

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Clara Queiroz Marchesi

**Investigação preliminar da composição química de elementos de
chinoiserie na arte religiosa brasileira**

Belo Horizonte

2025

Clara Queiroz Marchesi

**Investigação preliminar da composição química de elementos de
chinoiserie na arte religiosa brasileira**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de Química
do Instituto de Ciências Exatas, da
Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito para a obtenção do título
de Bacharel em Química.

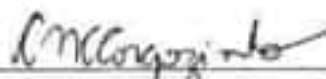
Orientador(a): Prof. Dra. Isolda Maria de
Castro Mendes

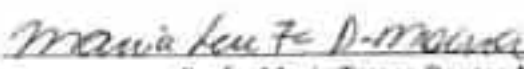
Belo Horizonte
2025

Ata da sessão de avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Química da Universidade Federal de Minas Gerais, da aluna Clara Queiroz Marchesi, nº de registro 2021038062.

O Trabalho de Conclusão de Curso da aluna Clara Queiroz Marchesi, intitulado "Investigação preliminar da composição química de elementos de "chinoiserie" na arte religiosa brasileira", foi avaliado e aprovado pela Banca Examinadora constituída por Profa. Camila Nunes Costa Corgozinho (DQ - UFMG), Profa. Maria Tereza Dantas Moura (EBA - UFMG), e Profa. Isolda Maria de Castro Mendes (DQ - UFMG), orientadora do trabalho de conclusão de curso, no dia 28 de novembro de 2025.


Prof. Isolda Maria de Castro Mendes


Prof. Camila Nunes Costa Corgozinho


Prof. Maria Tereza Dantas Moura


Prof. Dario Windmoller
Coordenador dos Cursos de Graduação em Química e Química Tecnológica
ICEx - UFMG

Aos meus pais, Ademir e Vânia, por sustentarem com amor e perseverança os caminhos que tornaram possível esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Mais do que um estudo sobre um tema específico, este trabalho representa o encerramento de uma jornada de cinco anos marcada por aprendizado, crescimento e descobertas. Nada disso, porém, seria possível sem tantas pessoas que marcaram minha trajetória, mesmo antes da graduação, e não seria justo que eu me esquecesse de agradecer por tudo o que fizeram por mim.

Dessa forma, venho primeiramente agradecer a Deus, que, como um pai, me sustentou e me possibilitou viver tudo isso, sem nunca faltar com sua misericórdia e providência. À Nossa Senhora de Guadalupe, minha eterna gratidão e veneração por sua intercessão, e aos meus santos de devoção, São Felipe Néri e Santa Joana d’Arc, por me ensinarem a alegria e a perseverança nas dificuldades.

À minha família, meu amor e gratidão por todo apoio e amor incondicional. Aos meus pais, Ademir e Vânia, por todos os sacrifícios e incentivo, e aos meus irmãos, Mateus, Geana e Bianca, pela presença e alegria em minha vida, eu não seria a mesma sem vocês.

À minha orientadora, professora Isolda Maria, minha sincera gratidão pela paciência, pelos conselhos, pelos “puxões de orelha” e por toda a orientação que foi além da vida profissional, dando-me também a oportunidade de unir, neste trabalho, áreas que amo e ensinando-me a olhar o mundo com outros olhos.

Agradeço também a Deus pelos amigos que me deu nessa caminhada, que foram muitas vezes, a âncora para que eu não desistisse da graduação, de modo especial, Fernanda, Robson, Samuel e Emanuel, as minhas amigas e companheiras de casa, Mariana e Ester; e a tantos outros amigos, familiares e colegas que marcaram minha vida, Ana Beatriz, Ian, Vinícius, Hugo, Lucas e outros que guardo em meu coração.

Aos antigos orientadores Humberto e Diogo, à professora Marina, aos conservadores, órgãos de fomento e instituições (UFMG, CNPq, FAPEMIG, Museu de Arte Sacra da UFBA, LCPNano, DQ e CEI), agradeço o apoio e aprendizado. Às professoras Camilla e Maria Tereza, pela presença na banca e pelas valiosas contribuições.

Por fim, deixo registrada minha gratidão por toda essa jornada e pelos aprendizados que levarei comigo, com o desejo sincero de retribuir à sociedade tudo o que conquistei.

“A beleza é chave do mistério e
apelo ao transcendente. É convite
a saborear a vida e a sonhar o
futuro”

- Carta aos artistas, 1999

(São João Paulo II)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar a influência do estilo *chinoiserie* na arte sacra brasileira, buscando compreender, por meio da análise de materiais utilizados nas decorações de obras do patrimônio histórico, as conexões culturais durante o período das grandes navegações. A pesquisa justifica-se pela escassez de estudos dedicados à identificação de materiais e técnicas empregadas nessas pinturas, cuja caracterização é fundamental para o reconhecimento da autenticidade e da origem dos materiais artísticos, além de contribuir para a conservação do patrimônio cultural brasileiro. Para atingir este objetivo, foram realizadas análises físico-químicas, principalmente por meio da microscopia eletrônica de varredura acoplada à espectroscopia por dispersão de energia (MEV-EDS). As amostras analisadas, provenientes de quatro localidades distintas dos estados da Bahia e de Minas Gerais, foram comparadas com referências históricas de materiais empregados na China imperial e na Europa. Os resultados revelaram similaridades, como bases de preparação coloridas com óxidos de ferro, o uso de vermelhão (HgS), e óxidos de ferro misturados com camadas orgânicas, além da presença de branco de chumbo ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) e de douramentos com folhas de ouro aplicadas em elementos decorativos. No caso do órgão da catedral da Sé de Mariana, os resultados revelaram que a pintura no estilo *chinoiserie* atual da caixa do órgão não foi a primeira; outras duas pinturas foram reveladas no corte estratigráfico. A primeira com base de gesso e pigmento smalt em azul, uma segunda com douramento com folha de ouro e base de preparação não usual de branco de chumbo com espessa camada orgânica e a atual no estilo *chinoiserie*. Estes resultados sugerem influências orientais na produção artística brasileira e abrem novos questionamentos acerca das trocas culturais presentes na arte sacra do período colonial.

Palavras-chave: *Chinoiserie*; arte sacra brasileira; pigmentos; microscopia eletrônica de varredura; patrimônio cultural.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
1 OBJETIVO	20
1.1 OBJETIVO GERAL.....	20
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	20
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	21
2.1 DEFINIÇÕES.....	21
2.2 INFORMAÇÕES HISTÓRICAS E ESTÉTICAS	23
2.3 MATERIAIS.....	27
3 PARTE EXPERIMENTAL	30
3.1 COLETA DE AMOSTRA	30
3.2 TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 TÉCNICAS ANALÍTICAS.....	34
4.2 CARACATERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS	36
4.3 ANÁLISE COMPARATIVA	47
5 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	51
ANEXO.....	56
ANEXO A – MATERIAIS	56
Laca	56
Materiais durante a história	56
Materiais da arte chinesa.....	58
ANEXO B – LOCAIS REALIZADOS A COLETA DE AMOSTRAS.....	60
Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição de Cachoeira do Brumado – Mariana (MG) ...	60
Igreja Matriz de São Caetano - distrito de monsenhor Horta em Mariana (MG)	60
Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)	62
Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção – Mariana (MG).....	63
ANEXO C - TÉCNICAS DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS.....	64
Fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF).....	64
Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	66
APÊNDICE	69
APÊNDICE A – RESULTADOS E DISCUSSÃO	69

Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição de Cachoeira do Brumado, Mariana - MG.....	69
Igreja Matriz de São Caetano - Distrito de Monsenhor Horta, Mariana – MG	71
Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)	83
Órgão da Sé De Mariana - Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção, Mariana - MG.....	86
EDXRF	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcelana produzida no Período Ming (século XV), peça para consumo interno no império sínico	21
Figura 2. Gabinete que pertenceu ao Imperador da Dinastia Qing YongZheng (1723-1735). Gabinete em multi-vermelhos e pintura em verniz e ouro em pó. 190 x 120 x 64 cm.	21
Figura 3. Painéis acoroados com chinoiserie, produzidas em torno de 1765, presentes no Cadeiral do Bispado da Igreja Catedral de Nossa Senhora da Conceição (Sede)	21
Figura 4. Fotografia da Matriz Nossa Senhora da Conceição, distrito de Cachoeira do Brumado, Mariana - MG	23
Figura 5. Fotografia da Matriz de São Caetano, distrito de Monsenhor Horta, Mariana - MG	23
Figura 6. Fotografia do Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)	24
Figura 7. Fotografia da Catedral Basílica de Nossa Senhora da Assunção, Mariana - MG.....	26
Figura 8. Órgão Arp Schnitger na Catedral de Mariana (MG).....	26
Figura 9. Imagens da amostra 1 da Igreja Matriz de Nossa Senhora: a) Fotografia visível; b) Fotografia visível com ampliação; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área inferior da amostra; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área superior da amostra	36
Figura 10. Imagens da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)	37
Figura 11. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano	38
Figura 12. Imagens da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)	39

Figura 13. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano	39
Figura 14. Imagens da amostra 3 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Fotografia visível; b) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) da área 1 - parte superior da amostra c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) da área 2 - parte superior da amostra; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) da área 3 - parte inferior da amostra	41
Figura 15. Imagens da amostra 1 do Museu de Arte Sacra: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)	42
Figura 16. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da amostra 1 do Museu de Arte Sacra	42
Figura 17. Imagens da amostra 1 do órgão de Mariana: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)	43
Figura 18. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da 1 do Órgão de Mariana	44
Figura 19. Imagens da amostra 2 do órgão de Mariana: a) Fotografia visível; b) Fotografia visível do corte; c) Imagem MEV-EDS (BSE) – área 1	45
Figura 20. Imagem BSE e mapas elementares do corte da amostra 2 do Órgão de Mariana...	45
Figura 21. Distribuição das lacas provenientes das árvores <i>Rhus verniciflua</i> , <i>Rhus succedanea</i> e <i>Melanorrhoea usitata</i>	56
Figura 22. Área de coleta: a) Fotografia do Retábulo de Nossa Senhora do Rosário (lado do Evangelho); b) Fotografia indicando o ponto da coleta da amostra 1	60
Figura 23. Área de coleta: a) Fotografia do Sacrário do Retábulo lateral do Bom Jesus (lado da Epístola); b) Fotografia indicando o ponto de coleta da amostra 1	60
Figura 24. Área de coleta: a) Fotografia do Sacrário do Retábulo lateral do Bom Jesus (lado da Epístola); b) Fotografia indicando o ponto de coleta da amostra 2	61

Figura 25. Área de coleta: a) Fotografia do Sacrário do Retábulo lateral de Santo Antônio (lado do Evangelho); b) Fotografia indicando o ponto de coleta da amostra 3	61
Figura 26. Fotografia do Nicho do Claustro intitulado “Encontro de Nosso Senhor com sua mãe Santíssima”, na qual foram coletadas as amostras	62
Figura 27. Fotografia indicando os pontos de coleta das amostras	62
Figura 28. Fotografia das portas do órgão: a) Fotografia da face interna da porta frontal do lado direito órgão; b) Fotografia da porta lateral do lado direito do órgão	63
Figura 29. Área de coleta: a) Fotografia e localização da coleta da amostra 1; b) Fotografia e localização da coleta da amostra 2	63
Figura 30. Fotografias das portas nas quais foram realizadas as análises de Fluorescência de raios X e respectivos pontos coletados: a) Fotografia a coleta dos pontos da porta 1; b) Fotografia a coleta dos pontos da porta 2	63
Figura 31. Esquema do princípio de funcionamento da fluorescência de raios X	65
Figura 32. Volume de interação: a) localização dos sinais emitidos pela amostra; b) relação da voltagem para elementos leves e pesados	67
Figura 33. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 da Igreja Matriz de Nossa Senhora: a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem de SE em 10 kV	69
Figura 34. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem de SE em 10 kV; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 2	71
Figura 35. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano	74
Figura 36. Imagens obtidas pela MEV da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Imagem de BSE em 15kV; b) Imagem de SE em 5 kV; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 2	77

