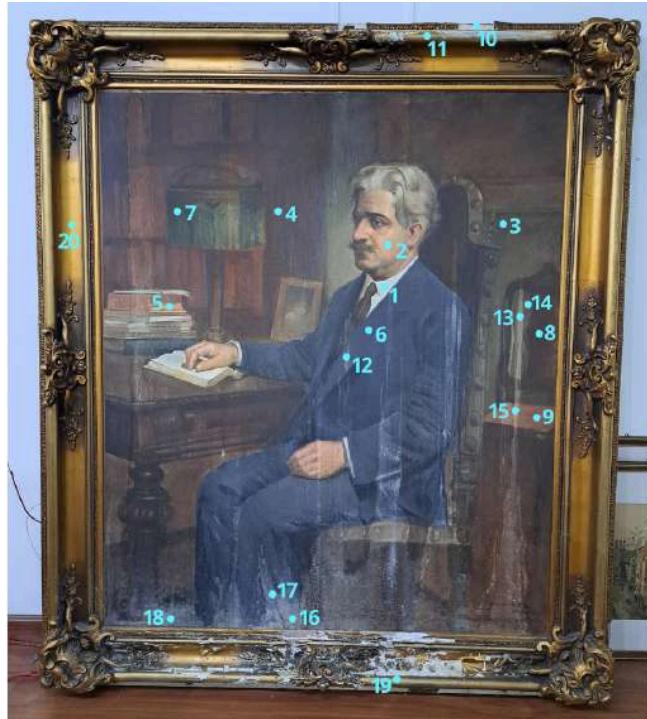
O pigmento azul indicado é o azul da Prússia $\{\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3\}$.

Os pigmentos verdes indicados são verde de crômio $\{\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + \text{PbCrO}_4\}$, viridian [$\text{Cr}_2\text{O}(\text{OH})_2$], terra verde $\{\text{K}[(\text{Al},\text{FeIII}),(\text{FeII},\text{Mg})](\text{AlSi}_3,\text{Si}_4)\text{O}_{10}(\text{OH})_2\}$, verde esmeralda [$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$] e verde de óxido de crômio (Cr_2O_3).

Os pigmentos castanhos indicados são terra betuminosa (compostos com Fe, Mn, entre outros), ocre castanho ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e úmbria (óxido de Fe, Mn, Al).

Na Figura 42 abaixo, estão marcados os pontos medidos por FRX na cópia da obra, esclarecidos na Tabela 2.

Figura 42 - Demarcação das áreas de análise do FRX. Cópia da obra



Fonte: autoria própria

Tabela 2 - Pontos de medição das análises FRX da cópia da obra

NUMERAÇÃO	PONTOS DE ANÁLISES
1	Branco gola da gravata
2	Bege bochecha
3	Verde atrás da cadeira
4	Vermelho estante
5	Laranja claro do livro
6	Azul paletó
7	Verde abajour
8	Marrom escuro cadeira
9	Marrom claro cadeira (base)
10	Branco gesso moldura superior
11	Dourado moldura superior
12	Azul paletó esbranquiçado
13	Verde esbranquiçado parede cadeira
14	Verde ao lado do esbranquiçado atrás da cadeira

15	Marrom esbranquiçado cadeira (base)
16	Azul calça esbranquiçado cristal
17	Azul calça esbranquiçado
18	Marrom esbranquiçado cristal chão
19	Branco gesso moldura inferior
20	Dourado moldura lateral

Os elementos identificados na cópia da obra destacam a aparição de Cálcio (Ca), Titânio (Ti), Ferro (Fe) e Zinco (Zn), presentes em todos os pontos de análise demarcados. Diferente da obra original, a composição de elementos na pintura de Jordão de Oliveira não contém a presença de Chumbo (Pb) na camada de preparação. Este elemento é apenas identificado no ponto [11], referindo-se à preparação do dourado da moldura, na parte superior.

Apesar do douramento em toda a superfície da moldura, não foi identificado o elemento Ouro (Au) em quaisquer pontos, o que indica que não é um folheamento com folha de ouro original, mas sim falsa e/ou pintura com purpurina⁵.

Os pigmentos brancos indicados são branco de cálcio (crê) (BaSO_4), gipsita (gesso) ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), branco de zinco (ZnO), branco de titânio (TiO_2), barite (BaSO_4) e litopone (30% $\text{ZnS} + 70\% \text{BaSO}_4$).

O pigmento amarelo indicado é o ocre amarelo ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Os pigmentos vermelhos indicados são ocre vermelho (Fe_2O_3), terra vermelha de Siena ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{argila}$) e úmbria queimada ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2 + \text{argila}$).

Os pigmentos azuis indicados são azul da Prússia $\{\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3\}$, azul de cerúleo ($\text{CoO} \cdot \text{nSnO}_2$) e azul de cobalto ($\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$).

Os pigmentos verdes indicados são viridian $[\text{Cr}_2\text{O}(\text{OH})_2]$, terra verde $\{\text{K}[(\text{Al},\text{FeIII}),(\text{FeII},\text{Mg})](\text{AlSi}_3,\text{Si}_4)\text{O}_{10}(\text{OH})_2\}$ e verde esmeralda $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2]$.

Os pigmentos castanhos indicados são terra betuminosa (compostos com Fe, Mn, entre outros), ocre castanho ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e úmbria (óxido de Fe, Mn, Al).

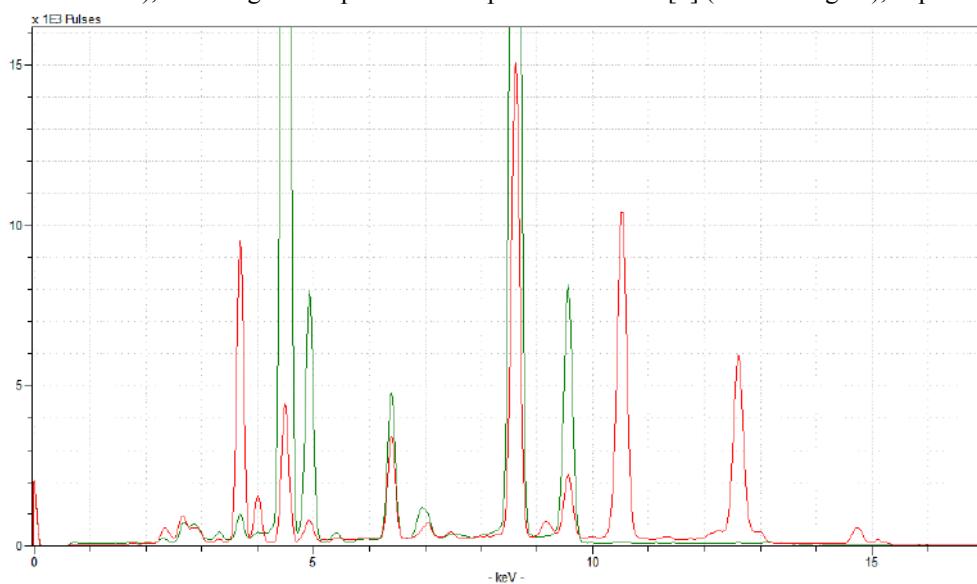
⁵A purpurina é um hidrocarboneto aromático ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}$) caracterizando um microplástico dourado. Nos séculos XIX e XX, era utilizada por artistas para dar brilho e destaque às molduras de suas obras, não apenas como um simples aditivo estético, mas como uma parte integral da composição visual. A purpurina também era utilizada em técnicas de douramento, onde seu brilho imitava o efeito do ouro, permitindo a criação de molduras luxuosas sem o custo elevado do dourado real.

Os pigmentos negros indicados são negro de osso ($C + Ca_3(PO_4)_2 + CaCO_3$)

Os pigmentos castanhos e negros apresentam um extenso período de utilização, dificultando a distinção de suas origens e uso, que se estendem até os dias atuais. Essa característica impede que deciframos com exatidão se um pigmento específico com tais tonalidades foi utilizado em um determinado período. Em contraste, os pigmentos brancos possuem datas de utilização mais definidas, permitindo diferenciar os elementos individuais de cada pigmento, proporcionando informações mais aprofundadas sobre suas datas de uso pelos artistas. Por exemplo, na obra original de Baptista da Costa, criada entre o final do século XIX e início do século XX, os elementos identificados sugerem que o pigmento branco indicado é o branco de chumbo [$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$], enquanto na cópia da obra de Jordão de Oliveira, feita em 1973, é o pigmento branco de titânio (TiO_2).

É possível distinguir a idade das obras visto que, durante a época de criação da obra original, o pigmento branco de titânio não era conhecido, sendo apenas explorado a partir de 1918, capaz de apresentar-se somente na cópia da obra. Em contrapartida, o branco de chumbo é um pigmento conhecido desde a antiguidade, e seu elemento principal (Pb) é identificado na Fluorescência de raios-X, enquanto está ausente na cópia (Figura 43).

Figura 43 - Espectro de comparação entre pigmentos brancos indicados. Espectro vermelho: ponto de análise [1] (branco do cabelo), obra original. Espectro verde: ponto de análise [1] (branco da gola), cópia da obra

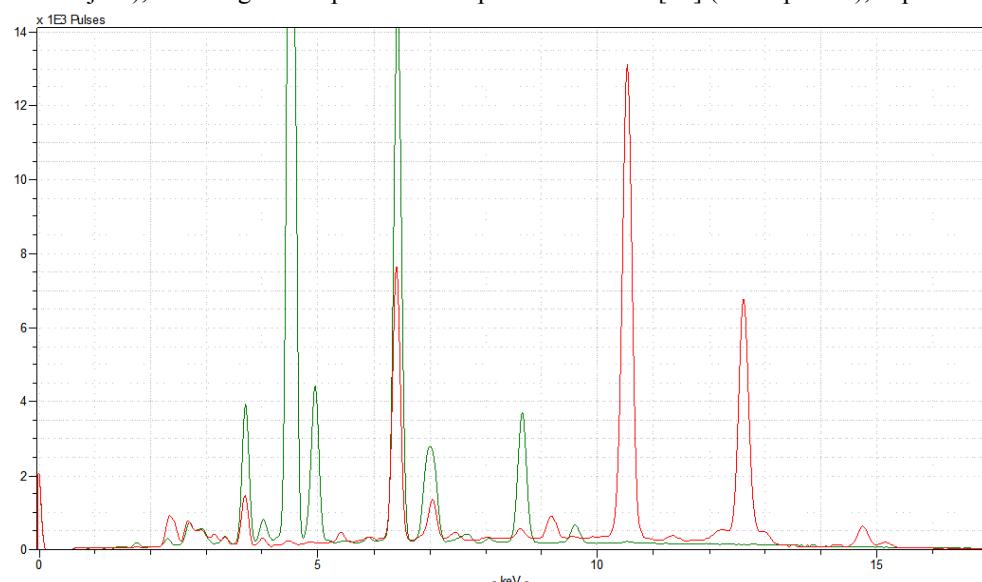


A mesma ideia ocorre com os pigmentos verdes. Enquanto alguns pigmentos indicados na obra original, por exemplo, foram verde de crômio $\{Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + PbCrO_4\}$ e verde de óxido de crômio ($Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + PbCrO_4$), na cópia da obra foram indicados verde esmeralda $[Cu(CH_3COO)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2]$ e viridian $[Cr_2O(OH)_2]$. Tais pigmentos,

com exceção do verde esmeralda (com período de utilização entre 1814 - séc XX), ainda são utilizados atualmente, porém possuem distinção nas suas origens de uso.

Embora a maioria desses pigmentos ainda sejam utilizados atualmente, observa-se uma divergência em suas origens e períodos de uso. O verde de óxido de cromo, por exemplo, é empregado desde 1809, ao passo que o verde de cromo e o viridian foram introduzidos em meados do século XIX, mais precisamente em 1850 e 1838, respectivamente. O verde esmeralda, por sua vez, se estendeu de 1814 até o século XX (Figura 44).

