

ANÁLISE POR TÉCNICAS DE RAIOS X DO QUADRO “PRIMEIRA MISSA NO BRASIL” DE VICTOR MEIRELLES

*Roberta Borges
Josiane Cavalcante
Isis Franzi
Anderson de Paula
Ricardo Lopes
Davi Oliveira*

*Laboratório de Instrumentação Nuclear. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. Brasil.
Caixa Postal: 68509, 21945-972. Rio de Janeiro. Brasil.*

*Marcelino Anjos
Instituto de Física. UERJ – Rio de Janeiro. Brasil.*

(Recebido em: 29/05/2023 * Revisado em: 01/06/2023)

RESUMO: Este trabalho usou a radiografia computadorizada e análise por fluorescência de Raios X (XRF) para determinar o estado de conservação e identificar os pigmentos utilizado no quadro “A Primeira Missa no Brasil”, de Vítor Meireles, confeccionado em 1860 com o objetivo de avaliar o estado geral da obra e caracterizar os pigmentos presentes na pintura. “A Primeira Missa no Brasil” (2,68 x 3,56 m) foi dividida em 108 regiões quadradas devido às dimensões do detector do tipo *Imaging Plate* (IP) utilizado. Para cada região foram adquiridas imagens radiográficas usando uma fonte de Raios X Oxford operando a uma tensão de 35 kV e corrente de 200 μ A. Para a análise de pigmentos foi utilizado um sistema portátil de XRF desenvolvido no Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). As medidas de XRF foram realizadas utilizando um tubo de Raios X TF3005 da Oxford, operando a uma tensão de 25 kV, corrente de 100 μ A, 2 mm de colimação de feixe e um detector Si-PIN XR-100CR da Amptek. A partir das imagens adquiridas por radiografia computadorizada foi possível identificar danos na tela, efeitos dos pigmentos escolhidos pelo pintor, marcas de restauro e possíveis sobreposições de pintura. A investigação por XRF em diversos pontos do quadro, por sua vez, sugere a provável paleta escolhida pelo autor.

PALAVRAS-CHAVE: Radiografia computadorizada. *Imaging Plate*. Arqueometria. Fluorescência de Raios X.

X-RAY ANALYSIS OF THE PAINTING "A PRIMEIRA MISSA NO BRASIL" BY VICTOR MEIRELLES

ABSTRACT: *Computed radiography and X-ray fluorescence (XRF) analysis was used, in this work, to determine the conservation status and identify the pigments used in the painting "A Primeira Missa no Brasil" (The First Mass in Brazil) by Vítor Meireles, created in 1860. The objective was to evaluate the overall condition of the artwork and characterize the pigments present in the painting. "A Primeira Missa no Brasil" (2.68 x 3.56 m) was divided into 108 square regions due to the dimensions of the Imaging Plate (IP) detector used. Radiographic images were acquired for each*

region using an Oxford X-ray source operating at a voltage of 35 kV and a current of 200 μ A. For pigment analysis, a portable XRF system developed at the Nuclear Instrumentation Laboratory (LIN) of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) was used. XRF measurements were performed using an Oxford TF3005 X-ray tube operating at a voltage of 25 kV, a current of 100 μ A, a 2 mm beam collimation and an Amptek Si-PIN XR-100CR detector. From the acquired computed radiography images, it was possible to identify damage to the canvas, the effects of pigments chosen by the painter, restoration marks, and possible paint overlays. The XRF investigation in various points of the painting, in turn, suggests the probable color palette chosen by the author.