Figura 37. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano	79
Figura 38. Imagens obtidas pela MEV da amostra 3 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Imagem de BSE em 15 kV; b) Imagem de SE em 10 kV	81
Figura 39. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 do Museu de Arte Sacra: a) Imagem de BSE em 15 kV; b) Imagem de SE em 10 kV; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1	83
Figura 40. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 1 do Museu de Arte Sacra	84
Figura 41. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 do Órgão de Mariana: a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1	86
Figura 42. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 1 do Órgão de Mariana ..	88
Figura 43. Imagens obtidas pela MEV da amostra 2 do Órgão de Mariana: a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1	91
Figura 44. Imagem dos pontos coletados no corte da amostra 2 do Órgão de Mariana	93
Figura 45. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento potássio (K). A linha K_{12} representa a soma das transições características $K\alpha_1$ e $K\alpha_2$ do elemento	97
Figura 46. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento ouro (Au). A linha L_1 representa a transição característica do ouro	97
Figura 47. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento cobalto (Co). A linha K_{12} representa a soma das transições características $K\alpha_1$ e $K\alpha_2$ do elemento	98

Figura 48. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento Níquel (Ni). A linha K_{12} representa a soma das transições características $K\alpha_1$ e $K\alpha_2$ do elemento	98
Figura 49. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento chumbo (Pb). A linha L_1 representa a transição característica do chumbo	99
Figura 50. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento ferro (Fe). A linha K_{12} representa a soma das transições características $K\alpha_1$ e $K\alpha_2$ do elemento	99
Figura 51. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento mercúrio (Hg). A linha M_1 representa a transição característica do chumbo	100
Figura 52. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento cobre (Cu). A linha K_{12} representa a soma das transições características $K\alpha_1$ e $K\alpha_2$ do elemento	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 1 da Igreja de São Caetano	38
Tabela 2. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 2 da Igreja de São Caetano	40
Tabela 3. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 1 do Museu de Arte Sacra.....	42
Tabela 4. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 1 do órgão de Mariana	44
Tabela 5. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 2 do órgão de Mariana	46
Tabela 6. Comparação entre os materiais utilizados nas amostras estudadas	47
Tabela 7. Comparação entre materiais utilizados nas amostras estudadas e as utilizadas na China imperial.....	49
Tabela 8. Pigmentos e materiais: nome, composição química e datação histórica	56
Tabela 9. Materiais utilizados em pinturas chinesas em seda e papel	58
Tabela 10. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 (área inferior da amostra) da amostra 1 da Igreja de Nossa Senhora	69
Tabela 11. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 (área superior da amostra) da amostra 1 da Igreja de Nossa Senhora	70
Tabela 12. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 1 da Igreja de São Caetano	72
Tabela 13. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 da amostra 1 da Igreja de São Caetano	73

Tabela 14. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano	75
Tabela 15. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 2 da Igreja de São Caetano	77
Tabela 16. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 da amostra 2 da Igreja de São Caetano	78
Tabela 17. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano	80
Tabela 18. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 3 da Igreja de São Caetano	82
Tabela 19. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 da amostra 3 da Igreja de São Caetano	82
Tabela 20. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 3 da amostra 3 da Igreja de São Caetano	83
Tabela 21. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 1 do Museu de Arte Sacra	84
Tabela 22. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento da amostra 1 do Museu de Arte Sacra.....	85
Tabela 23. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 1 do Órgão de Mariana	86
Tabela 24. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento 1 da amostra 1 do Órgão de Mariana	89
Tabela 25. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 2 do Órgão de Mariana	91

Tabela 26. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do corte da amostra 2 do Órgão de Mariana 93

Tabela 27. Pontos analisados por fluorescência de raios X. As colunas se referem a cor no qual o ponto foi analisado 97

INTRODUÇÃO

O Brasil é, por excelência, um território moldado por múltiplas influências culturais. Ao refletirmos sobre a identidade brasileira, é inevitável reconhecer a presença marcante de elementos provenientes de diversas tradições, principalmente da cultura portuguesa e europeia, em razão do processo de colonização ao qual o país foi submetido. Como reflexo desse legado histórico, é notória a ampla disseminação de igrejas católicas em diversos estados brasileiros, cujas estruturas arquitetônicas e ornamentações revelam influências diretas dos estilos barroco e rococó, ambos originários da Europa (Gombrich, 1999, p. 276, 328).

Entretanto, nos estudos realizados em algumas dessas igrejas, foram observadas, de forma discreta, mas intrigante, ornamentações com aves exóticas e motivos florais de estilos não usuais. Tais formas não se encaixavam nas tradições artísticas ocidentais, mas sim em padrões estéticos com traços inspirados na cultura oriental, com profunda influência da arte chinesa e japonesa. Esse fenômeno, conhecido como *chinoiserie*, surge como uma ponte entre o Oriente e o Ocidente, a partir da presença portuguesa em Macau (1557) e em Nagasaki (1571) com a Europa e posteriormente com o Brasil colonial (Sousa, 2011, p.11).

Tendo em vista que o fluxo migratório de chineses para o Brasil só se tornou relevante no final do século XIX, especialmente após a Lei Áurea (1888), quando o país passou a buscar alternativas para a mão de obra agrícola (Costa, 2020), compreende-se que o contato entre China e Brasil se dava predominantemente de maneira indireta. Esse contato ocorria por meio das redes comerciais portuguesas, que conectavam Europa, África, Ásia e América e possibilitavam a chegada de produtos e elementos culturais asiáticos às colônias portuguesas (Silva Neta, 2022, P. 45-50). Assim, a presença da *chinoiserie* em igrejas brasileiras ocorre principalmente devido as influências oriundas das grandes navegações, iniciadas em meados do século XV, e ao intercâmbio cultural mediado por Portugal nas rotas ultramarinas (Silva Neta, 2022, P. 48-50).

Esse cenário histórico remete à fundação de Macau, em 1557, colônia portuguesa na costa sul da China, que se tornou um elo fundamental nas rotas de comércio entre o Oriente e o Ocidente (Trigo de Souza, 2009). A partir de Macau, missionários jesuítas, comerciantes e artistas tiveram contato direto com a rica produção artística oriental, como têxteis, porcelanas, laca e iconografias, cuja estética encantou o público europeu, especialmente nos séculos XVII

e XVIII, sendo incorporada nos ornamentos do barroco e do rococó europeus (Johns, 2016, p. 50).

A *chinoiserie*, portanto, nasceu na Europa como uma leitura idealizada da cultura oriental, traduzida em arabescos, dragões e elementos botânicos, que se espalharam com a colonização portuguesa. No Brasil colonial, especialmente nas regiões onde o barroco floresceu como Minas Gerais, Bahia e Pernambuco, é possível identificar a presença sutil desses elementos. Muitas vezes, na arquitetura e no mobiliário ou entre folhagens douradas, aves e simetrias pouco usuais, esses traços orientais se inserem de modo quase camuflado na arte sacra brasileira (Longobardi, 2011).

A presença de elementos de inspiração oriental na arte sacra brasileira não se limita ao efeito estético, mas reflete tanto a influência da produção artística oriental quanto adaptações locais, como apontam estudos sobre análise de materiais artísticos. A compreensão detalhada desses aspectos é essencial não apenas para a preservação das obras, mas também para a compreensão do patrimônio imaterial.

De acordo com a Constituição Federal, o patrimônio cultural brasileiro inclui bens materiais e imateriais que remetem à identidade, memória e saberes dos diferentes grupos formadores da sociedade (Brasil, 1988). Nesse contexto, os elementos de *chinoiserie* na arte sacra brasileira ilustram como as práticas artísticas, os materiais e as iconografias se entrelaçam, evidenciando múltiplas influências culturais (Costa, 2000). O estudo material desses elementos, especialmente por meio da análise de sua composição química, revela-se fundamental para a preservação dos bens materiais e imateriais contribuindo para a conservação da identidade cultural e o reconhecimento das múltiplas influências que formam o patrimônio brasileiro.

Apesar da relevância, os indícios da arte oriental no Brasil permanecem pouco estudados, especialmente no que se refere à composição dos materiais utilizados. Este trabalho propõe, portanto, uma investigação inicial, centrada na análise química de pinturas de elementos da *chinoiserie*, buscando identificar e compreender melhor a utilização de pigmentos, vernizes e técnicas, e avaliar, na medida do possível, a influência desses materiais na produção artística colonial. Dessa forma, a pesquisa contribui para a preservação do patrimônio cultural brasileiro, em suas dimensões material e imaterial, por meio de evidências concretas obtidas a partir dos próprios materiais artísticos.

1 OBJETIVO

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é investigar e comparar, por meio de técnicas analíticas, a composição química dos materiais utilizados em pinturas com elementos de *chinoiserie* presentes em igrejas e objetos religiosos de diferentes regiões do Brasil, com o intuito de identificar padrões e origem dos materiais.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Coletar as amostras;
2. Caracterizar e identificar os materiais através da microscopia eletrônica de varredura acoplada com espectroscopia por dispersão de energia;
3. Comparar a composição entre amostras provenientes de diferentes obras;
4. Avaliar a existência de similaridades entre os materiais utilizados;
5. Investigar possíveis indícios de origem dos materiais (europeus, brasileiros, asiáticos).

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 DEFINIÇÕES

2.1.1 *Chinoiserie*

A *chinoiserie*, termo francês derivado de *chinois* (chinês), é um estilo ornamental europeu que ganhou força a partir do século XVII, marcado pela apropriação estilizada de elementos das culturas do Extremo Oriente, especialmente da China. No contexto luso-brasileiro, ficou conhecida como “chinesices” e teve ampla difusão entre os séculos XVII e XIX, em sintonia com os estilos barroco e rococó. Mais do que reproduzir fielmente a arte oriental, a *chinoiserie* apresentava uma visão idealizada e exótica do Oriente, visível em porcelanas, móveis, pinturas e decorações com pagodes, dragões e flores estilizadas (Longobardi, 2011).

Figura 1. Porcelana produzida no Período Ming (século XV), peça para consumo interno no império sínico



Fonte: Longobardi, 2011.

Figura 2. Gabinete que pertenceu ao Imperador da Dinastia Qing YongZheng (1723-1735). Gabinete em multi-vermelhos e pintura em verniz e ouro em pó. 190 x 120 x 64 cm.



Fonte: Longobardi, 2011.

Figura 3. Painéis acoroados com *chinoiserie*, produzidas em torno de 1765, presentes no Cadeiral do Bispado da Igreja Catedral de Nossa Senhora da Conceição (Sede)



Fonte: Longobardi, 2011.

2.1.2 Laca

A palavra “Laca” muitas vezes é usada para descrever superfícies brilhantes e lustrosas de objetos, obtidas historicamente a partir de uma gama diversa de substâncias animais e vegetais. Segundo um dos autores da obra “Viagens: Lacas Namban e de outras Paragens”, Maria da Conceição Borges de Souza, a laca de origem animal é formada pela secreção de vários insetos que infestam árvores de diferentes localidades do continente asiático, o que dá origem ao nome, uma vez que o sânscrito *laksa* significa cem mil. Já a laca de origem vegetal é uma goma espessa sem cor definida cuja textura torna-se dura ao ter contato com o ar ambiente, e pode ser extraída de diferentes árvores (Sousa, 2011, p. 6, 7).

2.1.3 Patrimônio cultural

O patrimônio cultural abrange o conjunto de bens, expressões e valores que uma sociedade reconhece como representativos de sua identidade, história e memória coletiva. Ele inclui tanto os bens materiais quanto os imateriais, sendo esses transmitidos e preservados como forma de valorização da diversidade cultural e de promoção da continuidade entre passado, presente e futuro. Segundo a Constituição Federal brasileira, ele é constituído por “*bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira*” (Brasil, 1988).

2.1.3.1 Patrimônio Cultura Imaterial

O patrimônio cultural imaterial é composto por formas de expressão, conhecimentos, técnicas, manifestações culturais e práticas sociais que são reconhecidas como parte integrante da identidade cultural de um grupo ou comunidade, transmitidos de geração em geração, mantendo-se vivos no cotidiano da sociedade (Brasil, 2000).