Figura 44 - Espectro de comparação entre pigmentos verdes indicados. Espectro vermelho: ponto de análise [5] (verde abajour), obra original. Espectro verde: ponto de análise [13] (verde parede), cópia da obra



A tonalidade das cores é parcialmente subjetiva e, portanto, pode ser desafiadora para uma análise profunda. A mera observação das cores na tela não permite afirmar com certeza o uso de um determinado pigmento. Por exemplo, o pigmento branco de titânio oferece uma cobertura superior à do branco de zinco, mas é possível alterar a mistura do branco de titânio para torná-lo mais translúcido, semelhante ao zinco. No entanto, ao combinar essa observação com a identificação dos elementos presentes, é possível obter uma compreensão mais precisa dos pigmentos supostamente utilizados.

Ao comparar os pontos [3] da obra original e [9] de sua cópia (Figuras 45 e 46), que apontam a base da cadeira na pintura, de acordo com o mesmo local demarcado, foi possível distinguir a mistura de pigmentos, identificando uma adição de Silício (Si) e Potássio (K) na cópia feita por Jordão de Oliveira. Ela também dispõe dos elementos Cálcio (Ca), Enxofre (S), Titânio (Ti), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Zinco (Zn), os mesmos utilizados nesta preparação por Baptista da Costa. Esta diferença de pigmentos usados indica uma distinção na

coloração final da pintura, resultando em tons mais avermelhados na obra original, e tons voltados para o marrom em sua cópia.

Figura 45 - Espectro do ponto de análise [3] - vermelho cadeira base. Obra original

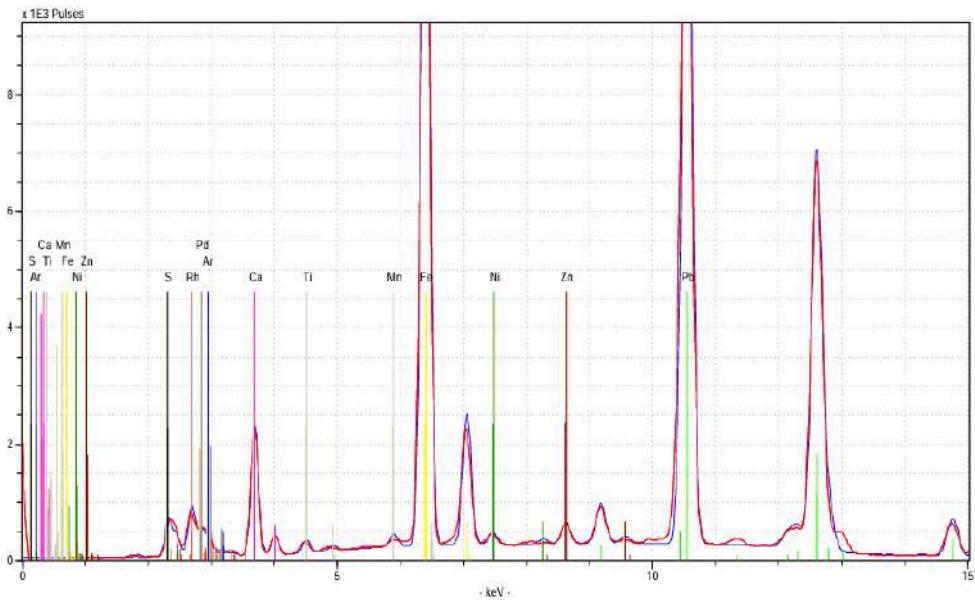
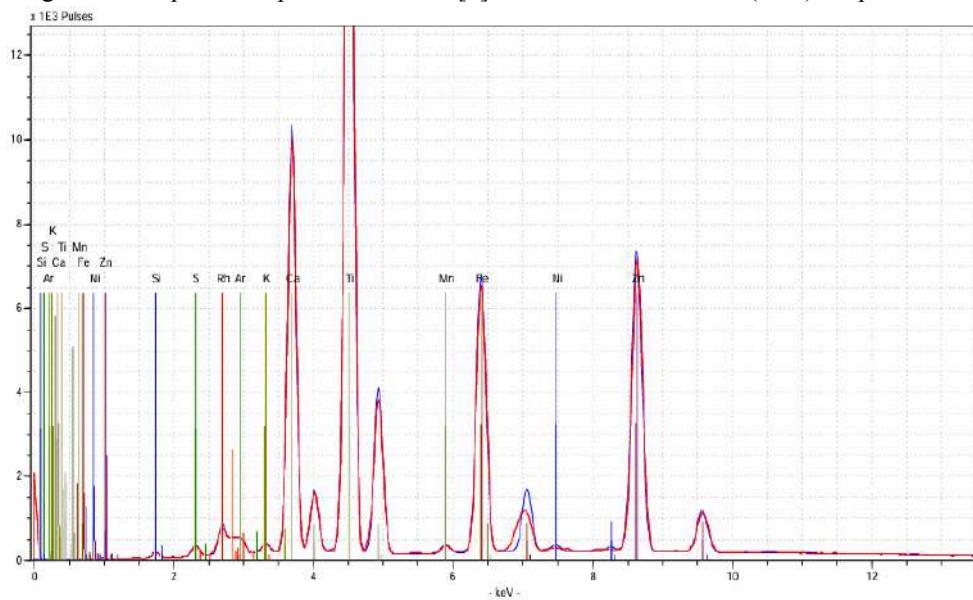


Figura 46 - Espectro do ponto de análise [9] - Marrom claro cadeira (base). Cópia da obra



Nos pontos [2] de ambos os quadros (Figuras 47 e 48), que referem-se ao bege da bochecha, foi possível verificar a total distinção da escolha de pigmentos entre os artistas. Na obra original foi identificada a presença dos elementos Chumbo (Pb), Selênio (Se), Mercúrio (Hg) e Cromo (Cr), enquanto em sua cópia, os elementos Potássio (K), Titânio (Ti), Ferro (Fe), Cobalto (Co) e Zinco (Zn) se sobressaem.

Figura 47 - Espectro do ponto de análise [2] - bege da bochecha. Obra original

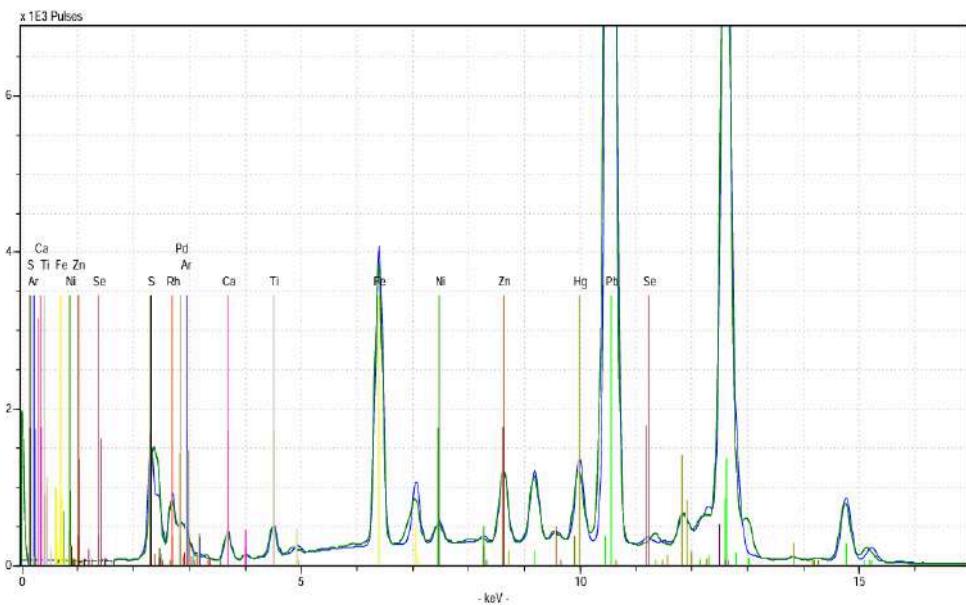
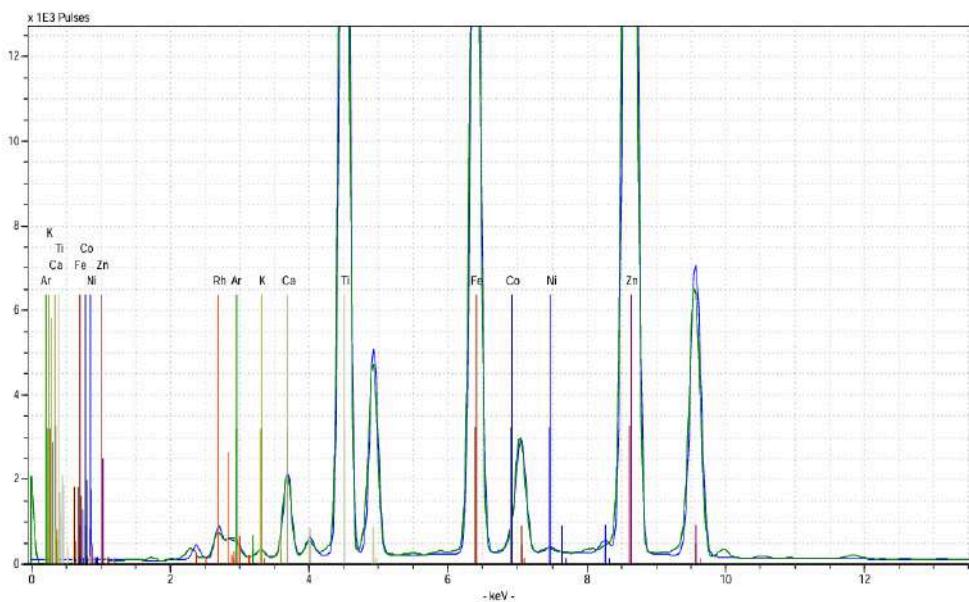


Figura 48 - Espectro do ponto de análise [2] - bege da bochecha. Cópia da obra



Os pontos [5] da obra original e [7] de sua cópia (Figuras 49 e 50), as quais demarcam o abajour na pintura, apresentam algumas divergências na composição de elementos. Apesar da coloração verde ser comum entre os dois pontos medidos, há uma distinção no resultado das análises. Em ambas, foram identificados os elementos Titânio (Ti), Crômio (Cr), Ferro (Fe) e Zinco (Zn), porém, os elementos Chumbo (Pb), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Cádmio (Cd) e Mercúrio (Hg) se sobressaem na obra original, enquanto o Potássio (K) está presente apenas na cópia da obra. Essa diferença de elementos possivelmente sugere a indicação dos

pigmentos verde de crómio $\{Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + PbCrO_4\}$ ou verde de óxido de crômio (Cr_2O_3) na obra original, e os pigmentos viridian $[Cr_2O(OH)_2]$ ou terra verde $\{K[(Al,FeIII),(FeII,Mg)](AlSi_3,Si_4)O_{10}(OH)_2\}$ na cópia.