KEYWORDS: *Computed Radiography. Imaging Plate. Archaeometry. X-Ray Fluorescence.*

*

ANÁLISE POR TÉCNICAS DE RAIOS X DO QUADRO “PRIMEIRA MISSA NO BRASIL” DE VICTOR MEIRELLES

INTRODUÇÃO

A “Primeira Missa no Brasil” é considerada a primeira pintura histórica do Brasil, resultado de uma complexa relação entre ideias e utopias do “Projeto Civilizatório” presente no imaginário cultural e político monarquista do século XIX (FRANZ, 2007) e que dá origem ao mito fundador do Brasil. A obra faz parte da coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNBA) tendo sido produzida durante o Império de D. Pedro II, na França, entre os anos de 1859 e 1860. A obra de Meirelles é também resultado de um projeto de D. Pedro II que busca criar uma história para o Brasil estabelecendo uma continuidade entre um passado colonial idealizado e a imagem de um Império independente desconsiderando os acontecimentos históricos violentos provocados pelo processo colonizador (ROSA, 2016). Trata-se de uma obra importante para a história da arte do Brasil, de grandes proporções medindo 2,68 x 3,56 m e é considerada uma das obras mais famosas do século XIX.

As análises por fluorescência de Raios X por dispersão em energia (EDXRF) e por radiografia computadorizada (CR) realizadas pelo Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN) fizeram parte da fase inicial do processo de restauro da obra pelo MNBA.

A aplicação de ensaios não destrutivos (END) em obras de arte, tais como a CR e a EDXRF, permite a caracterização da composição elementar dos pigmentos utilizados em pinturas, possibilita a avaliação da integridade e estado de conservação e viabiliza, inclusive, analisar qualquer tipo de alteração

pela qual o objeto tenha sido submetido, seja um restauro ou até mesmo dano físico acidental. Assim, os dados recolhidos a partir de técnicas não destrutivas de análise proporcionam a realização de “dossiês” das peças analisadas (CALZA, 2010; GHERVASE, 2018; BORG, 2020; SANCHES, 2022).

A aplicação de técnicas não destrutivas *in situ*, através de equipamentos portáteis e facilmente transportáveis viabiliza a análise de obras em seus locais de exposição sem que elas precisem ser transportadas para laboratórios, o que geraria altos custos com seguro ou risco de acidentes e danos aos objetos durante o seu transporte (CALZA, 2015; OLIVEIRA, 2023).

A investigação por EDXRF em diversos pontos de um quadro sugere a provável paleta escolhida pelo autor. A verificação de pigmentos nem sempre é fácil e inequívoca, uma vez que a técnica de EDXRF identifica os elementos presentes em pinturas e não as moléculas que exatamente correspondem às tintas selecionadas quando da confecção de uma obra. A aplicação da EDXRF em pinturas, quando aplicada a alterações visíveis na tela, pode revelar se essas modificações correspondem a desistências ou repinturas realizadas pelo próprio artista ou se equivalem a intervenções posteriores à confecção da obra. Os dados obtidos a partir da EDXRF também auxiliam o trabalho de restauradores permitindo que as melhores estratégias possam ser empregadas em processos de restauro tais como a remoção de materiais estranhos à obra original e viabilizando a recuperação de áreas danificadas utilizando pigmentos muito semelhantes aos empregados pelo artista (BARNETT, 2006; CALZA, 2010; KEUNE, 2016).

O exame radiográfico em pinturas é uma ferramenta fundamental para restauradores e historiadores da arte fornecendo uma grande quantidade de informações, sendo, portanto, utilizado para revelar a extensão de antigos danos escondidos por processo de restauração, as diversas etapas da criação da obra, o modo de ligação entre o chassi do quadro e o tecido, a trama da tela, mudanças na topografia da superfície original e ainda possibilita a detecção de diferentes pigmentos mediante a diferença de densidades dos materiais que os compõem. Pode-se observar ainda a sobreposição de pinturas, tanto por mudanças de ordem estética realizadas pelo próprio autor como por fraudadores, capazes de iludir os exames visuais (CALZA, 2010; GHERVASE, 2018; SANCHES, 2022).

Com o avanço da tecnologia de microeletrônica e do mecanismo de luminescência em cristais, detectores digitais conhecidos como *Imaging Plate* (IP), que surgiram na década de 80, tem sido utilizado em radiografias industriais. Neste trabalho foi utilizada a técnica da radiografia computadorizada com detector tipo IP.