2.1.3.2 Patrimônio Cultura Material

O patrimônio cultural material compreende bens de natureza tangível, imóveis ou móveis, que têm valor histórico, artístico, arqueológico, científico ou social, tais como cidades históricas, sítios arqueológicos ou paisagísticos, edificações e obras de arte (IPHAN, s.d).

2.2 INFORMAÇÕES HISTÓRICAS E ESTÉTICAS

2.2.1 Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição de Cachoeira do Brumado – Mariana (MG)

A Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição é uma das inúmeras igrejas históricas que compõem o patrimônio do Estado de Minas Gerais e está localizada no distrito de Cachoeira do Brumado, em Mariana – MG.

Figura 4. Fotografia da Matriz Nossa Senhora da Conceição, distrito de Cachoeira do Brumado, Mariana - MG



Fonte: fotografia enviada pelo conservador Rafael César (Comunicação pessoal, s.d.).

Trata-se de uma construção iniciada no primeiro quarto do século XVIII que foi modificada e ampliada até 1802 e recentemente passou por uma obra de restauro. Não foram encontradas referências em sites do IPHAN ou do IEPHA sobre a história e descrição estética dos elementos integrados da igreja, apenas breves descrições em reportagens sobre as obras de restauração.

2.2.2 Igreja Matriz de São Caetano - Distrito de Monsenhor Horta em Mariana (MG)

A Igreja Matriz de São Caetano, localizada no distrito de Monsenhor Horta (antigo arraial de São Caetano), em Mariana (MG), teve sua construção iniciada em 1730 pela Irmandade do Santíssimo Sacramento. Parcialmente concluídas em 1742, suas obras e decorações se estenderam pelos séculos XVIII e XIX (IPATRIMÔNIO, s.d.).

Figura 5. Fotografia da Matriz de São Caetano, distrito de Monsenhor Horta, Mariana - MG



Fonte: fotografia enviada pelo conservador Rafael César (Comunicação pessoal, s.d.).

O exterior da igreja é relativamente simples e robusto, seguindo o estilo arquitetônico das construções religiosas do início do século XVIII em Minas Gerais. A fachada apresenta duas torres baixas, frontão recortado com óculo central, porta artística com cimalha trabalhada e sacadas simétricas com balaustradas. As linhas gerais são pesadas e discretas, sem ornamentação exagerada, em contraste com a riqueza do interior. Os telhados são distintos nas alas laterais, na capela-mor e na parte posterior, conferindo certa complexidade à cobertura (IPATRIMÔNIO, s.d.; Sanctuaria, 2017).

O interior apresenta decoração rica, em talha dourada, com cinco retábulos e dois púlpitos no estilo joanino. O altar-mor possui dossel, arquivoltas e colunas torsas ornamentadas com elementos da fauna e flora. Os altares laterais seguem a mesma estética, com colunas torsas, conchas sobrepostas e trono em forma de cântaro. O arco-cruzeiro também é profusamente trabalhado, com talha semelhante à das paredes da capela-mor (Sanctuaria, 2017).

Entre 1983 e 1985, a igreja passou por ampla restauração, em convênio entre o IPHAN, a Prefeitura de Mariana e o IEPHA/MG. As obras incluíram reparos estruturais, restauração de telhados, forro, pisos, reboco e pintura, recuperando as cores originais do monumento (IPATRIMÔNIO, s.d.).

2.2.3 Museu de Arte Sacra da Universidade Federal Da Bahia (MAS/UFBA)

O Museu de Arte Sacra da UFBA (MAS) foi inaugurado em 10 de agosto de 1959, instalado no antigo Convento de Santa Teresa, um dos mais notáveis conjuntos arquitetônicos do século XVII no Brasil.

Figura 6. Fotografia do Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)



Fonte: Marconi, 2023.

O museu nasceu com o propósito de preservar um acervo raro de arte sacra cristã e, ao mesmo tempo, cumprir funções acadêmicas de ensino, pesquisa e extensão, estabelecido por convênio entre a universidade e a arquidiocese local, sob supervisão do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) (MAS/UFBA, s.d.).

O Museu abriga diversas obras da arte sacra, sendo um deles, os Nichos do Claustro, que apresentam características decorativas associadas à tradição barroca e à influência do estilo das “chinesices”, muito presentes na arte luso-brasileira do século XVIII.

Segundo a professora Dra. Marina Furtado Gonçalves, as portas dos nichos possuem almofadas pintadas, com elementos florais e animais que remetem à estética oriental. A aplicação da tinta foi feita diretamente sobre o suporte de madeira, sem a presença de camada de preparação. A transferência dos desenhos aparenta ter sido realizada por meio da técnica do “spolvero”, reconhecida pelos pequenos pontos visíveis que contornam as formas pintadas (Comunicação Pessoal, 2025).

Segundo a professora, o setor de conservação do MAS/UFBA informou-a de que as portas passaram por diversas intervenções ao longo do tempo. A mais recente, realizada há cerca de três anos, incluiu a aplicação de uma camada espessa de cera microcristalina misturada a paraloid, aplicada por aspersão. Esse tratamento deixou a superfície brilhante, mas também dificultou o acesso às camadas originais de pintura (Comunicação Pessoal, 2025).

Durante essa mesma intervenção, uma reintegração pictórica em áreas de perda da camada pictórica foi realizada com verniz pigmentado aplicado diretamente sobre o suporte, o que alterou parcialmente a leitura visual das obras (Comunicação Pessoal, 2025).

Um dos possíveis nomes cotados como autor dessas pinturas é o irmão jesuíta, Charles Belleville, que ingressou na Companhia de Jesus destacou-se como escultor, pintor e arquiteto foi enviado em missão à China, integrando um grupo de artistas jesuítas que trabalhariam na corte do imperador Kangxi, em Pequim. Lá, Belleville projetou a igreja de São Salvador (Beitang) e participou de obras de decoração e pintura (Martins; Migliaccio, 2019, p. 663–669).

Após quase dez anos na China, em seu retorno à Europa, ele adoeceu durante a viagem ficando em Salvador – BA para seu reestabelecimento, onde permaneceu até sua morte, em 1730. Nesse tempo em que viveu no Brasil, atuou como pintor e arquiteto jesuíta, sendo responsável pelo projeto do Noviciado da Jequitaia e influenciou a decoração da igreja do Seminário de Belém da Cachoeira, cujas pinturas revelam forte inspiração oriental adquirida

em sua experiência chinesa (Martins; Migliaccio, 2019, p. 663–669), o que reforça a ideia de ser um dos possíveis pintores dos nichos.

2.2.4 Órgão da Sé de Mariana - Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção – Mariana (MG)

O órgão da Sé de Mariana atualmente na Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção, localizada na cidade de Mariana – MG.

Figura 7. Fotografia da Catedral Basílica de Nossa Senhora da Assunção, Mariana - MG



Fonte: Arquidiocese de Mariana, s.d.

Em 1752, a catedral recebeu o órgão histórico como presente do rei D. João V. A autoria tem sido atribuída tradicionalmente ao organeiro alemão Arp Schnitger (1648-1719), porém estudos mais recentes sugerem que o modelo seja alemão e construído em Portugal por Johann Heinrich Hulenkampf na década de 1720, sendo enviado ao Brasil em 1752 e instalado em 1753 na varanda da nave da catedral. Esse órgão é considerado um dos raros exemplares da escola alemã fora da Europa e constitui peça central da atividade musical litúrgica da catedral (Menezes, 2014, p.85).

Figura 8. Órgão Arp Schnitger na Catedral de Mariana (MG)



Fonte: Arquidiocese de Mariana, 2022.

2.3 MATERIAIS

2.3.1 Laca oriental

Trazendo o foco para a laca de origem vegetal (uma vez que a laca de origem animal era mais utilizada em países como Índia, Birmânia, Tailândia e Indochina), entende-se a laca oriental como um material de revestimento obtido da seiva de árvores das famílias *Anacardiaceae* e *Toxicodendron*. Apenas três espécies são tradicionalmente utilizadas para a extração dessa seiva: *Rhus verniciflua* (encontrada na China, Japão e Coreia, cujo principal componente é o urushiol), *Rhus succedanea* (presente no Vietnã e Taiwan, tendo o lacol como componente majoritário) e *Melanorrhoea usitata* (originária de Mianmar, Camboja e Tailândia, com o thitsiol como principal constituinte) (vide ANEXO A). Ressalta-se que a composição química da seiva varia de acordo com a espécie e a idade da árvore (Lu; Yoshida; Miyakoshi, 2013).

Praticamente qualquer tipo de material podia ser lacado, embora o mais comum fosse a madeira leve utilizada na confecção dos objetos. Aplicava-se ao suporte uma pasta de laca para preencher os poros e irregularidades da superfície. Depois, eram adicionadas várias camadas de laca, às vezes dezenas, geralmente pigmentadas de preto e, mais raramente, de vermelho. Cada camada era deixada para secar em ambiente com umidade entre 80% e 90%, sendo posteriormente polida (Sousa, 2011, p. 11).

No passado, presumia-se que os objetos seriam feitos com o tipo de laca disponível localmente, porém, estudos recentes demonstraram que a laca circulava amplamente e que alguns objetos geralmente contêm mais de um tipo de seiva (Lu; Yoshida; Miyakoshi, 2013). O conhecimento e o fascínio pela laca chegaram à Europa a partir do século XVI, decorrentes dos contatos com o extremo oriente e sobretudo, após a fundação e fixação de colônias portuguesas em Macau (1557) na China e em Nagasaki (1571) no Japão (Sousa, 2011, p.11).

2.3.1.1 Laca portuguesa e camada preparatória

Em Portugal, o interesse pela laca surgiu mais tardiamente, já que o país, junto com a Espanha, mantinha contato direto com o Oriente e importava grande quantidade de peças autênticas. Ainda assim, há registros de tentativas locais de imitação desde o início do século XVII e durante o século XVIII, consolidou-se no país, a produção de seu próprio verniz, o *charão*, com características próprias que possuíam alta qualidade (Sousa, 2011, p. 20, 22).

As características notáveis das lacagens portuguesas distinguiram-se pelo uso de fundos vermelhos (com cinábrio) ou verdes, e mais raramente negros com tons azulados ou esverdeados. Após a aplicação da camada branca preparatória, era adicionada a cor de fundo, sobre a qual o desenho era traçado com mordente e, quase sempre, contornado em preto para realçar o volume (Sousa, 2011, p. 11).

Considerando as diferentes técnicas presentes na Europa, a principal diferença entre as peças inglesas e as portuguesas aparenta estar nas camadas preparatórias: nas primeiras, utilizava-se preferencialmente carbonato de cálcio (cré), enquanto nas segundas predominava o sulfato de cálcio (gesso). No entanto, a autora Maria da Conceição Borges de Sousa (2011, p. 19), explica que essa hipótese ainda requer confirmação e que além disso, as peças portuguesas frequentemente revelam uma decoração mais simples e, por vezes, apresentavam ausência de preparação prévia.

2.3.2 Materiais durante a história

Pigmentos e corantes podem ser utilizados na datação e na proveniência de obras. Na Tabela 8 (vide ANEXO A), foram reunidas informações sobre alguns pigmentos e corantes utilizados ao longo da história, cujas cores foram observadas neste trabalho. Dentre os pigmentos, podemos destacar o vermelhão, vermelho de chumbo, óxido de ferro, branco de chumbo e smalt.

O cinábrio ou vermelhão era utilizado na China desde a Antiguidade (II milênio a.C.), o pigmento era conhecido pelos gregos e romanos e foi mencionado por Plínio (23-79 d.C.), que o chamou de "minium" (Webexhibits, s.d.).

Já o vermelho de chumbo, foi um dos primeiros pigmentos preparados artificialmente. Era um dos favoritos dos iluminadores bizantinos e persas e comumente usados em manuscritos e pinturas europeias. Menos comum em pinturas murais e painéis de madeira, embora tenha sido amplamente utilizado nas pinturas murais da China e da Ásia Central. Atualmente não é mais usado para fins artísticos devido à sua toxicidade e à alteração de cor que sofre com o tempo (Webexhibits, s.d.).