Figura 49 - Espectro do ponto de análise [5] - verde abajour. Obra original

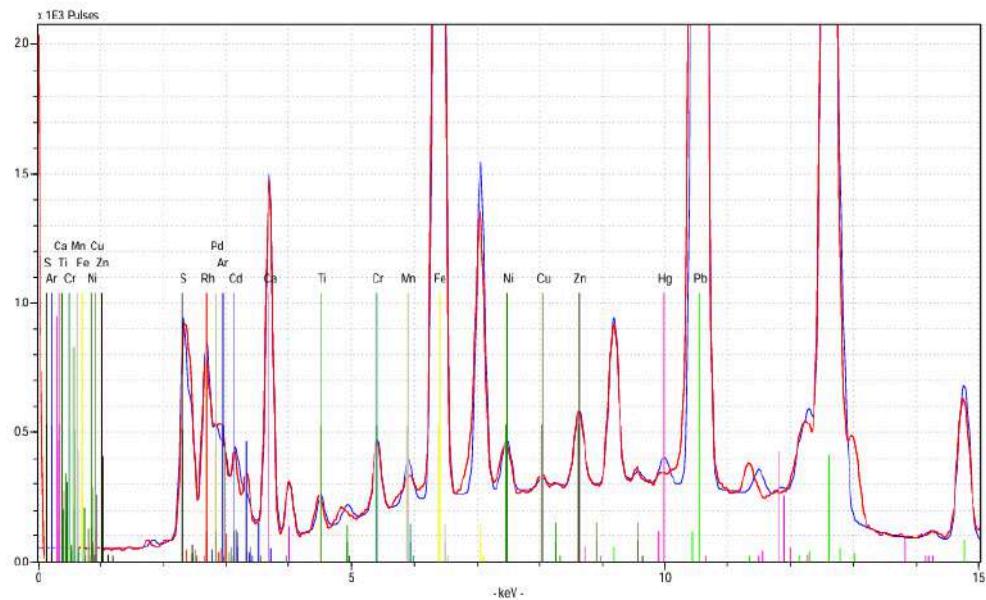
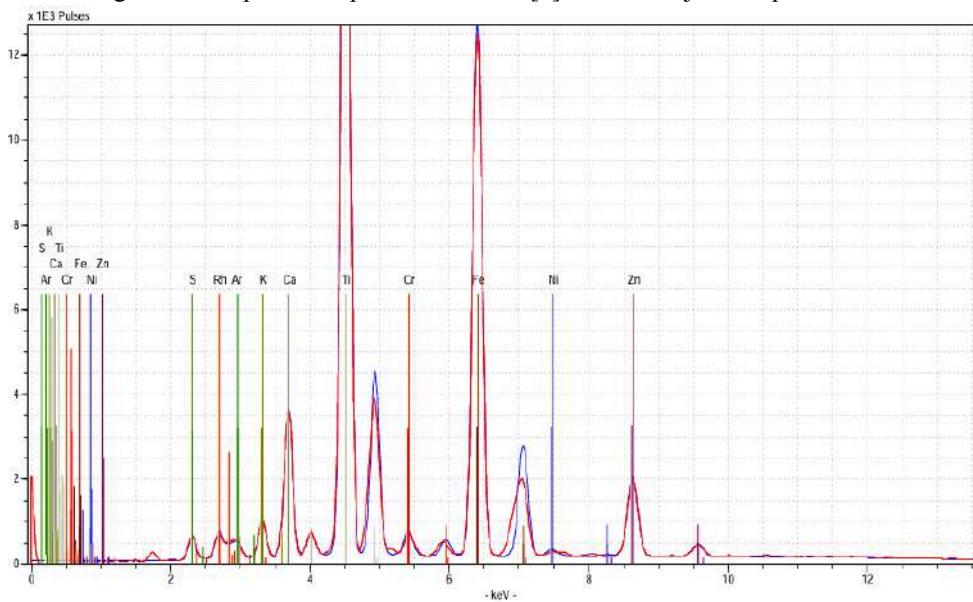


Figura 50 - Espectro do ponto de análise [7] - verde abajour. Cópia da obra



Nos pontos [6] e [5] da obra original e sua cópia, respectivamente (Figuras 51 e 52), as quais referem-se ao livro sobre a mesa, há algumas distinções na composição dos elementos aplicados nas obras. Em destaque, no ponto [6], foram identificados os elementos Enxofre (S) e Mercúrio (Hg), composição que sugere possivelmente o uso do pigmento

Vermelhão (HgS) pelo artista, ausentes no ponto [5]. Já neste ponto de análise, possivelmente foi feita a mistura com o óxido de ferro (FeO), elemento de uso mais comum. Esta diferença de pigmentos usados indica uma distinção na coloração final da pintura, resultando em tons mais avermelhados na obra original, e tons voltados para o laranja em sua cópia.

Figura 51 - Espectro do ponto de análise [6] - vermelho do livro. Obra original

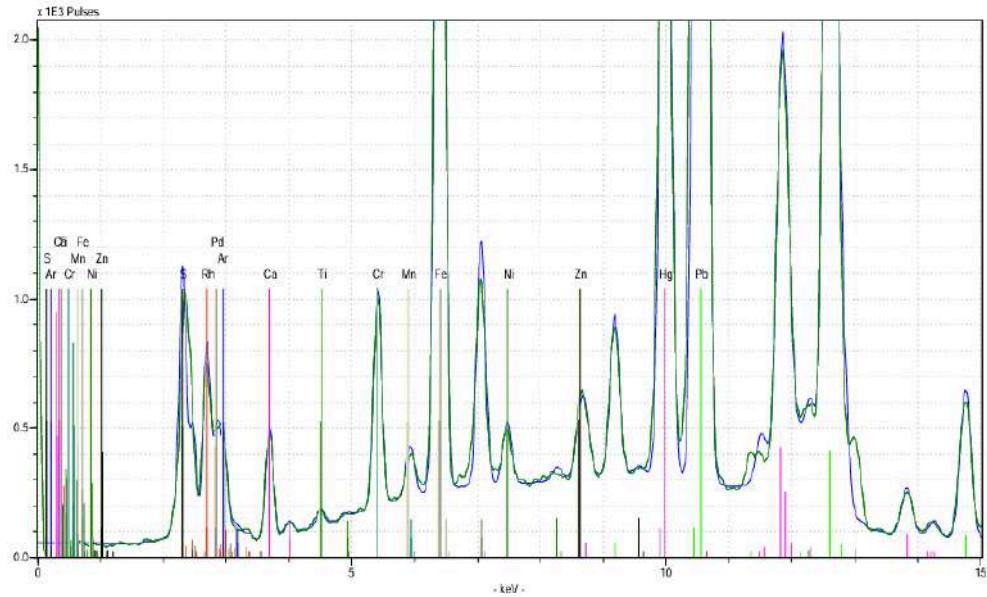
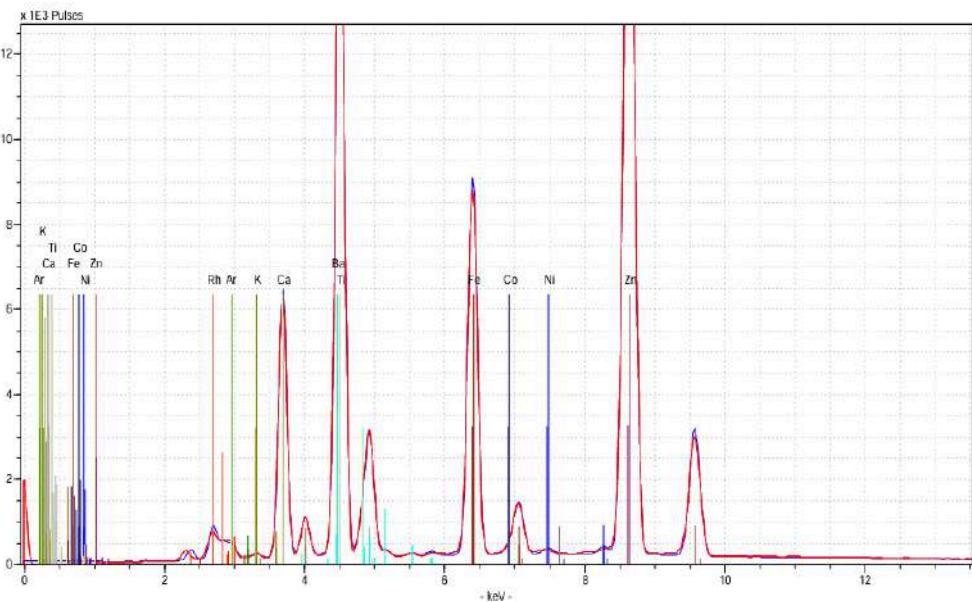


Figura 52 - Espectro do ponto de análise [5] - laranja do livro. Cópia da obra

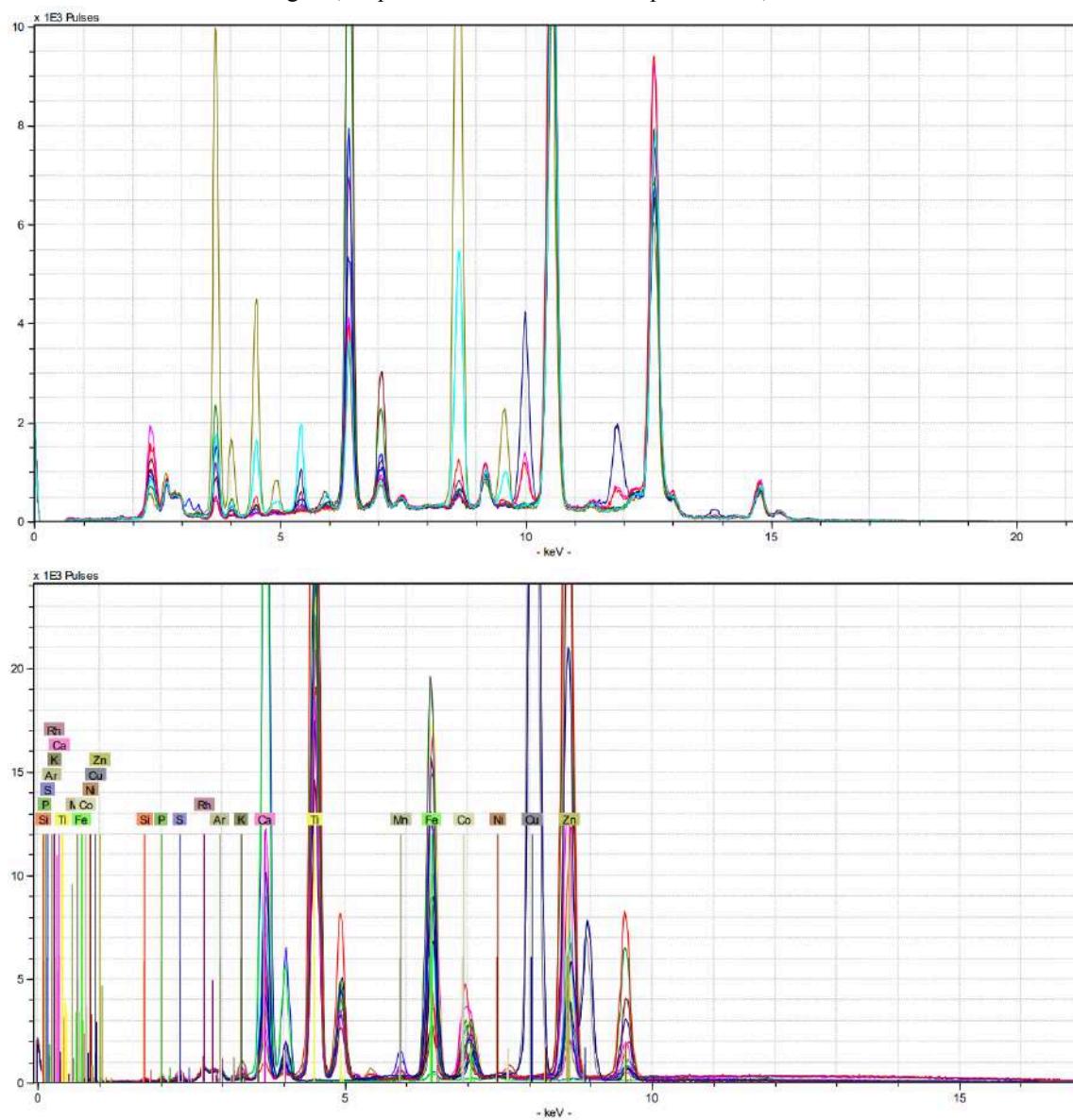


6.3.2 Sobreposição de espectros de FRX

Cada espectro representa uma combinação dos resultados individuais, ilustrando os detalhes de cada resultado. A Figura 53 a seguir apresenta o grupo de espectros sucedidos a

partir da soma dos espectros obtidos a partir da análise dos dados coletados durante a pesquisa, permitindo uma visualização abrangente dos pontos medidos.