Na tecnologia IP, a radiação que chega ao detector é armazenada na forma de luminescência. Os cristais de fósforos emitem luz de forma eficiente quando excitados por radiação como ondas de elétrons, Raios X e raios ultravioleta. Alguns cristais de fósforo armazenam parte da energia de excitação primária gerada pela radiação e, quando submetidos a uma excitação secundária subsequente, emitem luz

através da liberação da luminescência retida. A excitação secundária é gerada por uma radiação de luz com comprimento de onda maior que o da luz emitida. A placa consiste em um cristal de fósforo de Bário “BaFX:EU²⁺” depositada sobre um suporte flexível de poliéster. O processamento de leitura da imagem latente gravado no IP, durante a realização da radiografia, é liberado por meio da incidência de raios laser emitidos a partir de scanner específico, liberando a informação armazenada sob forma de luz visível. Esse fenômeno é conhecido como luminescência fotoestimulada (PSL), sendo posteriormente captada por um tubo fotomultiplicador (*PMT – Photomultiplier Tube*) para ser enviado ao computador. Vale destacar que há a possibilidade de reutilização do detector uma vez que após o escaneamento da imagem a placa de fósforo é apagada mediante a exposição à luz branca. Apenas uma placa de fósforo pode ser reutilizada para novas radiografias por cerca de mil vezes (TAKASHI, 2002).

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo analisar o quadro “A Primeira Missa no Brasil” de Victor Meirelles, através da aplicação combinadas da técnica de radiografia computadorizada e EDXRF, para avaliar a integridade da obra, verificar possíveis defeitos na estrutura da tela, identificar pigmentos e detectar regiões de repintura em processos de restauro pelos quais a obra já tenha sido submetida.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pintura “A Primeira Missa no Brasil” é uma obra de grandes proporções (2,68 x 3,56 m) e para ser analisada por radiografia foi necessário dividi-la em 108 regiões quadradas (de 30 x 30 cm) devido às dimensões do detector do tipo *Imaging Plate* (IP) utilizado (35 x 43 cm). O tamanho das regiões quadradas foi definido em 30 x 30 cm de modo a evitar problemas de geometria que poderiam ocorrer devido a divergência do feixe de Raios X.

Para cada região foram adquiridas imagens radiográficas usando uma fonte de Raios X Oxford operando a 35 kV e 200 μ A e tempo de exposição de 90 segundos. A fonte foi posicionada a 85 cm do quadro e o detector posicionado atrás da tela. O equipamento de radiografia computadorizada utilizado foi o Kodak INDUSTREX ACR 2000i *Digital System* com apagador de IP integrado. Todas as radiografias foram obtidas com o mesmo IP, sendo este apagado com auxílio do scanner e imediatamente reutilizado para a próxima exposição.

A aquisição de imagens radiográficas do quadro “Primeira Missa do Brasil” resultou em 108 radiografias: os dados gerados foram tratados e agrupados por meio de um software de tratamento de imagens a fim de se obter uma única radiografia que correspondesse à pintura como um todo. A figura 1 mostra o sistema de CR utilizado.



Figura 1 – Sistema de radiografia computadorizada

Para a análise de pigmentos foi utilizado um sistema portátil de EDXRF desenvolvido no Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). As medidas de XRF foram realizadas utilizando um tubo de Raios X TF3005 da Oxford, operando a 25 kV, 100 μ A, 2 mm de colimação de feixe e um detector fotodiodo Si-PIN modelo XR-100CR da Amptek com resfriamento termoelétrico (Peltier), monitor de temperatura e uma janela de Be de 25 μ m de espessura. O tempo de aquisição foi de 300 segundos para cada ponto analisado, foram adquiridos um total de 553 espectros e estes analisados com o auxílio do software QXAS-AXIL da IAEA. A figura 2 mostra o sistema portátil de EDXRF utilizado.