Os óxidos de ferro estão entre os pigmentos mais antigos e estáveis utilizados na história da pintura. Suas tonalidades variam do amarelo ao vermelho e ao preto, dependendo do estado de oxidação do ferro ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$) e da estrutura cristalina do composto. São pigmentos naturais amplamente encontrados em solos e minerais, como hematita (Fe_2O_3), goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$) e

magnetita (Fe_3O_4), utilizados desde a pré-história em pinturas rupestres até hoje. Hoje esses pigmentos são geralmente sintéticos com aplicações na área artísticas e industriais (Cortell Nicolau, 2016).

O branco de chumbo é um pigmento utilizado desde a antiguidade (400 a.C.). Ele foi amplamente usado até o século XIX, quando começou a ser substituído por outros pigmentos como o branco de zinco. O pigmento continuou a ser utilizado como agente secante em produtos à base de óleo no século XX. Seu uso diminuiu progressivamente, sendo proibido em tintas residenciais pela Comissão de Segurança de Produtos de Consumo (CPSC) em 1978. (Morrison; Murphy, 2005, p. 58-59).

Smalt um pigmento azul hoje descrito pela fórmula química: SiO_2 (65%) + K_2O (15 %) + Al_2O_3 (5%) + CoO (10%), parece ter sido preparado na Europa desde a idade média com o mineral esmaltita ($[\text{Co},\text{Ni}]\text{As}_{3-2}$), e nos séculos XVII e XVIII também com os minerais eritrita ($[\text{Co},\text{Ni}]_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) e cobaltita ($(\text{Co}, \text{Fe})\text{AsS}$) (Roy, 1993, p. 113).

2.3.3 Materiais da arte chinesa

No estudo científico de pinturas chinesas em seda e papel, realizado por Blythe McCarthy e Jennifer Giacciai, em 2021, entre o período da dinastia Song e o início do século XX, materiais característicos de cada época foram identificados. Foram estudadas cerca de 200 pinturas das coleções do Freer Gallery of Art e do Arthur M. Sackler Gallery (Smithsonian Institution), tendo sido utilizadas principalmente técnicas não destrutivas, como espectroscopia de reflectância por fibra óptica – FORS, fluorescência de raios X – XRF, entre outros (McCarthy; Giacciai, 2021).

Os principais resultados apontados na pesquisa de McCarthy e Giacciai são uma referência importante para fins de comparação e estão apresentados na Tabela 9 (vide ANEXO A). Alguns materiais que podem ser destacados dessa pesquisa são vermelhão, óxido de ferro, branco de chumbo, gesso, smalt, malaquita, verde esmeralda e a laca.

Através da pesquisa, temos que o vermelhão, óxido de ferro, branco de chumbo, gesso, laca e malaquita, são materiais que foram identificados em peças datadas desde o período da dinastia Song (960 - 1279). Já o smalt e o verde esmeralda, só foi identificado durante a dinastia Qing (1644 - 1912).

3 PARTE EXPERIMENTAL

3.1 COLETA DE AMOSTRA

Para este trabalho, as amostras foram coletadas por restauradores e professores e enviadas ao Laboratório de Análises Científicas e Arte (LACA). Tirando as amostras provenientes do Museu de Arte Sacra, as demais não haviam sido obtidas com o intuito inicial de realizar esta pesquisa.

Dessa forma, ao observar a presença dessas amostras com pinturas no estilo *chinoiserie* e a falta de estudos publicados sobre o tema no Brasil, surgiu o interesse em realizar essa investigação, a fim de contribuir com a área. Assim, neste trabalho foram analisadas sete microamostras de pinturas com características do estilo *chinoiserie*, coletadas em quatro obras diferentes.

A maioria das amostras recebidas não se mostrou adequada para montagem de cortes estratigráficos. Os fragmentos das amostras foram colocados sobre uma fita de carbono para a realização das análises. Desta forma, não foi possível manter um padrão para todas as análises e em poucos casos, garantir que todas as camadas de pintura estavam presentes. Os locais das amostras são descritos a seguir

3.1.1 Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição de Cachoeira do Brumado – Mariana (MG)

A amostra coletada do Camarim do Retábulo de Nossa Senhora do Rosário (lado do Evangelho), pelo restaurador Rafael César (vide ANEXO B). A amostra coletada tem como suporte a parede e a região no retábulo em que se encontra, é observada a presença de pigmentos em preto, vermelho e dourado.

3.1.2 Igreja Matriz de São Caetano - distrito de Monsenhor Horta em Mariana (MG)

Três amostras foram coletadas da Igreja de São Caetano pelo restaurador Rafael César. As amostras 1 e 2 foram coletadas na parte interna do Sacrário do Retábulo lateral do Bom Jesus (lado da epístola). A amostra 3 foi retirada na parte interna do Sacrário do Retábulo lateral de Santo Antônio (lado do evangelho), (vide ANEXO B). Essas três amostras apresentam como suporte a parede e seus retábulos possuem a presença das cores vermelho, preto, amarelo e branco.

3.1.3 Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)

No Museu de Arte Sacra da UFBA, foram coletadas amostras do nicho do Claustro intitulado “Encontro de Nosso Senhor com sua mãe Santíssima”, coletadas pela prof. Dr^a. Marina Furtado Gonçalves. A partir das informações trazidas pela professora devido as pinturas das almofadas apresentarem características visuais e técnicas semelhantes, ela optou por retirar amostras de uma área com perda original não reintegrada, localizada no nicho identificado como “O3” (vide ANEXO B) (Comunicação Pessoal, 2025).

A obra na qual foi retirada as amostras têm como suporte a madeira e utilização da cor preta.

3.1.4 Órgão da Sé de Mariana - Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção – Mariana (MG)

Para essa pesquisa, foram utilizadas duas amostras do órgão, as quais tem como suporte a madeira, para análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e para a análise de fluorescência de raios X (EDXRF), realizadas análises *in loco*, em 28 pontos, sendo 14 para porta 1 e 14 para porta 2 (vide ANEXO B). As amostras foram coletadas e cortes estratigráficos montados. A retirada das amostras foi realizada pela professora Dra. Isolda Maria de Castro Mendes.

3.2 TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO

Para a caracterização dos materiais coletados foram realizadas análises físico-químicas por microscopia eletrônica de varredura acoplada à espectroscopia por dispersão de energia (MEV-EDS), espectroscopia vibracional e montagem de cortes estratigráficos. As análises *in situ* no órgão de Mariana foram realizadas com um equipamento de fluorescência de raios X portátil. Uma descrição sucinta das técnicas de caracterização utilizadas nesse trabalho, encontra-se no ANEXO C.

3.2.1 Fluorescência de Raios X por dispersão de energia (EDXRF)

As medidas de EDXRF foram adquiridas na Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção, em Mariana – MG, utilizando o equipamento portátil Tracer III (Bruker) com ânodo

de ródio. As condições empregadas no equipamento foram tensão de 40 keV, corrente de 10 μ A, com utilização de filtro de titânio sem vácuo, com tempo de aquisição de 30 s. Foram realizadas análises *in situ* em duas portas do órgão que continham ornamentação. Os espectros foram tratados com o *software* Artax Spectra versão 8.0.0.476.

3.2.2 Microscopia eletrônica de varredura acoplada com espectroscopia de raios X por dispersão em energia (MEV-EDS)

Para a análise de MEV-EDS, as amostras foram colocadas em uma fita de carbono, sem a necessidade de realizar nenhuma metodologia de preparo a mais.

Utilizando o Microscópio Eletrônico de Varredura TM4000Plus HITACHI acoplado com um controlador EDS, Oxford Instruments (LCPnano, Departamento de Física – UFMG), foram obtidas imagens de elétrons secundários (SE) e elétrons retroespalhados (BSE), bem como espectros de fluorescência de raios X e mapas elementares.

As condições de análise foram tensão de aceleração do feixe de elétrons de 10 kV e 15 kV e magnificação de 100 $\times$ para as imagens de BSE e tensão de 5 kV para as imagens de SE. Os espectros dos pontos analisados foram obtidos com a tensão de 15 kV e com o tempo de aquisição de 120 s. Para a obtenção dos mapas elementares, seguiu-se uma média de 15 minutos por área.

3.2.3 Outras técnicas

Neste trabalho, também foram testadas outras técnicas de análise, como a Espectroscopia Raman, a Micro ATR-FTIR e a Reflectância Especular IV, porém não foram obtidos resultados conclusivos ou que contribuíssem de forma significativa para a pesquisa.

Na Espectroscopia Raman, foram obtidos resultados apenas para a presença de vermelhão; contudo, como essa informação não acrescentaria de forma relevante ao trabalho, optou-se por não a discutir. Para os demais compostos, não foi possível obter resultados conclusivos devido à luminescência da amostra.

A técnica de Reflectância também não apresentou resultados conclusivos sobre os compostos presentes. Já a técnica de Micro ATR não pôde ser aplicada a todas as amostras, pois é destrutiva para as camadas e não permite distingui-las adequadamente. Assim, foi

possível analisar apenas a amostra 2 do órgão, mas os resultados não foram significativos, uma vez que a banda orgânica se mostrou muito pequena.

Por fim, não foi possível aplicar outras técnicas para identificar os compostos orgânicos presentes, especialmente para verificar a presença de laca, devido ao tempo limitado, à falta de material e à necessidade de estudos adicionais para a execução dessas técnicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TÉCNICAS ANALÍTICAS

Foram realizados dois tipos de análises por EDS em cada amostra. No primeiro, foram obtidos espectros de fluorescência de raios X pontuais, com o intuito de realizar uma investigação detalhada dos componentes presentes. No segundo, foram obtidos mapas elementares por fluorescência de raios X de áreas das amostras, visando obter uma imagem da distribuição dos elementos presentes nas áreas escolhidas. A partir dos dados obtidos e da realização das análises, realizou-se a atribuição e identificação dos materiais, comparando-os com a literatura.

Foram obtidos espectros de fluorescência de raios X *in situ* no órgão da Catedral da Sé em Mariana, para comparação com os resultados obtidos por EDS nos fragmentos coletados.

4.1.1 Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS)

Os dados obtidos em cada espectro de EDS foram organizados em tabelas para a identificação dos possíveis compostos presentes nas amostras. Uma atenção especial foi dada à análise dos elementos C e O, uma vez que foi utilizada uma fita de carbono para a fixação da amostra e o modo ambiente no equipamento durante as análises. Assim, os picos de C e O podem apresentar contagens muito elevadas em relação a outros elementos presentes.

4.1.1.1 Mapa elementares por fluorescência de Raios X

Para obtenção dos mapas elementares, uma área da amostra é selecionada onde a contagem dos fótons de cada elemento é feita gerando uma imagem elementar da área. Para cada mapa elementar, é obtida uma imagem, que apresenta a intensidade relativa do elemento na amostra, e a ele é atribuída uma cor. Quanto mais definida e concentrada for a coloração, maior é a presença do elemento na amostra; por outro lado, quando a coloração se apresenta difusa ou dispersa, a presença do elemento é minoritária ou ausente.

Considerando questões de tempo e relevância, para este estudo as análises de mapa foram realizadas apenas nos fragmentos que apresentavam camadas. A partir desses resultados, foi feita uma correlação com os dados obtidos nos espectros.

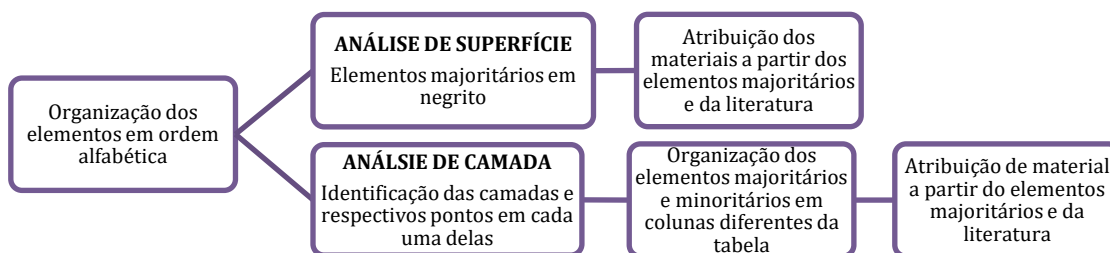
4.1.1.2 Espectros de Fluorescência de Raios X pontuais, EDS

Para a análise pontual de fluorescência, inicialmente foram escolhidas algumas áreas dentro de cada amostra. Nessas áreas, foram selecionados pontos buscando diferentes tonalidades utilizando a imagem de BSE e pontos que apresentavam aspectos de morfologia e contrastes diferentes. A quantidade de pontos selecionados variou de acordo com a necessidade de investigação de cada amostra. Após a obtenção dos espectros, foi realizado um agrupamento e organização dos dados em tabelas, com o intuito de facilitar a identificação dos materiais.