Figura 53 - Grupo de espectros acoplados a partir da soma de todos os espectros formados, resultado do estudo.
Acima: obra original, Baptista da Costa. Abaixo: cópia da obra, Jordão de Oliveira



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises *in situ* realizadas caracterizaram diversos danos encontrados na camada pictórica, no suporte e na moldura das obras, detalhando os agravos específicos das partes. A interpretação dos espectros de Fluorescência de Raios-X (FRX) permitiu identificar a composição elementar da camada pictórica e estabelecer uma comparação de pigmentos entre as obras de estudo feitas em épocas diferentes. As mesmas apresentaram informações significativas com relação aos materiais e técnicas construtivas em ambas as pinturas, sem comprometer a integridade das obras. Entretanto, não forneceram dados suficientes sobre o material esbranquiçado que apareceu devido ao líquido escorrido do aparelho de ar-condicionado sobre uma das pinturas.

Para um diagnóstico mais preciso e aprofundado, são necessárias análises adicionais além das realizadas até o momento. Seria ideal medir o pH da água escorrida no quadro para determinar se ela é ácida ou básica, permitindo a comparação com as áreas não afetadas e avaliando possíveis ataques ácidos ou básicos. Considerando a inviabilidade dessa medição, seria importante a realização de análises não destrutivas da estrutura molecular da substância esbranquiçada por técnicas como espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) e Raman portáteis. Essas análises não estavam previstas no escopo deste trabalho e deverão acontecer numa segunda etapa de pesquisa.

Esse trabalho contribuirá de forma objetiva para a elaboração de um projeto de restauro da obra danificada e espera-se que possa inspirar e fomentar novas pesquisas na área do Restauro, no desenvolvimento de estratégias de conservação, ampliando as possibilidades de preservação do patrimônio cultural.

REFERÊNCIAS

- ANTONIO, Lucia Helena Gomes. **O raio x e seu uso na revelação de pinturas subjacentes. Estudo de caso: pintura Maria e Jesus menino.** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/17725>. Acesso em: 15 set. 2023.
- ARTES, Guia das. **Jordão de Oliveira: biografia.** Guia das artes, 2024. Disponível em: <https://www.guiadasartes.com.br/jordao-de-oliveira/biografia>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- BAPTISTA da Costa. In: ENCICLOPÉDIA Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileira. São Paulo: Itaú Cultural, 2024. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoas/6097-baptista-da-costa>. Acesso em: 12 de jul. 2024.
- BISPO, Gleiseane de Souza Santos. **Incandescência e Luminescência: fenômenos luminosos como agentes da interdisciplinaridade.** Centro Universitário AGES - Paripiranga, Bahia 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/biaar/Downloads/Gleiseane%20TCC%202021%20OFICIAL.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- CALVO, Ana. **Conservación y restauración de pintura sobre lienzo.** Ed Serbal, 2002. 384 p.
- CALZA, Cristiane Ferreira. **Desenvolvimento de Sistema Portátil de Fluorescência de Raios X com Aplicações em Arqueometria.** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia Nuclear, Rio de Janeiro, out. 2007. Disponível em: http://antigo.nuclear.ufrj.br/DScTeses/teses2007/tese_cristiane_calza.pdf. Acesso em: 15 maio 2024.
- CAMPOS, P. H. O. V. de. **Caracterização de pinturas da artista Anita Malfatti por meio de técnicas não construtivas.** Instituto de Física: Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2015. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/43/43134/tde-06112015-143351/publico/TesePCa_mpos.pdf. Acesso em: 15 set. 2023.
- CRUZ, António João. **A Química Aplicada ao Estudo das Obras de Arte: O Passado e os Desafios do Presente.** ResearchGate: Instituto Politécnico de Tomar; Centro Hércules, Évora, jun 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283215293_A_Qhimica_aplicada_ao_estudo_das_o_bras_de_arte_o_passado_e_os_desafios_do_presente. Acesso em: 15 set. 2023.
- DUVIVIER, Edna May de A., ECCO, ICOM, AIC. **Código de Ética: um enfoque preliminar**, in: Boletim da Associação Brasileira de Conservadores-Restauradores de Bens Culturais – ABRACOR, Ano VIII, N. 1 – RJ, Brasil. Rio de Janeiro, jul. 1988.
- ESSENCIS. **Como a Fluorescência de Raios X Revela a Origem de Artefatos e Obras de Arte.** Essencis Technologies - Trazendo ciência para a vida, 22 fev. 2024. Disponível em:

<https://essencistech.com.br/techtalks/2024/02/xrf-como-a-fluorescencia-de-raios-x-revela-a-origem-de-artefatos-e-obras-de-arte/>. Acesso em: 15 maio 2024.

FIGUEIREDO JUNIOR, J.C.D. Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais: uma introdução. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

FUNDAÇÃO de Arte de Ouro Preto. Conservação e Restauração: Pintura de Cavalete. Art do restauro, Minas Gerais, 2016. Disponível em: <https://artdorestauro.blogspot.com/p/papel.html>. Acesso em: 12 jul. 2024.

HELMENSTINE, Anne Marie. **O que brilha sob luz negra?**. ThoughtCo: Ciência, Tecnologia, Matemática, 1 maio 2024. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/what-glowes-under-a-black-light-607615>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ICOM-CC, Comitê de Conservação do ICOM. **XV Conferência Trienal do International Council of Museums - Committee of Conservation (ICOM-CC)**. Reunião trienal, 15^a, Nova Déli, Índia, 2008. Disponível em: <https://icom.museum/en/ressource/15th-triennial-conference-new-delhi-22-26-september-2008-preprints/>. Acesso em: 12 jul 2024.

KLOCKENKAMPER, R.; VON BOHLEN, A.; MOENS, L. **Analysis of Pigments and Inks on Oil Paintings and Historical Manuscripts Using Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectrometry**. X-ray Spectrometry, Institut fur Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie - ISAS, Dortmund, Germany. Laboratory of Analytical Chemistry, Ghent University, Ghent, Belgium, v. 29, p. 119–129, 2000. Disponível em: file:///C:/Users/biaar/Downloads/Analysis_of_pigments_and_inks_on_oil_pai.pdf. Acesso em: 15 maio 2024.

MALVERN. **Fluorescência de raios X (XRF): Espectroscopia de fluorescência de raios X e aplicações de XRF**. Malvern Panalytical: Spectris Company plc, 2024. Disponível em: <https://www.malvernpanalytical.com/br/products/technology/xray-analysis/x-ray-fluorescence>. Acesso em: 15 maio 2024.

MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. **A química e as cores**. 4, Volume 7. ed. Brasília-DF: Revista Virtual de Química, 5 maio 2015. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1uYIXI7Sw4SCIE5D9oBhWY1XTmDHDW6l0>. Acesso em: 18 set. 2023.

NASCIMENTO, Robson. **Caracterização por meio de técnicas espectroscópicas não-destrutivas e imageamento de pinturas do acervo do Museu Paulista da USP**. Instituto de Física da USP: Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/43/43134/tde-04102023-155744/publico/RobsonN_mestrado_2023.pdf. Acesso em: 17 abr. 2024.

OZLI. **O que é luz negra e como funciona**. São Paulo: Ozli do Brasil Iluminação, 29 ago. 2019. Disponível em: <https://ozli.online/a-ozli/>. Acesso em: 18 set. 2023.

PARREIRA, Paulo Sergio; JUSSIANI, Eduardo Inocente; LOPES, Fábio; GHIZONI, Vanilde Rohling; APPOLONI, Carlos Roberto. **Fluorescência de raios X e Espectroscopia Raman aplicadas em esculturas de argila policromada de Franklin Joaquim Cascaes**. Cadernos do ceom: Arqueometria para Bens Culturais, 3 dez. 2015. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc/article/view/2712>. Acesso em: 14 set. 2023

PINACOTECA Jordão de Oliveira. Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe (IHGSE). Sergipe. Disponível em: <https://ihgse.org.br/wordpress/pinacoteca/>. Acesso em: 12 jul. 2024.

QUÍMICA, Laboratório de. **Modelo Atômico de Bohr**. QUI126. ed. Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/quimica/files/2019/08/2019-QUI126-AULA-5-MODELO-AT%c3%94-MICO-DE-BOHR1.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

RODRIGUES, José de Anchieta. **Raios X: difração e espectroscopia**. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2005. Disponível em: http://labcat.unb.br/images/PDF/Apontamentos_RAIOS_X-_DIFRAO_E_ESPECTROSCOPIA_EdUFSCar_jos_de_Ancieta_Rodrigues_Srie_Universidade_Federal_de_So_Carlos.pdf. Acesso em: 15 maio 2024.

SCHENATTO, Júlia. **Análises não invasivas de pinturas de cavalete do artista Oscar Pereira da Silva pertencentes ao acervo do Museu Paulista da USP**. Instituto de Física: Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2023.

SOUZA, Maria João; CRUZ, António João. **Materiais e Técnica do Painel Representando a Visitação Executado para o Retábulo da Capela de Santa Isabel (Porto), pelo Pintor Maneirista Diogo Teixeira**. Portugal, 2012.

VEIGA, Alfredina de Jesus da Cunha. **Estudo Arqueométrico de Pinturas a Óleo sobre Cobre dos Séculos XVII/XVIII do Museu de Évora**. Instituto de Investigação e Formação Avançada: Universidade de Évora. Portugal, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/biaar/Downloads/Estudo%20Arqueom%C3%A9trico%20de%20pinturas%20a%20%C3%B3leo%20sobre%20cobre%20dos%20s%C3%A9culos%20XVII-XVIII%20do%20Museu%20de%20%C3%89vora.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.

APÊNDICE A

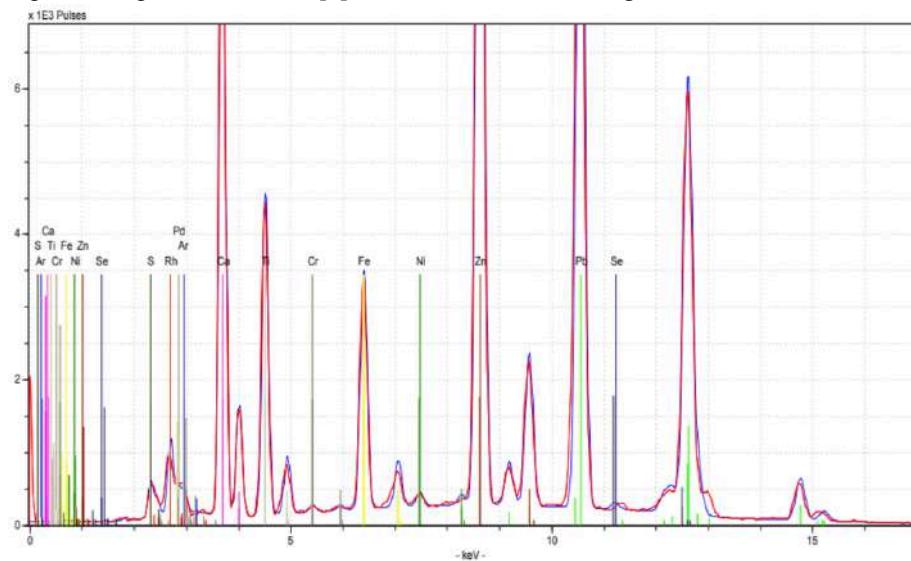
Entrevistas e Entrevistados

Entrevistados:	Sérgio Fracalanza: ex-diretor do Instituto de Microbiologia - CCS / UFRJ Raquel Bonelli: ex-vice diretora do Instituto de Microbiologia - CCS / UFRJ e chefe de laboratório
Data:	09 novembro 2023
Local:	Instituto de Microbiologia - Centro de Ciências da Saúde, CCS / UFRJ
Duração da entrevista:	1h10min
Entrevistador(a):	Beatriz Araújo Dias