Figura 2 – Sistema portátil de XRF durante a análise do quadro

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos espectros de XRF obtidos e analisados foi sugerida a presença dos seguintes pigmentos na obra: ocre (tonalidades do amarelo ao marrom), umbra, viridian/óxido de cromo, verde de cobalto, terra verde, azul de cobalto, azul da Prússia, vermilion, laranja de cromo, amarelo de zinco, óxido de ferro preto, sulfeto de chumbo e óxido de chumbo, branco de zinco, branco de chumbo e litopone. A análise por EDXRF mostrou, ainda, a presença de uma camada preparatória à pintura composta provavelmente pelos pigmentos brancos de chumbo e de zinco. O cálcio detectado em baixa intensidade sugere a sua utilização em pequenas quantidades como branqueador ou misturado a outros pigmentos para obtenção de tonalidades mais claras. Por outro lado, o cálcio é detectado em alta intensidade nas regiões de emassamento aparente da obra.

Nas regiões com alteração aparente na pintura foi detectada a presença do pigmento litopone. Provavelmente este pigmento, que foi utilizado a primeira vez por volta de 1874, foi utilizado no restauro da obra de 1878. A pintura a “Primeira Missa do Brasil” foi enviada aos Estados Unidos em 1876 para participar de uma exposição na Filadélfia e sofre danos na viagem de volta ao Brasil devido a um alagamento do porão de navio que a transportava, o que motivou o primeiro restauro 2 anos depois.

A radiografia do quadro foi obtida a partir da sobreposição das 108 partes individuais que foram radiografadas da pintura. Com base na radiografia obtida foi possível avaliar toda estrutura da camada pictórica, identificar e caracterizar os elementos presentes nela, os efeitos, defeitos, sobreposições de pinturas, possíveis mudanças presentes na obra de arte e marcas de restauro. Pode-se observar na figura 3 a imagem do quadro “Primeira Missa no Brasil” com a divisão feita em quadrantes em (a) e a respectiva reconstrução das imagens obtidas nas radiografias em (b).

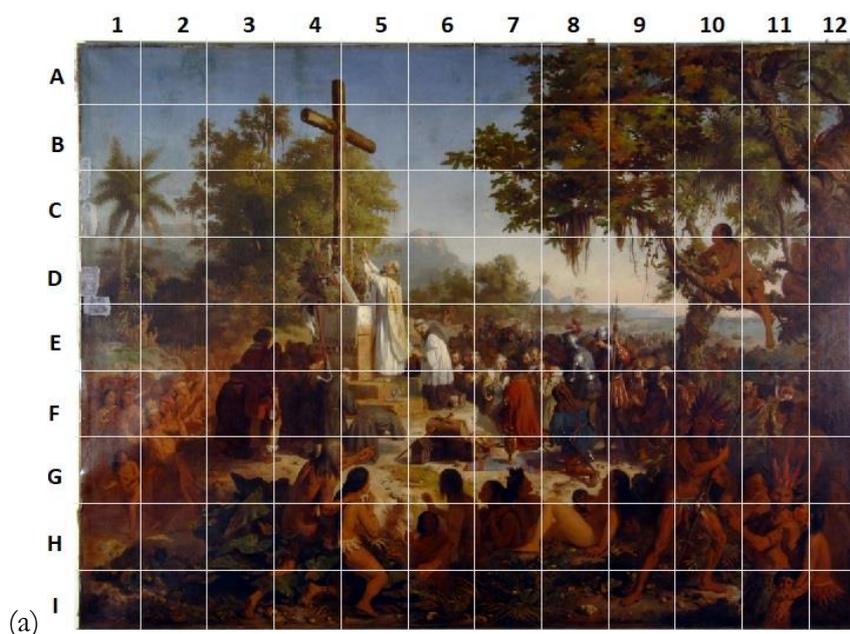




Figura 3 – Esquema e radiografia do quadro “Primeira Missa do Brasil”: (a) esquema da divisão do quadro em 108 partes, (b) radiografia do quadro reconstruída a partir das 108 radiografias individuais.