Para sugerir a presença de materiais orgânicos em algum espectro pontual, considera-se se a quantidade de C e O está elevada; porém, seria necessária a comprovação juntamente com outra técnica.

Dessa forma, para a análise de EDS pontual, foi realizada considerando o caminho apresentado no fluxograma presente na Figura 9.

Figura 9. Fluxograma do passo a passo para as análises de EDS pontual



Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Espectros de Fluorescência de Raios X – Equipamento portátil

A fim de obter um panorama geral da composição química dos materiais utilizados na policromia do órgão de Mariana, e compará-los com os resultados de EDS dos fragmentos analisados, foram obtidos 28 espectros de fluorescência de Raios X em duas portas do órgão. A partir desses valores, foi possível plotar os gráficos de cada elemento químico identificado nas portas, os quais apresentam, de forma qualitativa, a proporção desses elementos em cada ponto analisado, possibilitando a realização de uma análise abrangente dos possíveis materiais na policromia do órgão. Com o intuito de facilitar a visualização dos pontos analisados em cada porta, foi utilizado a coloração laranja para as barras do gráfico (vide APÊNDICE A), que se referem a porta 1 e para a porta 2, a cor verde. Os gráficos foram elaborados posteriormente a obtenção dos dados, utilizando-se o *Excel*.

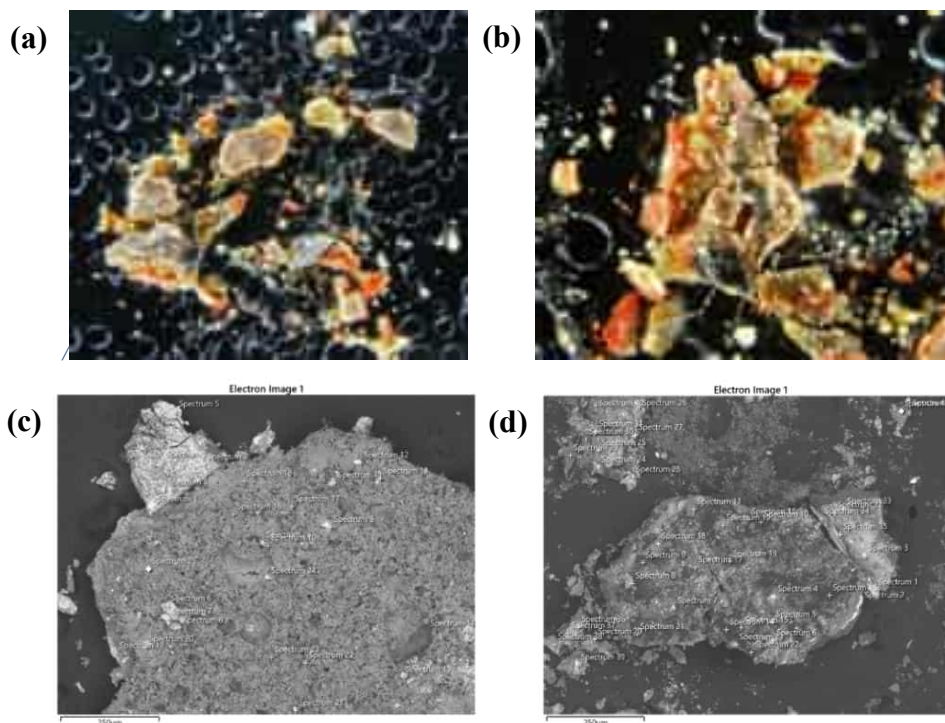
4.2 CARACATERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

4.2.1 Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição de Cachoeira do Brumado

4.2.1.1 Amostra 1 - Camarim do Retábulo de Nossa Senhora do Rosário (lado do Evangelho)

As análises de superfícies da amostra 1 foram realizadas em áreas diferentes, porém, apenas as duas mais representativas foram apresentadas neste estudo. A área 1 encontra-se no verso e a área 2 na frente da amostra (Figura 10). A partir dos espectros obtidos nos pontos nessas áreas, os materiais sugeridos foram organizados nas Tabelas 10 e 11 (vide APÊNDICE A). Na imagem na região do visível da amostra 1 observam-se regiões em vermelho, preto, amarelo e alguns pontos de tonalidade esverdeada servindo como guia para as atribuições de possível composto.

Figura 9. Imagens da amostra 1 da Igreja Matriz de Nossa Senhora: a) Fotografia visível; b) Fotografia visível com ampliação; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área inferior da amostra; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área superior da amostra



Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados obtidos, podemos inferir que na área 1 do verso da amostra, há a presença predominante de sulfato de cálcio (gesso) e de forma minoritária, carbonato de chumbo (branco de chumbo), alumino-silicato e quartzo, indicando uma possível camada de base de preparo.

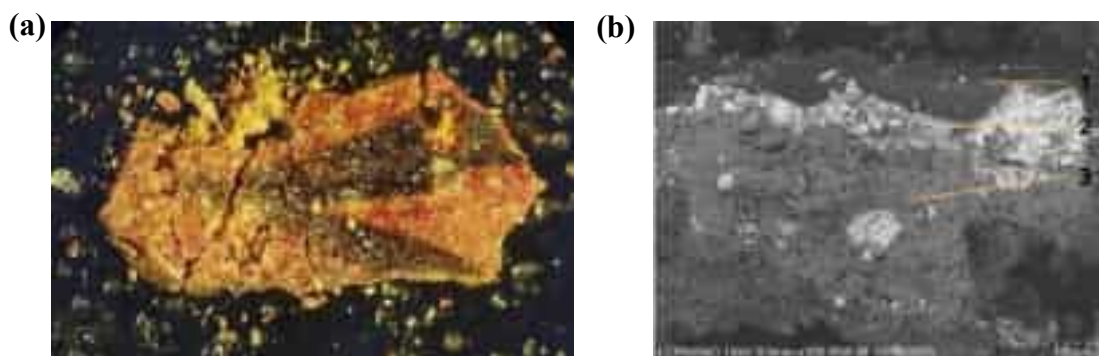
Correlacionando as cores observadas no visível, com as análises obtidas na área 2, podemos sugerir a presença do vermelhão e de óxidos de ferro, do negro de carbono. Nas áreas de coloração amarelada, deve-se à presença de óxidos de ferro e possivelmente à laca ou a um verniz. Por fim, em um ponto foi identificada a presença de cobre, que explicaria a tonalidade esverdeada de algumas pequenas áreas. Outros compostos sugeridos como branco de zinco e carbonato de cálcio podem ser atribuídos a resíduos de pinturas mais recentes que foram removidas com a restauração.

4.2.2 Igreja Matriz de São Caetano

4.2.2.1 Amostra 1 - Sacrário do Retábulo lateral do Bom Jesus (lado epístola)

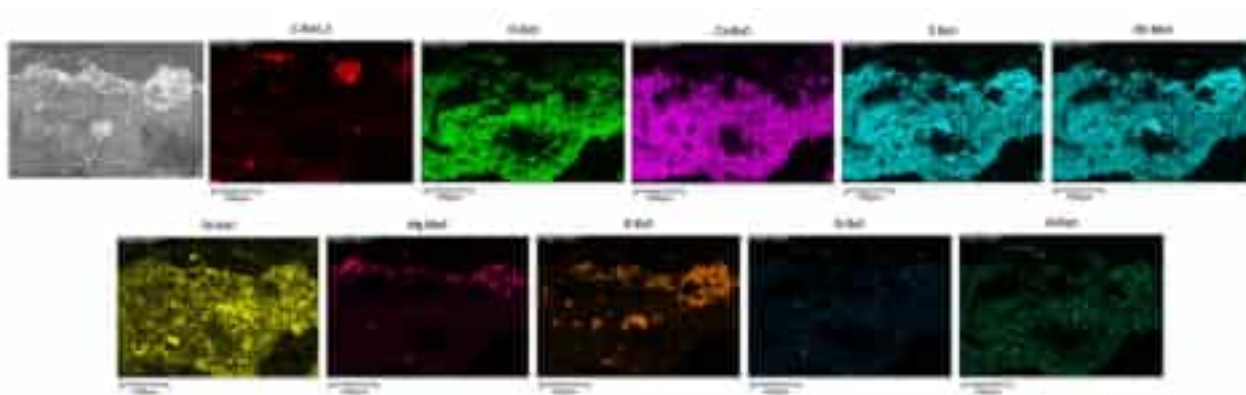
Para a investigação da amostra 1 da Igreja de São Caetano (Figura 11), foram realizadas análises através de mapas elementares e EDS pontuais em diferentes áreas da amostra. A partir da imagem transversal de uma das áreas estudadas foram identificadas três camadas (Figura 11). Na imagem visível da amostra 1 observam-se regiões em vermelho, preto e amarelo, que servem como guia para as atribuições de possíveis compostos. Os resultados das análises pontuais se encontram nas Tabelas 12, 13 e 14 (vide APÊNDICE A).

Figura 10. Imagens da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)



Fonte: Autoria própria.

Figura 11. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano



Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados obtidos na análise dos mapas elementares (Figura 12) e espectros de EDS pontuais, podemos inferir os seguintes resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 1 da Igreja de São Caetano

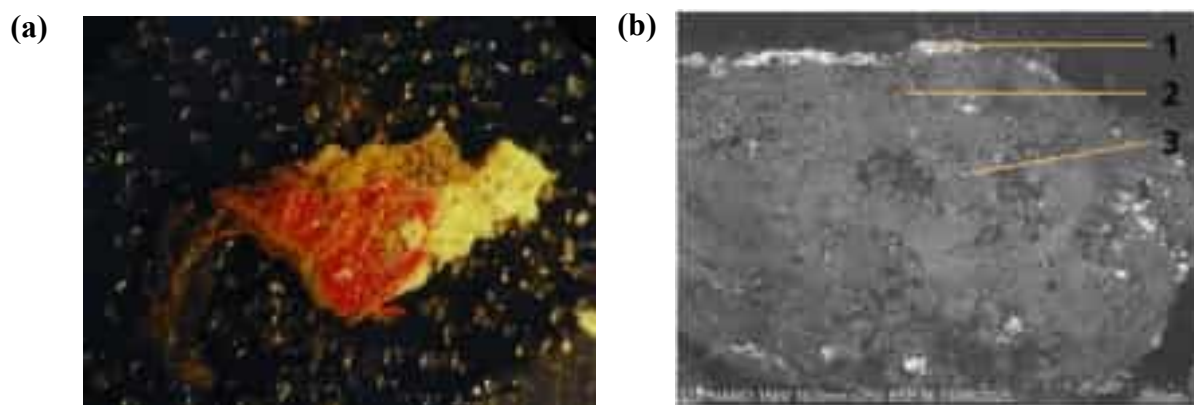
CAMADA	ELEMENTOS MAJORITÁRIOS	COMPOSIÇÃO	OBSERVAÇÃO
1	C, O, Fe, Hg, S	- Óxido de ferro; - Material orgânico; - Gesso; - Vermelho.	Camada superficial; Predomínio de material orgânico.
2	C, O, Fe, Hg, S, Pb, Ca	- Vermelho; - Gesso; - Óxido de ferro;	Camada intermediária.
3	C, O, Fe, Ca, S	- Gesso; - Óxido de ferro; - Alumino-silicato; - Material orgânico.	Camada de base de preparação colorida.

Fonte: Autoria própria.