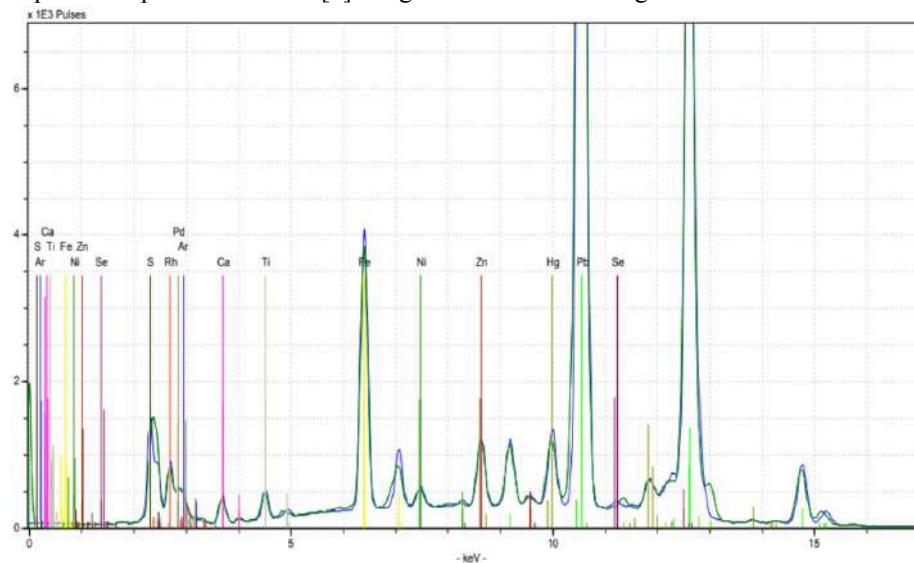
APÊNDICE B

Relatórios de FRX

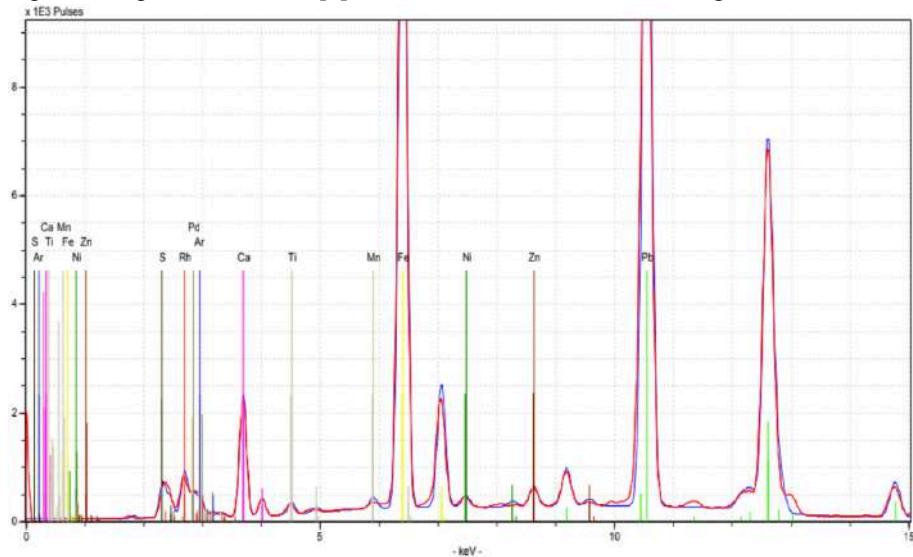
Espectro do ponto de análise [1] - branco cabelo. Obra original.



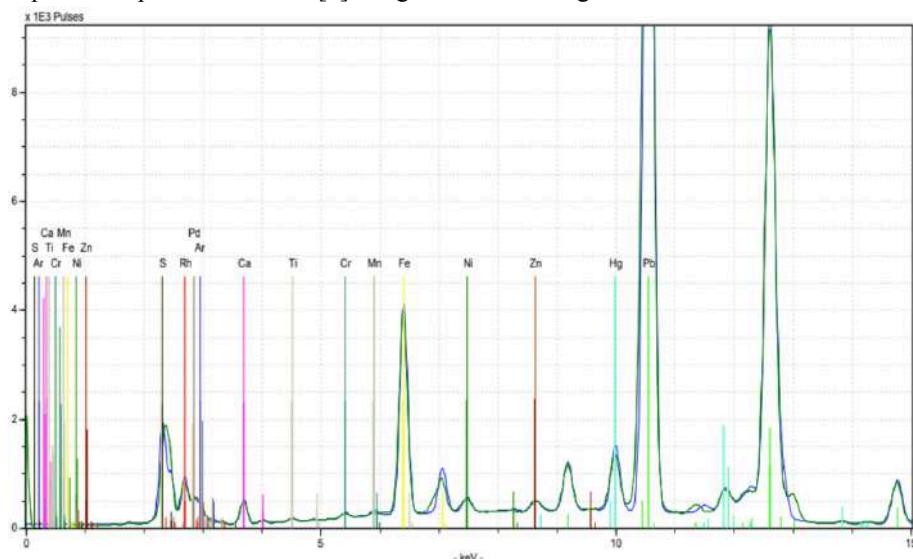
Espectro do ponto de análise [2] - bege bochecha. Obra original.



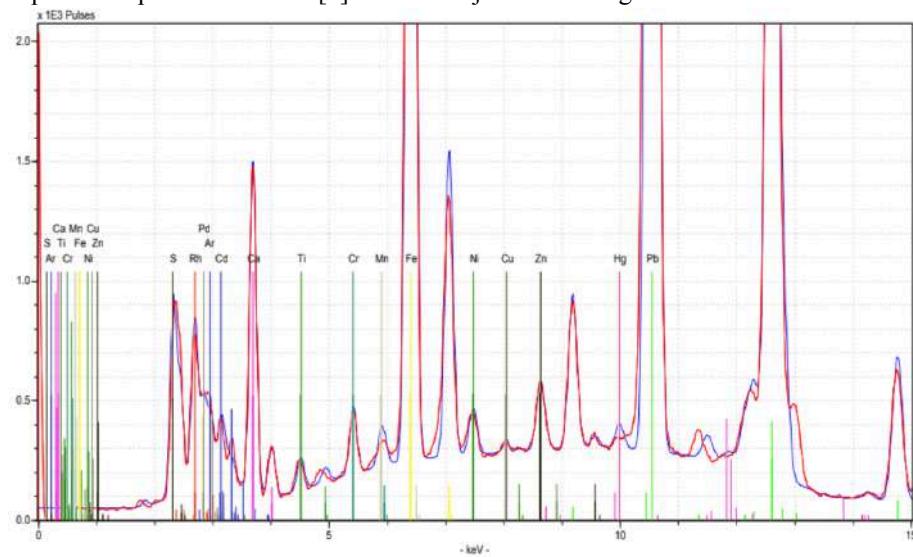
Espectro do ponto de análise [3] - vermelho cadeira base. Obra original.



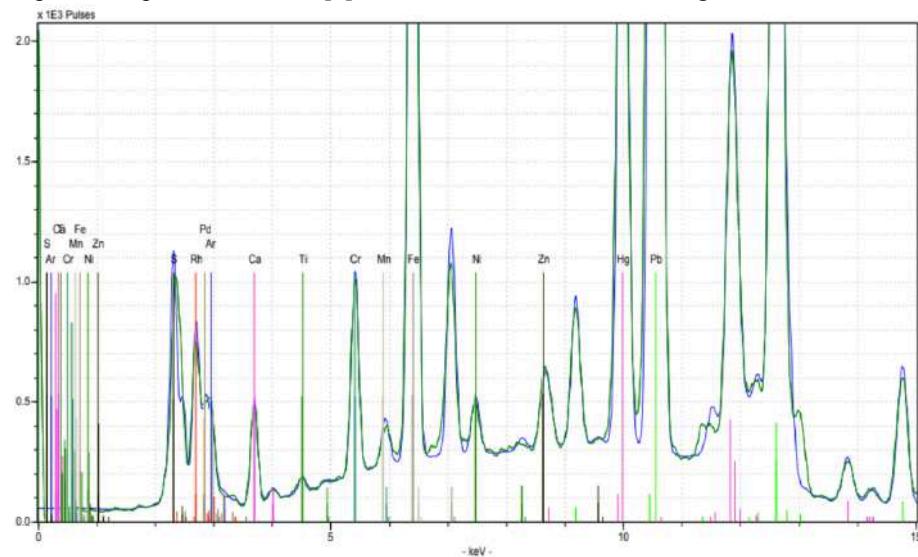
Espectro do ponto de análise [4] - bege mão. Obra original.



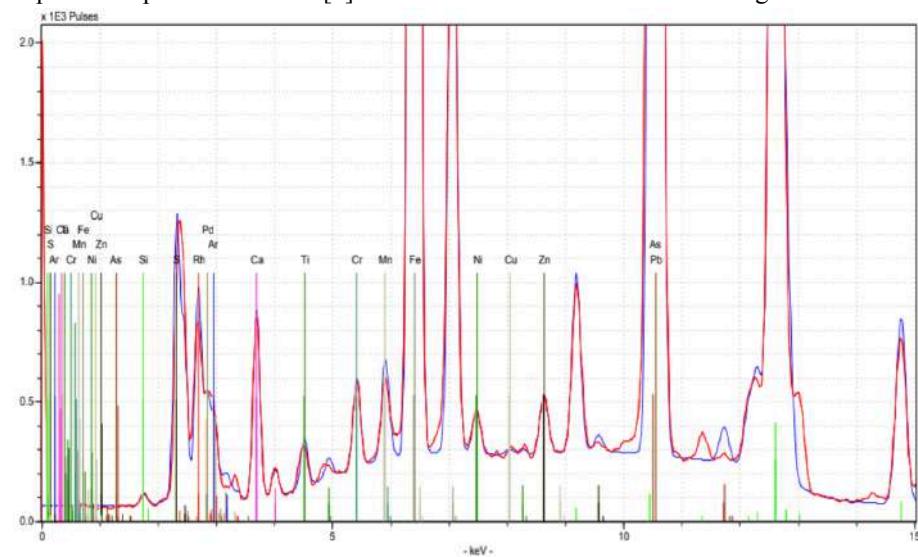
Espectro do ponto de análise [5] - verde abajour. Obra original.



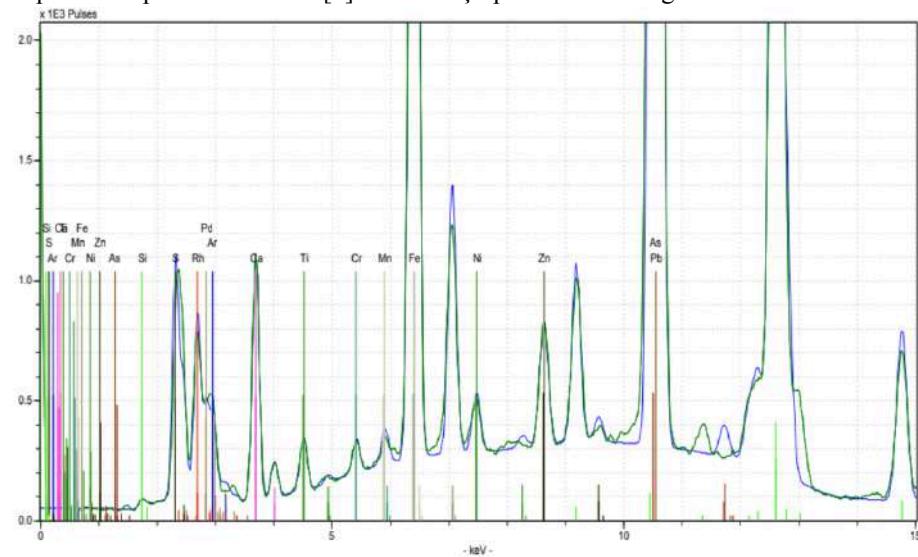
Espectro do ponto de análise [6] - vermelho claro livro. Obra original.