A partir da CR foram identificadas partes mais claras na imagem do quadro devido à presença de branco de chumbo nessas regiões. Na figura 4, é possível visualizar na imagem (a) as partes mais claras da indumentária do padre celebrante da missa e na imagem (b) as pinceladas de branco de chumbo dando luminosidade às armaduras dos soldados e na representação do céu. A presença do pigmento nessas regiões foi confirmada pela análise de XRF.

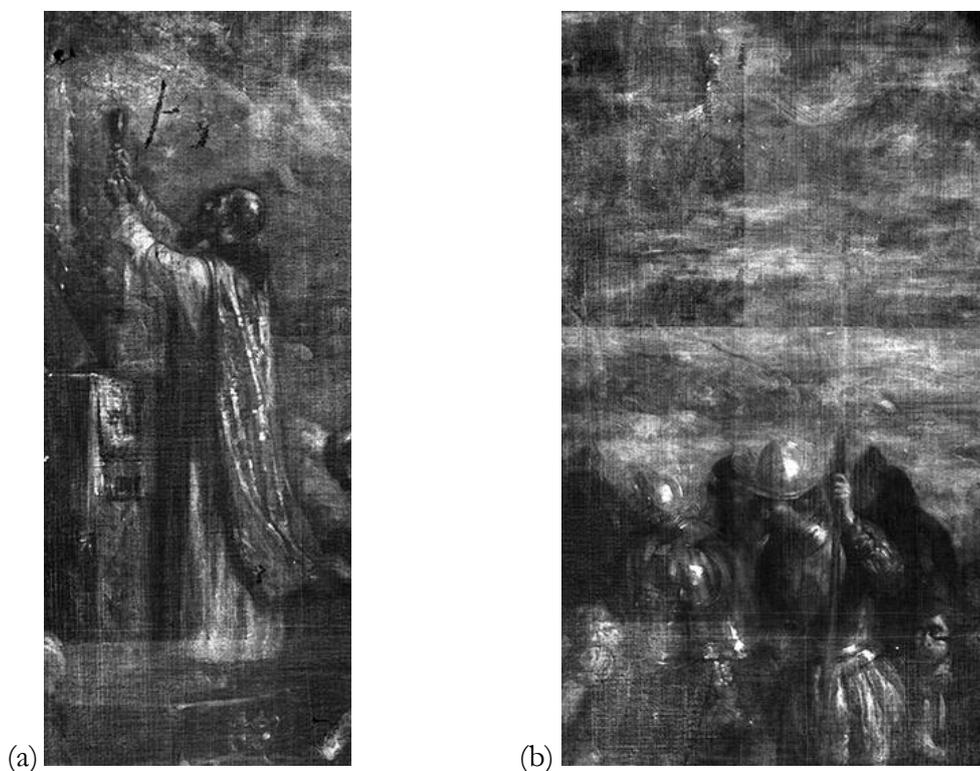


Figura 4 - Trechos da radiografia com exemplo de efeito de luminosidade empregado pelo pintor: (a) trecho da radiografia destacando o padre celebrante da missa, (b) trecho da radiografia dos soldados e do céu.

Observando as partes brancas do padre e do sacristão e em outras áreas brancas da obra, foram encontrados os elementos Zn (zinco), e Pb (Chumbo). Os possíveis elementos utilizados, neste caso, poderiam ser: branco de chumbo ($2 \text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$) ou branco de zinco (ZnO). A figura 5 mostra o espectro de XRF característico de ponto analisado da roupa do padre indicando o Pb como pico mais intenso dos elementos detectados. Assim, a imagem radiográfica e o espectro de fluorescência mostram uma complementariedade de informações a respeito dos pigmentos utilizados, em especial o Pb nesse caso, possibilitando uma afirmação mais precisa a respeito do predomínio do branco de chumbo das regiões brancas ou esbranquiçadas da pintura.