4.2.2.2 Amostra 2 - Sacrário do Retábulo lateral do Bom Jesus (lado da epístola)

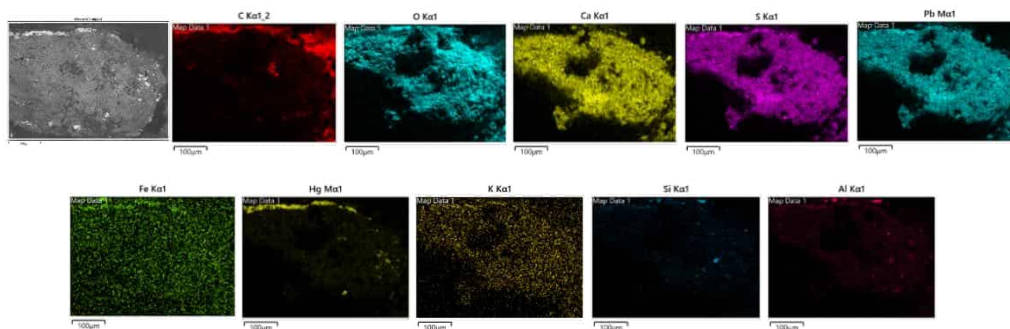
Para a investigação da amostra 2 da Igreja de São Caetano (Figura 13), foram realizadas análises através de mapas elementares e EDS pontuais em diferentes áreas da amostra. A partir da imagem transversal de uma das áreas estudadas foram identificadas três camadas (Figura 12). Na imagem visível da amostra 2 observam-se regiões em vermelho, branco e amarelo, que servem como guia para as atribuições de possíveis compostos. Os resultados das análises pontuais se encontram nas Tabelas 15, 16 e 17 (vide APÊNDICE A).

Figura 12. Imagens da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)



Fonte: Autoria própria.

Figura 13. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano



Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados obtidos na análise dos mapas elementares (Figura 14) e espectros de EDS pontuais, podemos inferir os seguintes resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 2 da Igreja de São Caetano

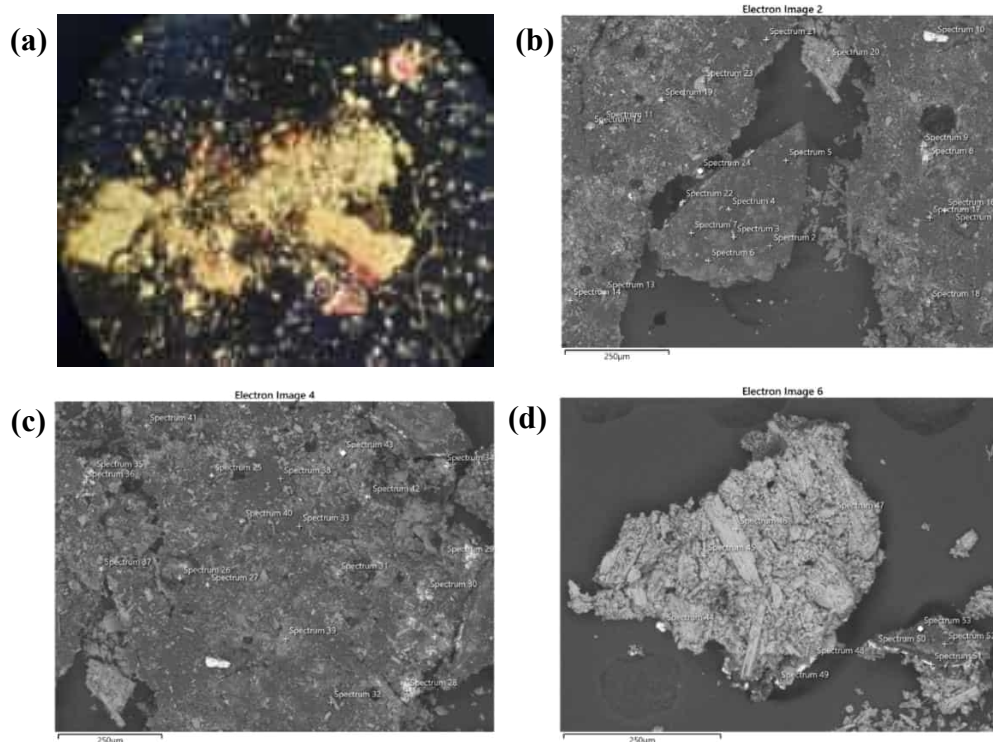
CAMADA	ELEMENTOS MAJORITÁRIOS	COMPOSIÇÃO	OBSERVAÇÃO
1	C, O, Hg, S	- Vermelho; - Material orgânico; - Ouro.	Camada superficial, contendo a maior parte dos pigmentos.
2	C, O, Ca, S	- Alumino-silicato; - Gesso; - Material orgânico.	Camada intermediária, com características de base de preparo.
3	C, O, Ca, S, Pb	- Alumino-silicato; - Branco de chumbo; - Gesso; - Material orgânico.	Camadas com características de base de preparo.

Fonte: Autoria própria.

4.2.2.3 Amostra 3 - Sacrário do Retábulo lateral de Santo Antônio, localizado (lado do evangelho)

As análises de superfície da amostra 3 foram realizadas em áreas diferentes, sendo considerado as três mais representativas para este estudo. As áreas 1 e 2 se referem a parte superior da amostra, e a área 3, inferior (Figura 15). A partir dos espectros obtidos nos pontos dessas áreas, os materiais sugeridos foram organizados nas Tabelas 18, 19 e 20 (vide APÊNDICE A). Na imagem da região do visível da amostra 3 da Igreja de São Caetano, observam-se regiões em vermelho, preto e branco, servindo como guia para as atribuições dos possíveis compostos.

Figura 14. Imagens da amostra 3 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Fotografia visível; b) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) da área 1 - parte superior da amostra c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) da área 2 - parte superior da amostra; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) da área 3 - parte inferior da amostra



Fonte: Autoria própria.

Com os dados obtidos e a partir da imagem visível, podemos inferir que o branco visualizado na amostra se refere, possivelmente, à utilização de gesso. Para o vermelho, pode-se atribuir a presença de vermelhão e óxido de ferro e, para o preto, a presença de negro de fumo. Considerando a análise da área 3, podemos supor que a base de preparo da amostra foi composta predominantemente por uma mistura de gesso e óxido de ferro.

4.2.3 Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)

4.2.3.1 Amostra 1

Para a investigação da amostra 1 do Museu de Arte Sacra (Figura 16), foram realizadas análises através de mapas elementares e EDS pontuais em diferentes áreas da amostra. A partir da imagem transversal de uma das áreas estudadas foram identificadas três camadas (Figura 16). Na imagem visível da amostra 1 observam-se regiões em preto e amarelo, que servem

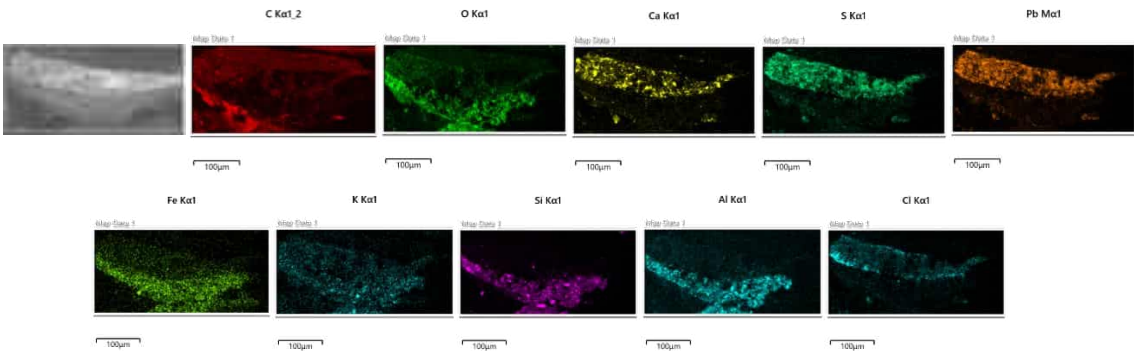
como guia para as atribuições de possíveis compostos. Os resultados das análises pontuais se encontram nas Tabelas 21 e 22 (vide APÊNDICE A).

Figura 15. Imagens da amostra 1 do Museu de Arte Sacra: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)



Fonte: Autoria própria.

Figura 16. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da amostra 1 do Museu de Arte Sacra



Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados obtidos na análise dos mapas elementares (Figura 17) e espectros de EDS pontuais, podemos inferir os seguintes resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 1 do Museu de Arte Sacra

CAMADA	ELEMENTOS MAJORITÁRIOS	COMPOSIÇÃO	OBSERVAÇÃO
1	C, O, Pb, Ca, Al	- Material orgânico; - Branco de chumbo; - Alumino-silicato; - Carbonato de cálcio.	Camada superficial, Predomínio de material orgânico.

2	C, O, Fe, Pb	- Alumino-silicato; - Branco de chumbo; - Óxido de ferro; - Material orgânico.	Camadas de transição, com características de base de preparo.
3	C, O, Si, Al, Fe	- Alumino-silicato; - Material orgânico; - Óxido de ferro.	Camada de base de preparo.

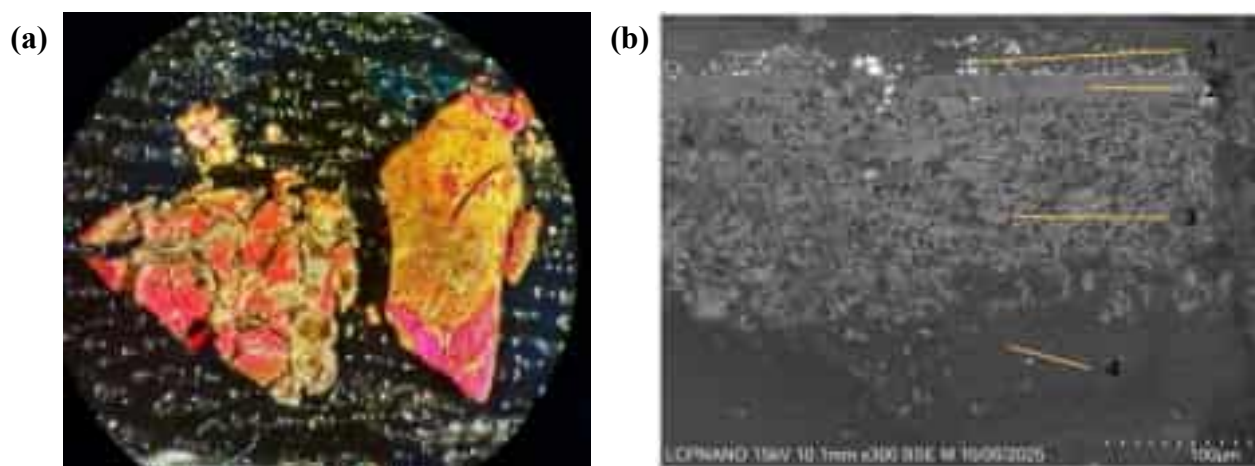
Fonte: Autoria própria.

4.2.4 Órgão da Sé de Mariana - Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção

4.2.4.1 Amostra 1

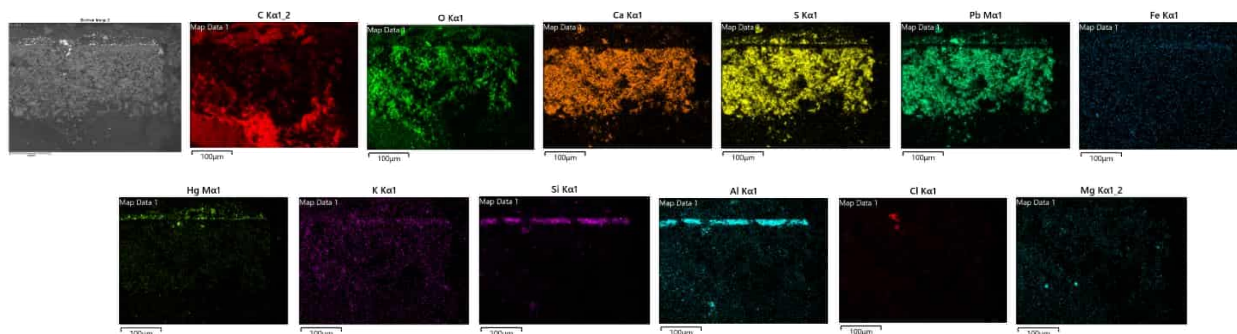
Para a investigação da amostra 1 do órgão de Mariana (Figura 18), foram realizadas análises através de mapas elementares e EDS pontuais em diferentes áreas da amostra. A partir da imagem transversal de uma das áreas estudadas foram identificadas três camadas (Figura 18). Na imagem visível da amostra 1 observam-se regiões em vermelho e dourado, que servem como guia para as atribuições de possíveis compostos. Os resultados das análises pontuais se encontram nas Tabelas 23 e 24 (vide APÊNDICE A).