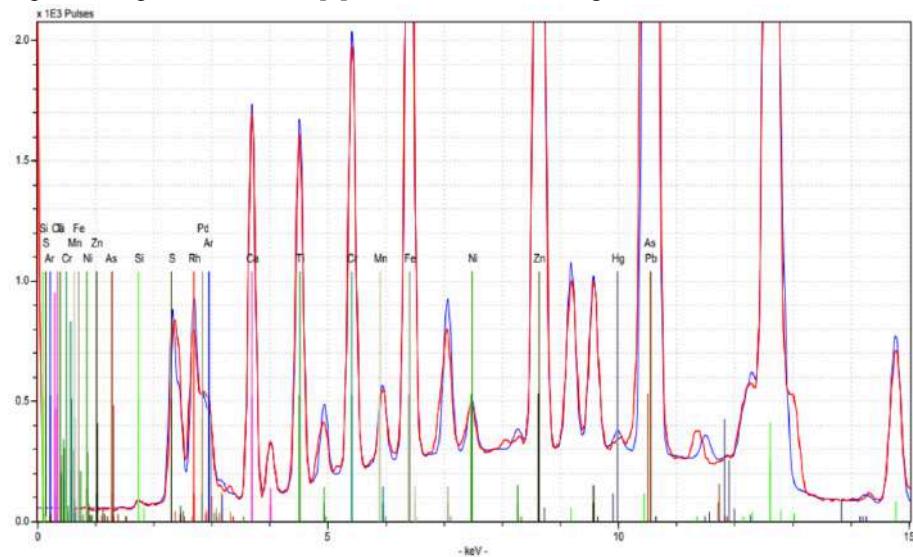
Espectro do ponto de análise [7] - marrom embaixo da mesa. Obra original.



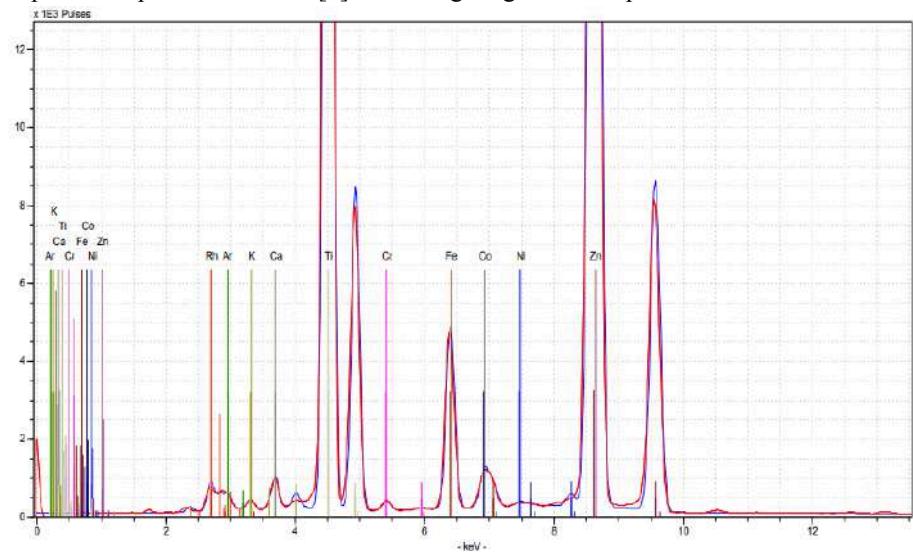
Espectro do ponto de análise [8] - azul braço paletó. Obra original.



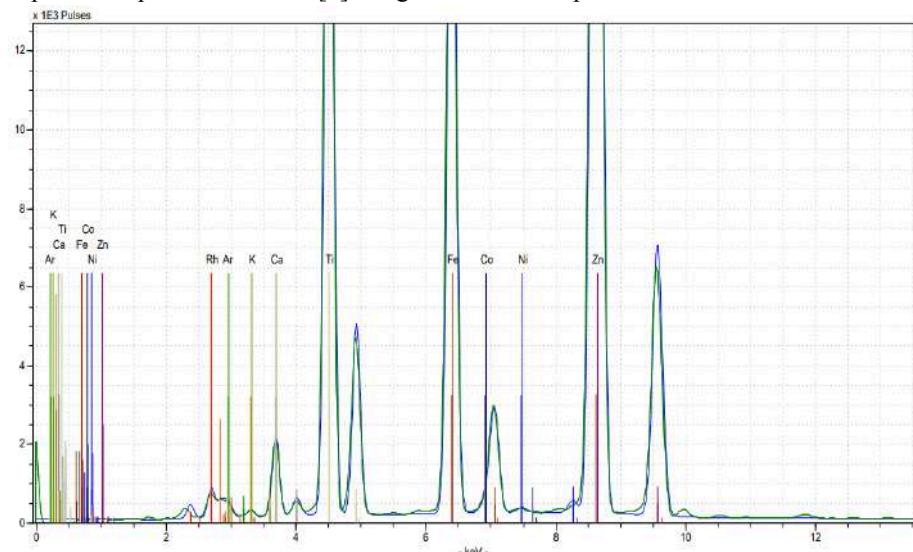
Espectro do ponto de análise [9] - verde livro. Obra original.



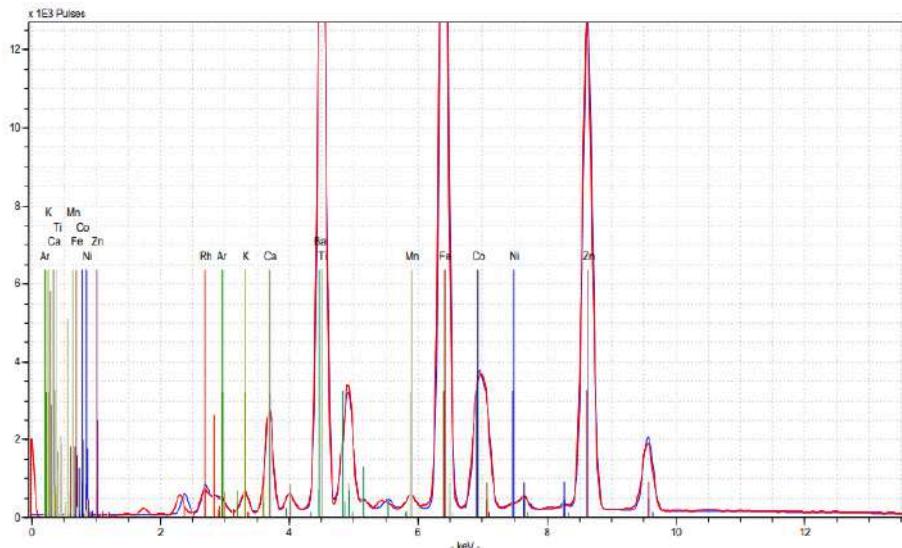
Espectro do ponto de análise [1] - branco gola gravata. Cópia da obra.



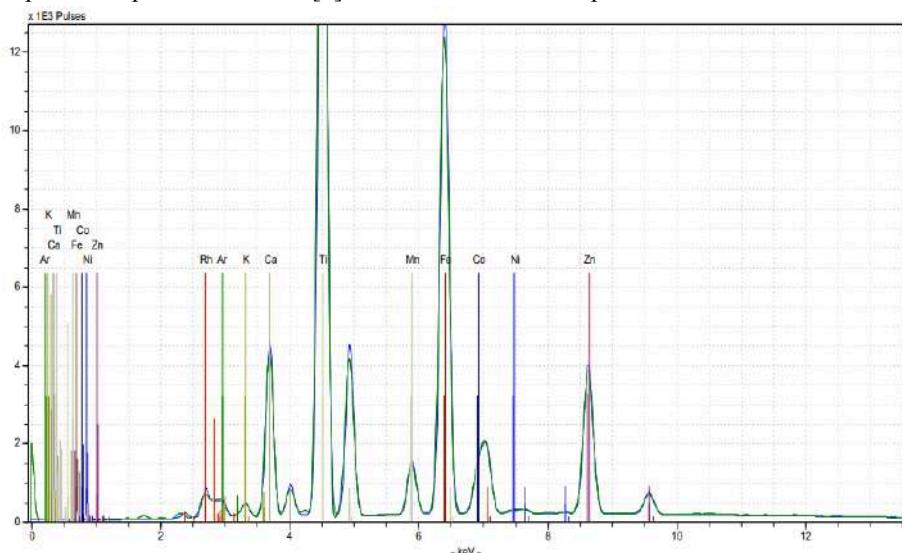
Espectro do ponto de análise [2] - bege bochecha. Cópia da obra.



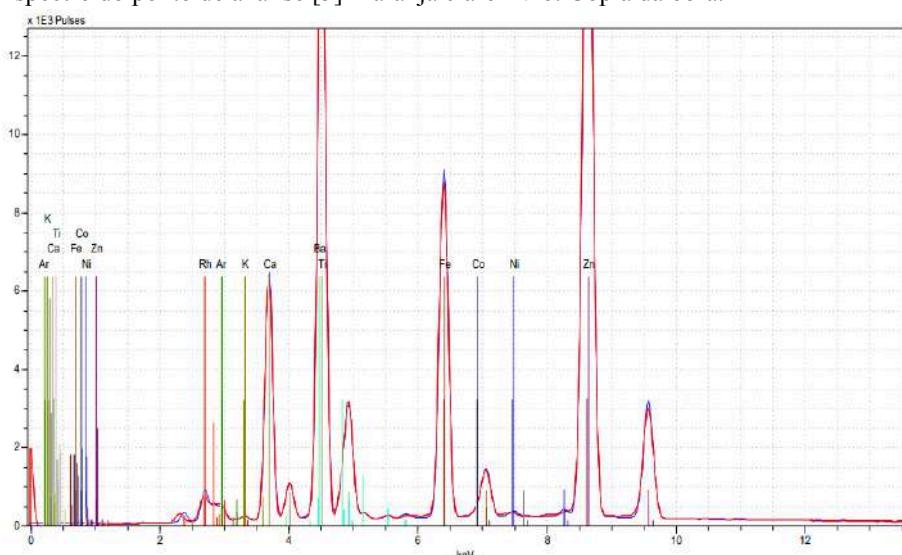
Espectro do ponto de análise [3] - verde atrás da cadeira. Cópia da obra.



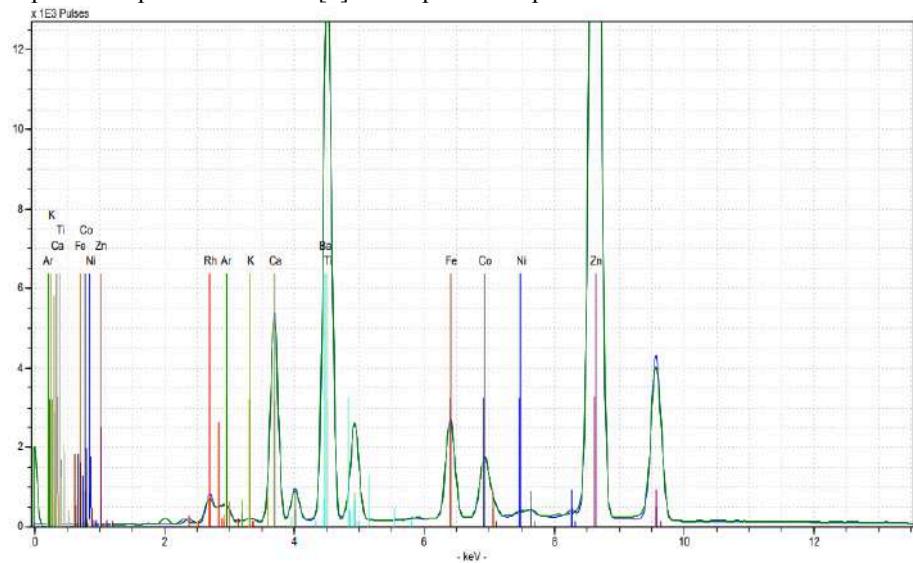
Espectro do ponto de análise [4] - vermelho estante. Cópia da obra.