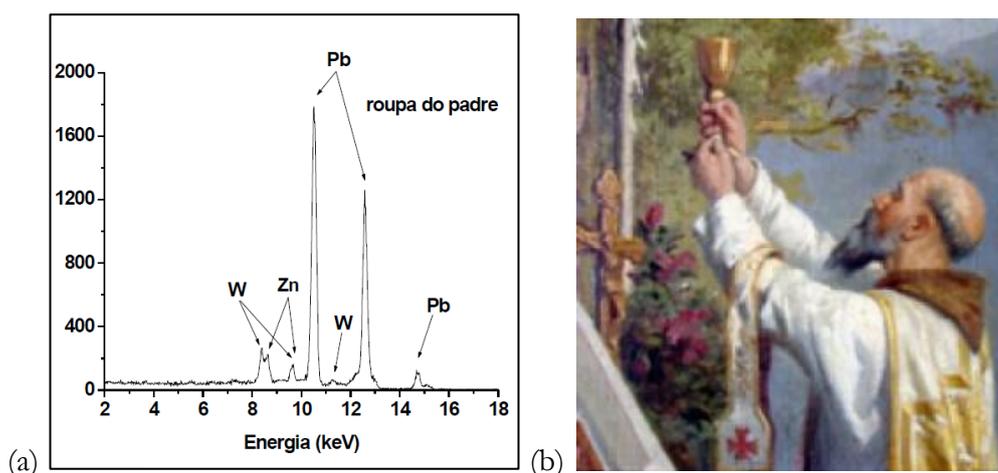


Figura 5 – Espectro de XRF característico e detalhe da obra: (a) Espectro de XRF característico da roupa do padre celebrante e (b) imagem do quadrante 5D

Outro ponto que mostra o branco de chumbo predominando na pintura, com equivalente correspondente de detecção de branco na imagem radiográfica, é o elmo do soldado. Na pintura o branco de chumbo foi aplicado de modo a produzir um efeito de reflexo da luz do sol sobre o metal da armadura. A figura 6 mostra o espectro da XRF do elmo e a imagem de quadrante 8E.

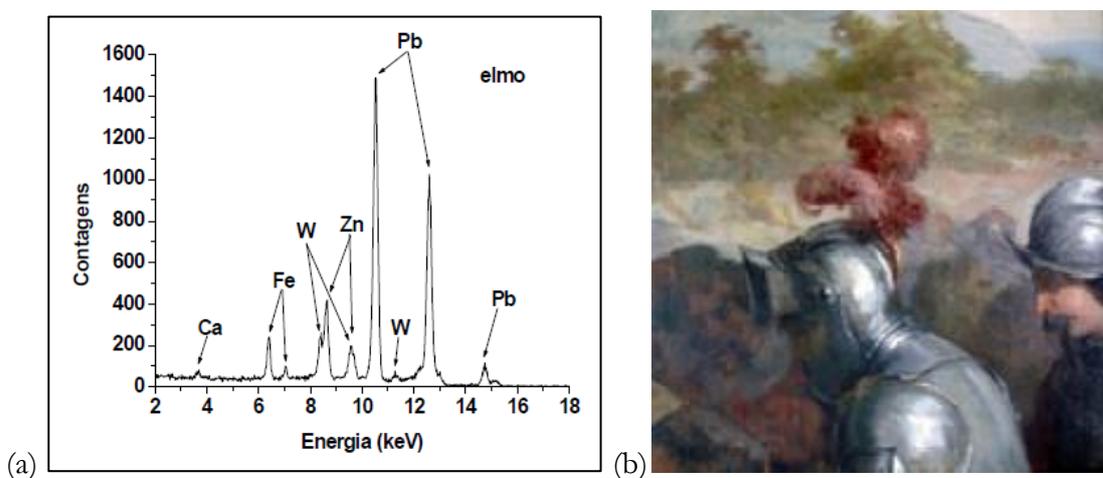


Figura 6 - Espectro de XRF característico e detalhe da obra: (a) Espectro de XRF característico do elmo do soldado e (b) imagem do quadrante 8E

Além da relação entre partes brancas da radiografia com a concentração de banco de chumbo nesses pontos, também foram observadas várias regiões com perdas de suporte (partes escuras). Na figura 7 as partes mais claras evidenciam o uso de branco de chumbo, sendo a parte superior à esquerda em maior quantidade, as setas vermelhas indicam perda de suporte e as setas azuis mostram as regiões que sofreram emassamento.