Figura 17. Imagens da amostra 1 do órgão de Mariana: a) Fotografia visível; b) Imagem transversal MEV-EDS (BSE)



Fonte: Autoria própria.

Figura 18. Imagem BSE e mapas elementares do fragmento da 1 do Órgão de Mariana



Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados obtidos na análise dos mapas elementares (Figura 19) e espectros de EDS pontuais, podemos inferir os seguintes resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 1 do órgão de Mariana

CAMADA	ELEMENTOS MAJORITÁRIOS	COMPOSIÇÃO	OBSERVAÇÃO
1	C, O, Hg, Fe, S	- Vermelhão; - Óxido de ferro; - Material orgânico.	Camada superficial.
2	C, O, Ca, S, Hg, Fe	- Alumino-silicato; - Vermelhão; - Óxido de ferro; - Material orgânico.	Camada intermediária contendo a maior parte dos pigmentos.
3	C, O, Ca, S	- Gesso; - Óxido de ferro; - Material orgânico.	Camadas com características de base de preparo.
4	C, O, Ca, S, Fe	- Material orgânico; - Óxido de ferro.	Camada com características de base de preparo.

Fonte: Autoria própria.

4.2.4.2 Amostra 2

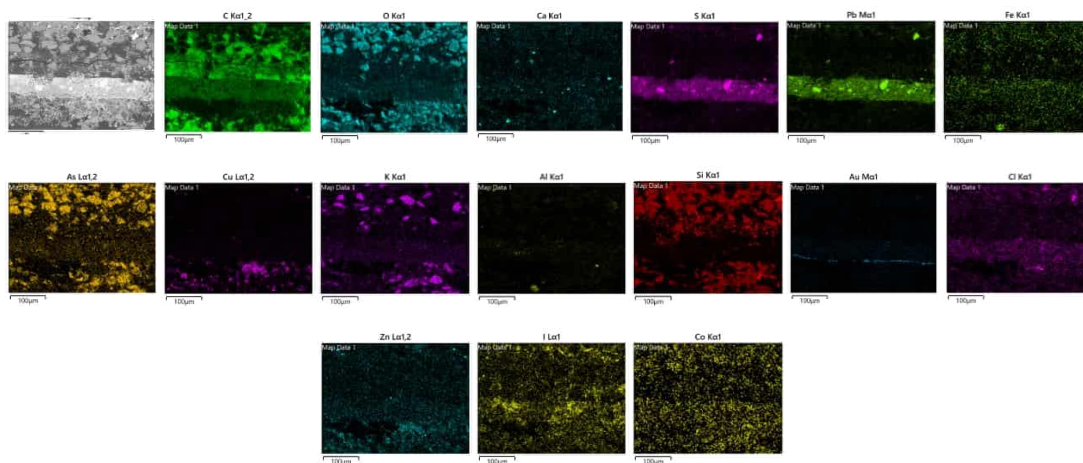
Para a investigação da amostra 2 do órgão de Mariana (Figura 20), foram realizadas análises através de mapas elementares e EDS pontuais em diferentes áreas da amostra. A partir da imagem transversal de uma das áreas estudadas foram identificadas três camadas (Figura 20). Na imagem visível da amostra 2 observam-se regiões amarelo, verde escuro, preto, dourado, branco e pontos em azul, que servem como guia para as atribuições de possíveis compostos. Os resultados das análises pontuais se encontram nas Tabelas 25 e 26 (vide APÊNDICE A).

Figura 19. Imagens da amostra 2 do órgão de Mariana: a) Fotografia visível; b) Fotografia visível do corte; c) Imagem MEV-EDS (BSE) – área 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 20. Imagem BSE e mapas elementares do corte da amostra 2 do Órgão de Mariana



Fonte: Autoria própria.

A partir dos dados obtidos na análise dos mapas elementares (Figura 21), que estão invertidas se comparado com as outras análises realizadas durante o trabalho (base de preparo

é a primeira camada da imagem e a camada mais externa, ou seja, a superfície, se refere a última camada pictórica) e espectros de EDS pontuais, podemos inferir os seguintes resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado das análises de mapa elementar e espectros de EDS pontuais da amostra 2 do órgão de Mariana

CAMADA	ELEMENTOS MAJORITÁRIOS	COR DA CAMADA	COMPOSIÇÃO
1	C, O	Amarelo amarronzado	- Material orgânico
2	C, O, Si, Cu	Verde azulado	- Material orgânico; - Quartzo; - Smalt; - Material com cobre.
3	C, O, Pb, Au	Dourada	- Folha de ouro (liga ouro + cobre).
4	C, O, Pb, Si	Vermelho	- Material orgânico. - Material com chumbo; - Quartzo.
5	C, O, Pb, Si	Preta/Marrom	- Material orgânico. - Material com chumbo; - Quartzo.
6	C, O, Pb, Si	Branco acinzentado com pedações em azul	- Branco de chumbo; - Smalt; - Quartzo; - Material orgânico;
7	C, O, Ca, S	Branco	- Material orgânico; - Gesso; - Alumino-silicato.
8	-	Alaranjada	Devido à falta de pontos para essa camada, podemos supor que seja composta de material orgânico, devido a fotografia no visível.

Fonte: Autoria própria.

A partir dos resultados obtidos pela análise de corte, foi notada a presença de diferentes pigmentos distribuídos em distintas camadas, o que pode sugerir a ocorrência de diversos

restauros. Essa hipótese se torna plausível diante das informações apresentadas por Ivo Menezes, no livro *Matriz e Catedral de Mariana: o órgão Arp Schnitger* (2014, p. 86), indicando que o órgão teria sido adornado posteriormente à sua construção e que aparentava ter passado por uma repintura, já que a camada imediatamente abaixo da decoração mais recente (chinoiserie) encontrava-se em péssimo estado de conservação.

Dessa forma, também é perceptível a presença de material com o iodo, que traz a hipótese da utilização de algum pesticida ou material para restauro.

4.2.4.3 EDXRF

A técnica de EDXRF fornece uma visão macro dos materiais presentes na superfície das amostras. A partir dos espectros obtidos nas portas do órgão (vide APÊNDICE A) e do agrupamento dos pontos analisados, observa-se que as áreas de cor verde escuro apresentam maior presença de K, Co, Cu, Pb, Ni e Fe. Correlacionando esses resultados com a análise de EDS, esses pontos indicam a possível presença de smalt e algum pigmento composto por cobre, responsáveis pelo tom verde azulado.

Nas áreas vermelhas, a identificação de Hg indica o uso de vermelhão. Nas regiões douradas, observa-se ouro, provavelmente em liga com cobre. Além disso, os pontos dourados aplicados sobre áreas verdes apresentam, com menor intensidade, os mesmos elementos característicos dessas áreas, e o mesmo ocorre nos pontos dourados aplicados sobre áreas vermelhas.

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA

4.3.1 Materiais em amostras brasileiras

A partir dessa compilação de dados e de toda análise realizada, obtemos a tabela abaixo:

Tabela 6. Comparação entre os materiais utilizados nas amostras estudadas

COLORAÇÃO	MATERIAL	AMOSTRA/LOCALIDADE
Amarelo	- Óxido de ferro	A1 (IMNS)
Vermelho	- Vermelhão; - Óxido de ferro.	A1 (IMNS); A1, A2 e A3 (IMSC); A1 e A2 (OM).
Preto	- Negro de carbono	A1 (IMNS); A1 (IMSC);

Base de preparo	- Gesso	A1 (IMNS); A1, A2 e A3 (IMSC); A1 e A2 (OM);
	- Branco de chumbo	A1 (IMNS); A1(MAS);
	- Óxido de ferro	A1 e A3 (IMSC); A1 (MAS); A1 (OM)
	- Alumino-silicato	A1 (IMNS); A1 e A2 (IMSC); A1 (MAS); A1 e A2 (OM);
	- Quartzo	A2 (OM);

Fonte: Autoria própria.

A tabela evidencia a semelhança entre os materiais identificados e as técnicas de preparação de base utilizadas no período. Para as áreas vermelhas, observa-se o uso predominante do vermelhão, acompanhado, em alguns casos, de óxidos de ferro, combinação amplamente documentada.

Quanto às demais pigmentações, o preto é majoritariamente obtido pelo negro de carbono, e o ouro aparece como elemento decorativo especialmente em forma de liga de ouro-cobre.

No preparo da base pictórica, a maior parte das amostras apresenta gesso, material característico da tradição portuguesa. O óxido de ferro, quando presente na base, foi identificado especificamente nas amostras A1 e A3(IMNS), A1 (MAS) e A1 (OM), o que indica a utilização de uma preparação com coloração, forma de preparo não usualmente empregada. Além disso, a amostra 2 do órgão de Mariana se destaca por apresentar uma composição majoritariamente formada por quartzo, sugerindo um método de preparação distinto das demais.

4.3.2 Comparação entre materiais de pinturas chinesas e brasileiras

Com o auxílio do estudo realizado por Blythe McCarthy e Jennifer Giaccai e da Tabela 9 (vide ANEXO A), foi possível identificar alguns materiais semelhantes aos utilizados durante o período da China imperial e aqueles encontrados nas amostras brasileiras:

Tabela 7. Comparação entre materiais utilizados nas amostras estudadas e as utilizadas na China imperial

COLORAÇÃO	BRASIL	CHINA
Amarelo	Óxido de ferro	Óxido de ferro
Azul	Smalt	Smalt, azul da prússia, índigo e azurita
Branco	Branco de chumbo	Branco de chumbo
Vermelho	Vermelhão e óxido de ferro	Vermelhão, vermelho de chumbo, óxido de ferro e laca

Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, observa-se uma correspondência entre os materiais empregados. No entanto, devido à limitação de tempo, não foi possível identificar as possíveis lacas presentes nas amostras. Essa caracterização seria essencial para determinar com maior precisão a origem dos materiais, já que a análise da laca permitiria identificar seus componentes, a espécie arbórea utilizada (no caso das lacas vegetais) e sua região de procedência.

Ainda assim, os resultados obtidos indicam uma aparente similaridade entre os materiais empregados no período, o que sugere um forte intercâmbio técnico e material entre os países envolvidos nas trocas artísticas da época.

5 CONCLUSÃO

Considerando os objetivos deste estudo, a técnica de MEV-EDS permitiu identificar alguns dos materiais utilizados nas obras e as análises das amostras brasileiras revelaram grande similaridade entre si. Nos pigmentos, destacaram-se vermelhão e óxidos de ferro nas zonas vermelhas, negro de carbono nas áreas em preto e branco de chumbo nas regiões brancas. Quanto às bases de preparação, suas composições foram compatíveis com as práticas históricas europeias, sendo que em alguns casos elas se apresentaram coloridas com óxidos de ferro, o que não é normalmente encontrado nas bases de preparação de retábulos do barroco mineiro.

Na comparação entre as obras brasileiras e as chinesas, observaram-se similaridades quanto ao uso do vermelhão, do óxido de ferro, do branco de chumbo e de misturas de pigmentos à base de preparação e camada essencialmente orgânica (verniz ou lacas) sugerindo possíveis influências técnicas e materiais orientais. Contudo, não foi possível realizar a caracterização das lacas que possivelmente estão presentes nas amostras e que poderiam trazer mais informações acerca da origem.