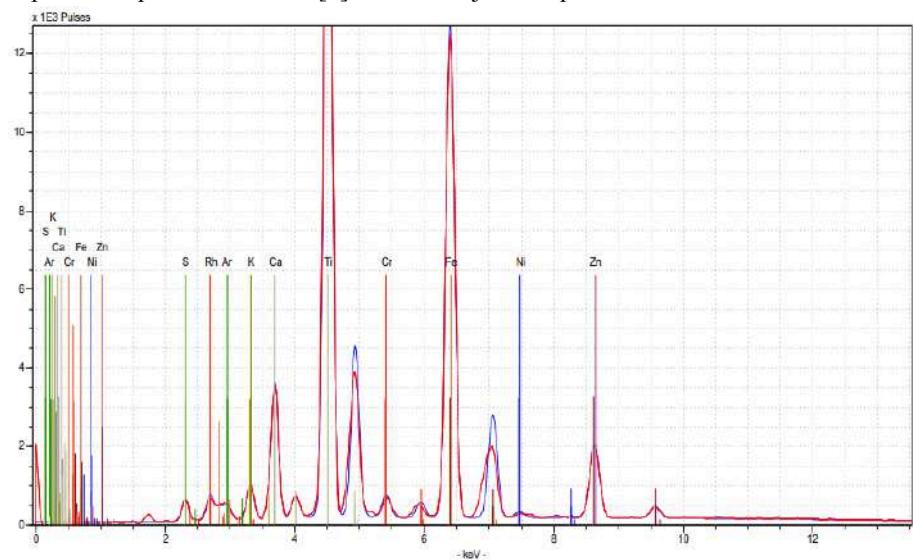
Espectro do ponto de análise [5] - laranja claro livro. Cópia da obra.



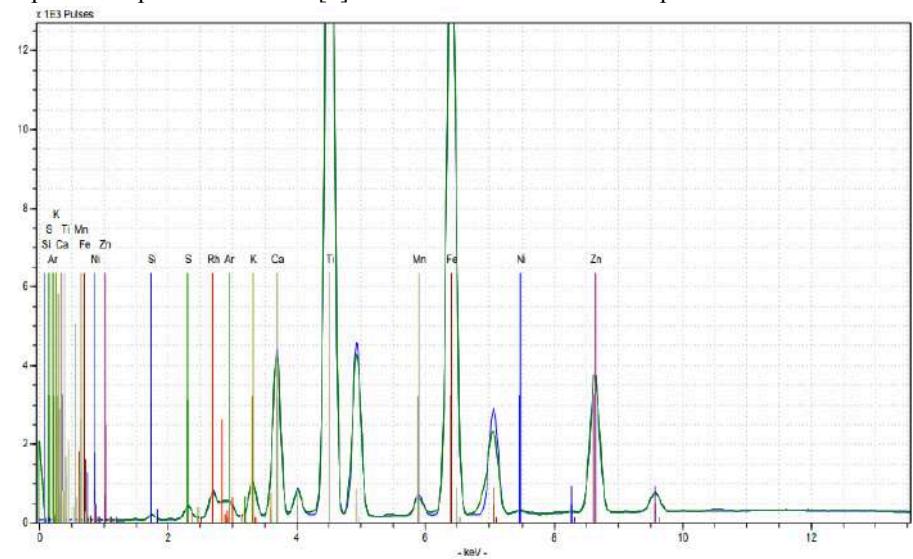
Espectro do ponto de análise [6] - azul paletó. Cópia da obra.



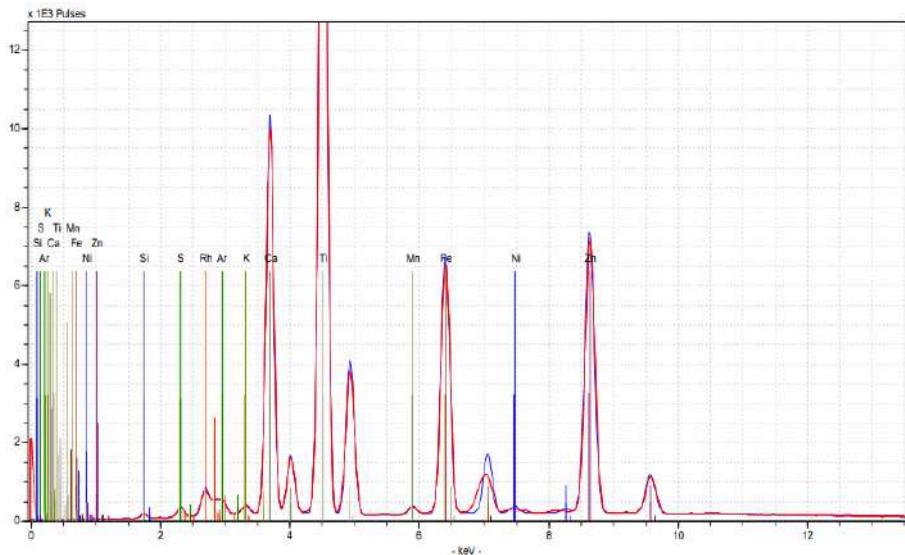
Espectro do ponto de análise [7] - verde abajour. Cópia da obra.



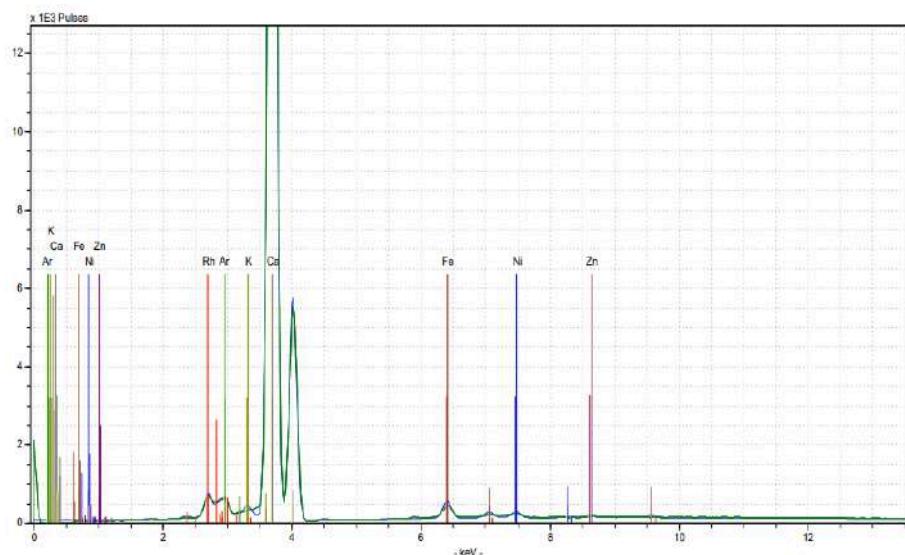
Espectro do ponto de análise [8] - marrom escuro cadeira. Cópia da obra.



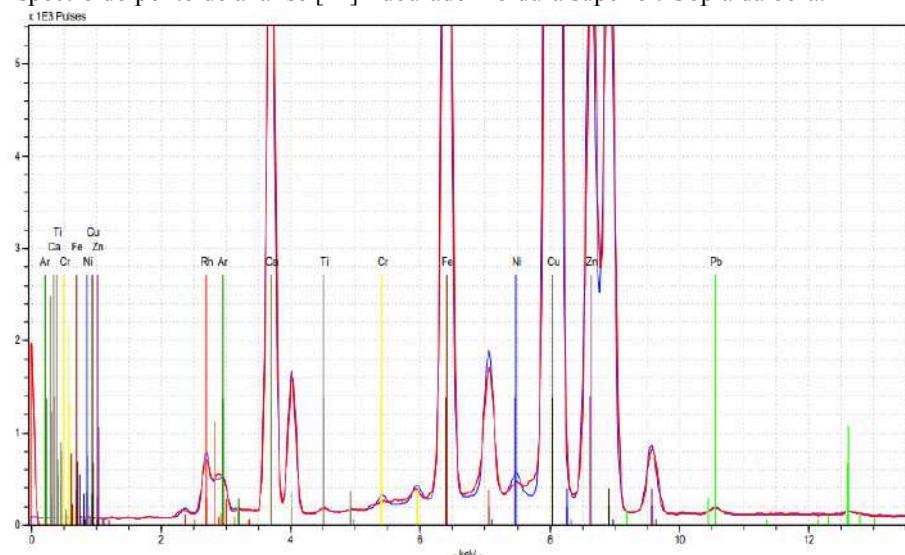
Espectro do ponto de análise [9] - marrom claro cadeira. Cópia da obra.



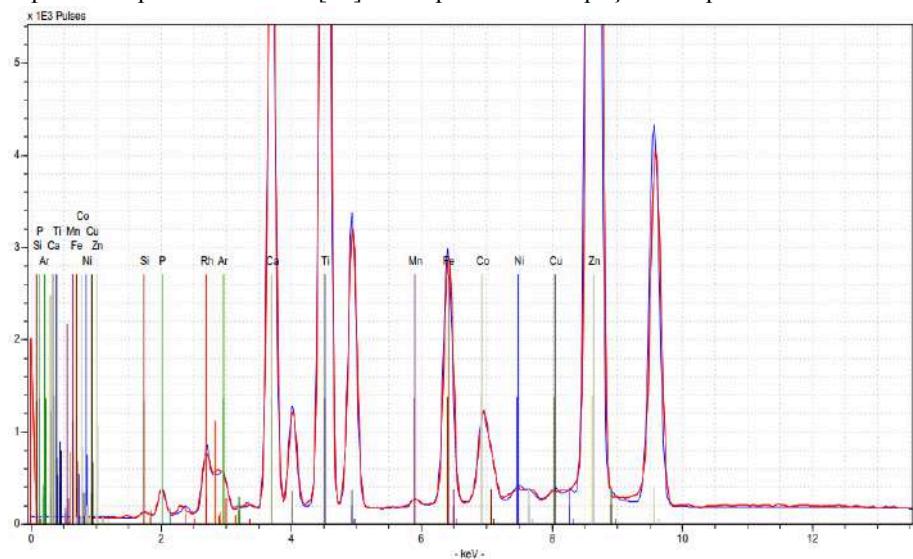
Espectro do ponto de análise [10] - branco gesso moldura superior. Cópia da obra.