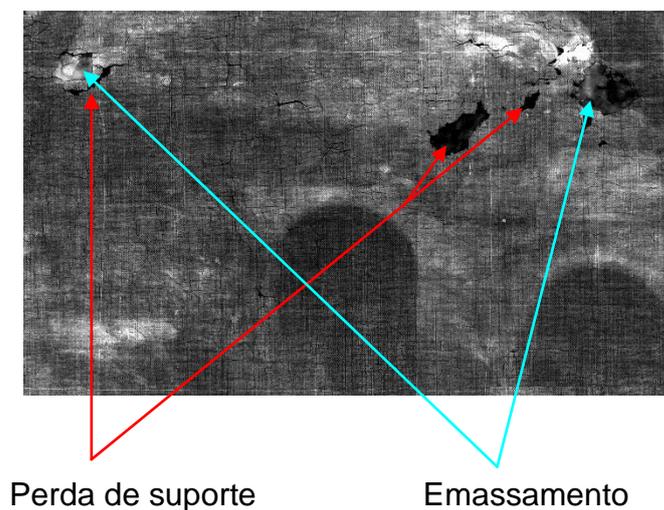


Figura 7 – Trecho da radiografia evidenciando perda de suporte e emassamento

Além das perdas de suporte, a CR permitiu identificar diferentes tipos de emassamento (na imagem radiográfica há pontos de emassamento com diferentes tons de cinza), regiões de craquelamento, rasgos na tela, áreas de retoque, estiramento da tela e desistência de pintura – em alguns trechos a radiografia revela que sob a pintura final, há uma pintura anterior com elementos diferentes daqueles observados em tela. A figura 8 mostra alguns dos problemas citados em trecho da tela.

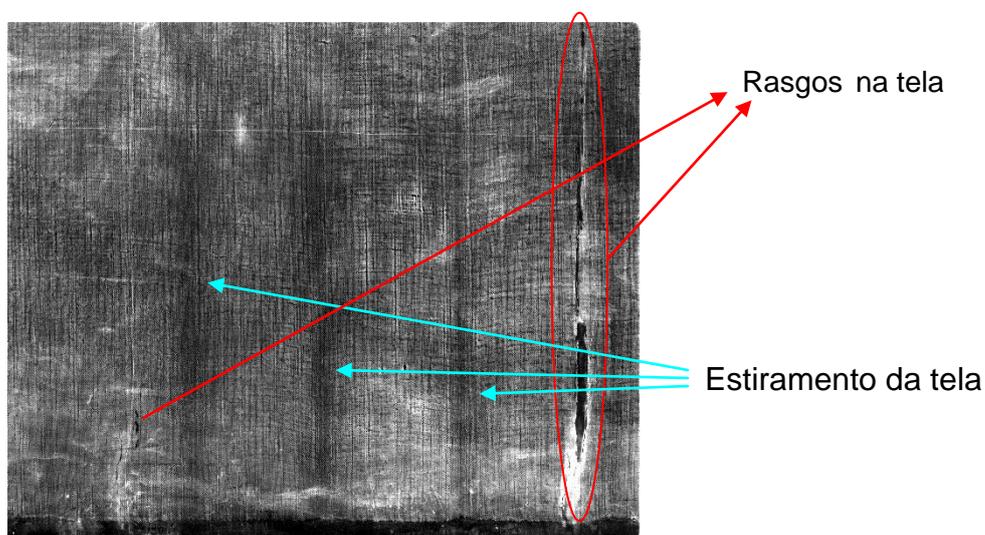


Figura 8 – Destaque da CR com indicação das regiões de rasgo da tela e estiramento do tecido.