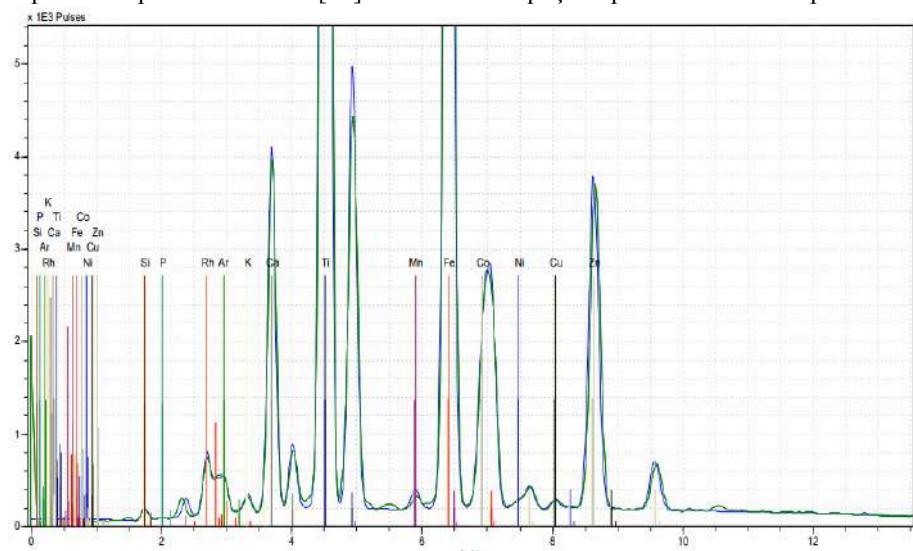
Espectro do ponto de análise [11] - dourado moldura superior. Cópia da obra.



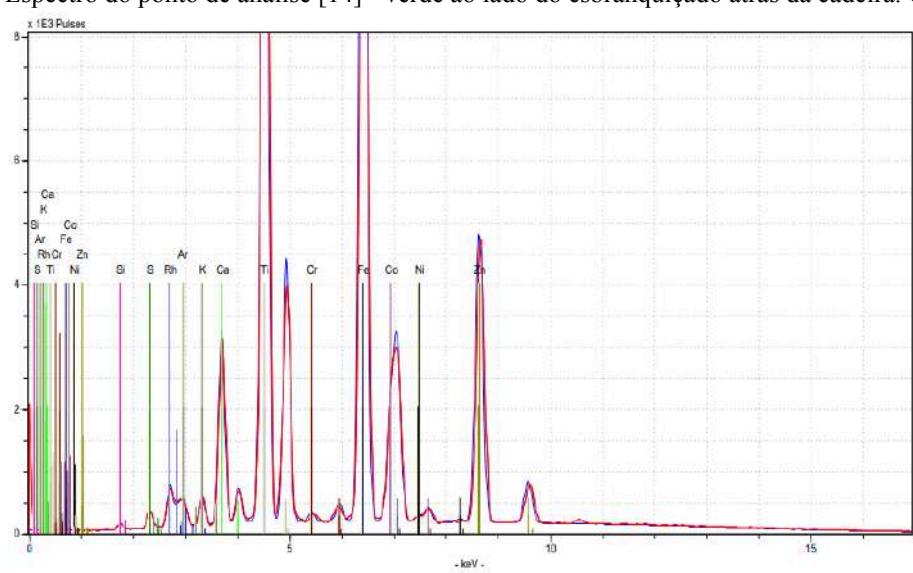
Espectro do ponto de análise [12] - azul paletó esbranquiçado. Cópia da obra.



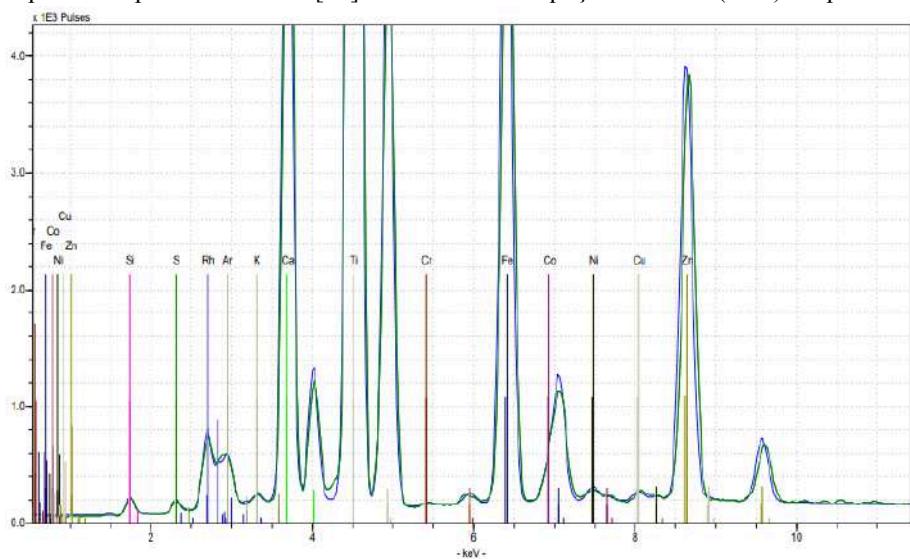
Espectro do ponto de análise [13] - verde esbranquiçado parede cadeira. Cópia da obra.



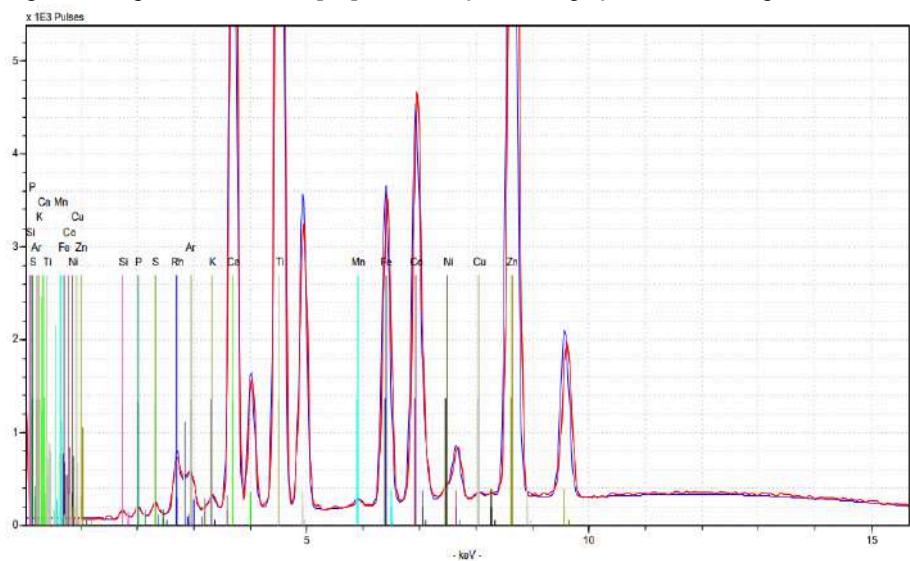
Espectro do ponto de análise [14] - verde ao lado do esbranquiçado atrás da cadeira. Cópia da obra.



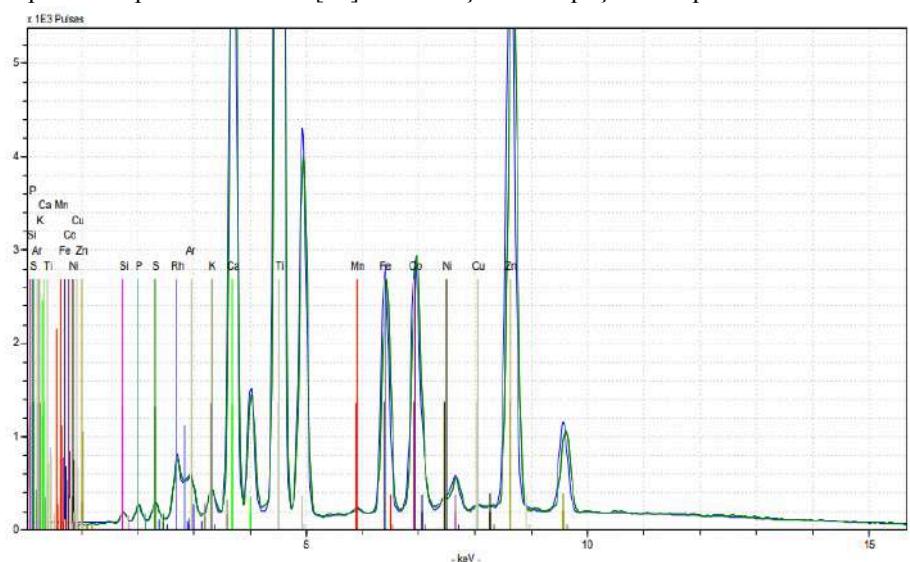
Espectro do ponto de análise [15] - marrom esbranquiçado cadeira (base). Cópia da obra.



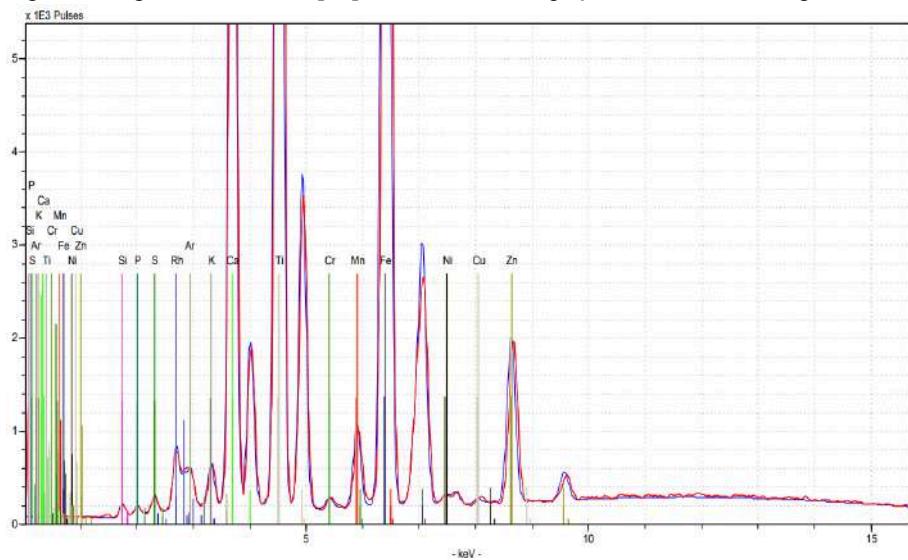
Espectro do ponto de análise [16] - azul calça esbranquiçado cristal. Cópia da obra.



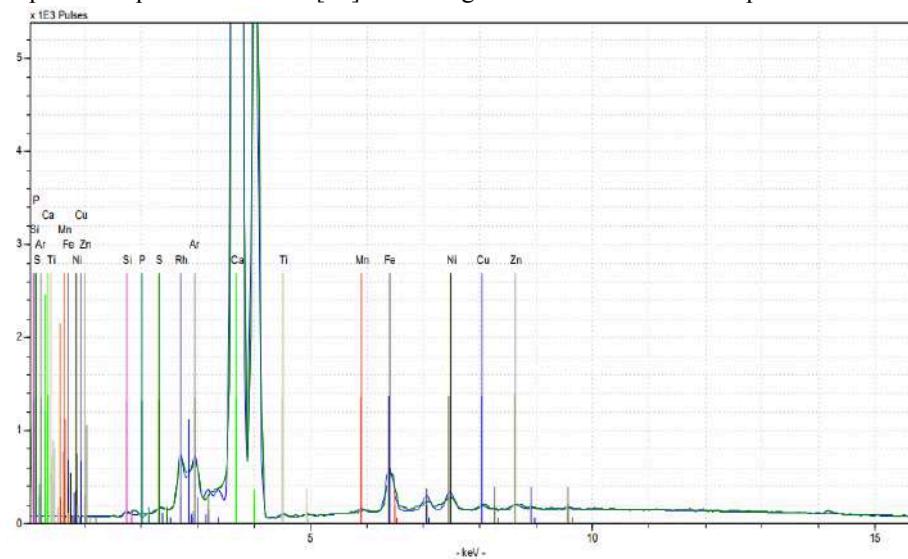
Espectro do ponto de análise [17] - azul calça esbranquiçado. Cópia da obra.



Espectro do ponto de análise [18] - marrom esbranquiçado cristal chão. Cópia da obra.



Espectro do ponto de análise [19] - branco gesso moldura inferior. Cópia da obra.



Espectro do ponto de análise [20] - dourado moldura lateral. Cópia da obra.