Um dos exemplos de desistência de pintura identificada é mostrada na figura 9: uma cabeça é vista da radiografia enquanto que na pintura, no mesmo lugar, é visualizada uma árvore.



Figura 9 – Exemplo de desistência de pintura

CONCLUSÕES

Através da utilização do sistema portátil de XRF foi possível caracterizar os pigmentos originais utilizados pelo artista e identificar a existência de uma camada preparatória sob a pintura contendo uma mistura de branco de zinco e branco de chumbo. Foram identificadas, ainda, regiões de alteração na pintura a partir da detecção do pigmento litopone e altas intensidades de picos de cálcio em regiões de emassamento aparente.

As imagens radiográficas revelaram rasgos, regiões de emassamento, áreas de perda de material, estiramento da tela, craquelamento da pintura e desistências de pintura feitas pelo próprio artista.

A aplicação de duas técnicas – a CR e a EDXRF – produziu uma análise mais robusta a respeito da composição dos pigmentos e estado de conservação da obra. Foi possível, ainda, correlacionar os resultados encontrados na XRF com as imagens radiográficas obtidas principalmente na visualização das

áreas esbranquiçadas devido a concentração de branco de chumbo em determinadas áreas do quadro. As informações reunidas a partir do estudo constituíram um auxílio importante para o processo de restauro da obra.

Destaque para a técnica de radiografia computadorizada utilizada que viabilizou a otimização do tempo execução das radiografias permitindo que todo o quadro fosse examinado em 4 dias – um prazo impossível para a radiografia convencional devido as dimensões da tela.

REFERÊNCIAS

- BARNETT, J. et al, “Colour and art: A brief history of pigments”, *Optics & Laser Technology*, v.38, pp. 445–453, 2006.
- BORG, B. et al, “The application of state-of-the-art technologies to support artwork conservation: Literature review”, *Journal of Cultural Heritage*, v. 44, pp. 239–259, 2020.
- CALZA, C. F. Desenvolvimento de Sistema Portátil de Fluorescência da Raios X com aplicações em Arqueometria. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2007.
- CALZA, C. et al, “Analysis of the painting Gioventù (Eliseu Visconti) using EDXRF and computed radiography”, *Applied Radiation and Isotopes*, v. 68 (4-5), pp. 861-865, 2010.
- CALZA, C. et al, “Analysis of Sculptures using XRF and X-Ray Radiography”. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 116, pp. 326-331, 2015.
- FRANZ, T. S. Vítor Meirelles e a construção da identidade brasileira. *19&20*, v. 2, n. 3, jul. 2007. Disponível em <https://bit.ly/431gaxr>. Acesso em 10 mai 2023.
- GHERVASE, L. et al., "Complementary investigations of two Lipovan-style icons", *Microchemical Journal*, v. 138 pp. 509–518, 2018.
- KEUNE, K. et al, “Analytical imaging studies of the migration of degraded orpiment, realgar, and emerald green pigments in historic paintings and related conservation issues”, *Heritage Science*, v. 4(10), pp. 1-14, 2016.
- OLIVEIRA, R. et al, “Analysis of a wooden statue by non-destructive X-ray techniques”, *X-Ray Spectrometry*, in press, 2023.
- ROSA, V, C. A Primeira Missa no Brasil sob o olhar do presente. In: Anais do XXXVI Colóquio do Comitê Brasileiro de História da Arte: *Arte em Ação*. p. 754-765, 2016.
- SANCHES, F. et al, “Non-invasive characterization of the painting Saint John the Evangelist by means spectroscopic methods”, *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, v. 10-03B, pp. 01-14, 2022.
- TAKASHI, K., “Progress in science and technology on photostim BaFX:EU²⁺ X = Cl, Br, I) and Imaging plates”, *Journal of Luminescence*, v. 100, pp 307-315, 2002.