Nas análises por espectroscopia Raman, apenas o vermelhão (HgS) pôde ser identificado de forma conclusiva, pois a intensa luminescência das demais amostras impediu a obtenção de espectros interpretáveis; por isso, a técnica não foi incluída na abordagem final deste trabalho. A espectroscopia no infravermelho em modo ATR também se mostrou limitada, por destruir a estrutura de camadas e fornecer resultados inconclusivos para a parte orgânica, mesmo no corte estratigráfico da amostra 2 do órgão de Mariana. Assim, reconhece-se que técnicas mais específicas, como a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), seriam necessárias para uma identificação mais precisa dos compostos orgânicos.

Dessa forma, este trabalho apresentou uma investigação preliminar sobre a composição química e os materiais empregados em pinturas no estilo *chinoiserie*, indicando de forma plausível influências das técnicas chinesas na arte religiosa brasileira. A pesquisa oferece dados materiais inéditos sobre a presença e adaptação de técnicas orientais no contexto colonial e contribui para os estudos de conservação e história da arte. Além disso, abre espaço para pesquisas futuras sobre a circulação de materiais, pigmentos e saberes entre Europa, China e Brasil, ampliando a compreensão sobre o intercâmbio cultural e material nas práticas artísticas religiosas do período.

REFERÊNCIAS

ARQUIDIOCESE DE MARIANA. Paróquia Nossa Senhora da Assunção [fotografia]. Disponível em: <https://arqmariana.com.br/paroquia/paroquia-nossa-senhora-da-assuncao/>

ARQUIDIOCESE DE MARIANA. Imprevistos surgem na remontagem do órgão Arp Schnitger da Catedral de Mariana. 4 out. 2022. Disponível em: <https://arqmariana.com.br/noticia/imprevistos-surgem-na-remontagem-do-orgao-arp-schnitger-da-catedral-de-mariana/>

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Art. 216.

BRASIL. Decreto nº 3.551, de 4 de agosto de 2000. Dispõe sobre a proteção do patrimônio cultural brasileiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 ago. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3551.htm. Acesso em: 2 nov. 2025.

BRUKER. How does XRF work? Disponível em: <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/elemental-analyzers/xrf-spectrometers/how-does-xrf-work.html>. Acesso em: 7 nov. 2025.

CAPIRE-Lab. Resinato de cobre. Disponível em: <https://www.ucm.es/capire/pverdes-resinatocobre>. Acesso em: 5 nov. 2025.

CORTELL NICOLAU, Alfredo. Ochre, Hematite and Iron Oxid: The Terminological Issue. *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, v. 9, 2016. DOI: 10.5944/etfi.9.2016.16056.

COSTA, Edivan de Azevedo Silva da. A presença asiática no Brasil entre os séculos XIX e XX: ‘A questão chinesa’ e a construção da identidade nacional brasileira. *Enfoques: Revista dos Alunos do Programa de Pós-graduação em História Social da UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 17,

n. 1, p. 156–175, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/enfoques/article/view/16536>. Acesso em: 2 nov. 2025.

DARE. 2009. Cap. 2. Disponível em: <https://docslib.org/doc/3006279/macau-in-the-colonial-period-1557-1949>. Acesso em: 2 nov. 2025.

DEDAVID, Berenice Anina; GOMES, Carmem Isse; MACHADO, Giovanna. Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. p. 9–23.

EASTAUGH, Nicholas; WALSH, Valentine; CHAPLIN, Tracey; SIDDALL, Ruth. Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments. 1. ed. London: Routledge / Oxford: Butterworth-Heinemann, 2004. ISBN 978-0-7506-5749-9. DOI: 10.4324/9780080473765.

FELLER, Robert L. (ed.). Artists' pigments: a handbook of their history and characteristics. Volume 1. Washington, D.C.: National Gallery of Art, 1986.

FRADE, José Carlos; CANDEIAS, António José. Estudo material de objectos lacados. In: MUSEU NACIONAL DE ARTE ANTIGA (Portugal). Viagens: lacas Namban e de outras paragens [Catálogo de exposição]. Lisboa: Museu Nacional de Arte Antiga, 2011. p. 24–29.

FRONER, Yacy Ara; ROSADO, Alessandra. Análise científica de obras de arte. In: 23.º Encontro da Associação Nacional de Pesquisa em Artes Plásticas – ANPAP, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <https://anpap.org.br/anais/2014/Comit%C3%AAs/4%20CPCR/Alessandra%20Rosado.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2025.

GOMBRICH, Ernst Hans. A história da arte. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. p. 276, 328.

IPATRIMÔNIO. Igreja Matriz de São Caetano – Distrito de Monsenhor Horta, Mariana, Minas Gerais. Disponível em: <https://www.ipatrimonio.org/mariana-igreja-matriz-de-sao-caetano/>. Acesso em: 22 out. 2025.

IPATRIMÔNIO. Mariana – Igreja da Sé. Disponível em: <https://www.ipatrimonio.org/mariana-igreja-da-se/>. Acesso em: 4 nov. 2025.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Patrimônio Material. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/276>. Acesso em: 2 nov. 2025.

JASCO. Princípios de espectroscopia Raman (1). Disponível em: <https://jasco.com.br/principios-de-espectroscopia-raman-1/>. Acesso em: 8 nov. 2025.

JENKINS, Ron. Espectrometria de fluorescência de raios X. Nova York: John Wiley & Sons, 1988. ISBN 0-471-83675-3.

JOHNS, Christopher M. S. China and the Church: Chinoiserie in Global Context. Los Angeles: University of California Press, 2016.

KRAMAR, U. X-Ray Fluorescence Spectrometers. In: Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry. Oxford: Elsevier, 1999.

KUMANOTANI, Tetsuo. Urushi (oriental lacquer) — a natural aesthetic durable and future-promising coating. Progress in Organic Coatings, v. 26, n. 3, p. 163-180, 1995. DOI: 10.1016/0300-9440(95)00559-5.

LONGOBARDI, Andrea Piazzaroli. Fragmentos de visualidades chinesas nos Setecentos mineiros (1720–1770). 2011. Dissertação (Mestrado em História) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LU, Rong; YOSHIDA, Takashi; MIYAKOSHI, Tetsuo. Oriental lacquer: A natural polymer. Polymer Reviews, v. 53, n. 2, p. 153-174, 2013. DOI: 10.1080/15583724.2013.776585.

MARCONI, Fábio. Museu de Arte Sacra da UFBA comemora 64 anos com programação especial [fotografia]. In: A TARDE. Museu de Arte Sacra da UFBA comemora 64 anos com

programação especial. Salvador: A Tarde, 3 ago. 2023. Disponível em: <https://atarde.com.br/cultura/culturatelevisao/museu-de-arte-sacra-da-ufba-comemora-64-anos-com-programacao-especial-1237589>

MARTINS, Renata Maria de Almeida; MIGLIACCIO, Luciano. Charles Belleville, Wei-Kia-Lou: um artista jesuíta entre a França, a China e o Brasil. In: Anais das XVII Jornadas Jesuíticas – Os Jesuítas Artífices da Globalização: Circulação de Objetos, Artistas e Técnicas nas Missões Jesuíticas entre Quatro Continentes. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2019. p. 660–689.

MCCARTHY, Blythe; GIACCAI, Jennifer (ed.). Scientific Studies of Pigments in Chinese Paintings. London: Archetype Publications; Smithsonian Institution, Freer Gallery of Art and Arthur M. Sackler Gallery, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5479/10088/111861>.

MENEZES, Ivo Porto de. Matriz e Catedral de Mariana: o Órgão Arp Schnitger. Mariana, MG: Edição do Autor, 2014. 119 p. ISBN 987-859184-2-1.

MOLERA, J. et al. Experimental study of historical processing of cobalt arsenide ore for colouring glazes (15-16th century Europe). *Journal of Archaeological Science: Reports*, v. 36, p. 102797, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X21000092>. Acesso em: 2 nov. 2025.

MORRISON, Robert D.; MURPHY, Brian L. Lead. In: MORRISON, Robert D.; MURPHY, Brian L. (eds.). *Environmental Forensics: Contaminant Specific Guide*. Amsterdam: Academic Press, 2005. cap. 4, p. 56–78.

MUSEU DE ARTE SACRA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (MAS/UFBA). História da instituição. Disponível em: <https://mas.ufba.br/historia-da-instituicao>. Acesso em: 4 nov. 2025.

ROY, A. (ed.). *Artists' pigments: a handbook of their history and characteristics*. Vol. 2. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 113–130.

SANCTUARIA. Matriz de São Caetano – distrito de Monsenhor Horta, Mariana, Minas Gerais. Disponível em: <https://sanctuarial.art/2017/03/11/matriz-de-sao-caetano-distrito-de-monsenhor-horta-mariana-minas-gerais/>. Acesso em: 22 out. 2025.

SILVA NETA, Maria do Carmo Oliveira da. Chinoiserie e arte sacra: influências asiáticas nas igrejas brasileiras. 2022. Dissertação (Mestrado em História da Arte) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/44396/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Maria%20do%20Carmo%20Oliveira%20da%20Silva%20Neta.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2025.

SMITH, E.; DENT, G. Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

SOUSA, Maria da Conceição Borges de. Apresentação. In: MUSEU NACIONAL DE ARTE ANTIGA (Portugal). Viagens: lacas Namban e de outras paragens [catálogo de exposição]. Lisboa: Museu Nacional de Arte Antiga, 2011. p. 4-9.

SOUSA, Maria da Conceição Borges de. As lacas europeias. In: MUSEU NACIONAL DE ARTE ANTIGA (Portugal). Viagens: lacas Namban e de outras paragens [catálogo de exposição]. Lisboa: Museu Nacional de Arte Antiga, 2011. p. 10-23.

TRIGO DE SOUSA, M. I. R. B. Macau in the Colonial Period (1557–1949). Regional integration and differentiation in a globalizing China: the blending of government and business in post-colonial Macau. [S.l.]: University of Amsterdam Digital Academic Repository – UvA.

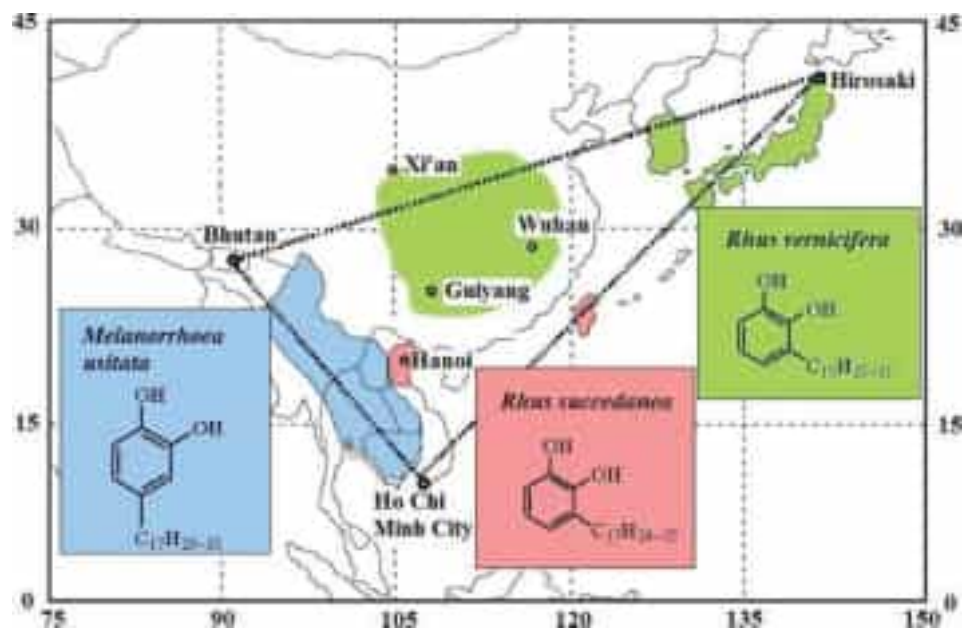
WEBEXHIBITS. Pigments through the Ages. Disponível em: <https://www.webexhibits.org/pigments/>. Acesso em: 11 out. 2025.

ANEXO

ANEXO A – MATERIAIS

Laca

Figura 21. Distribuição das lacas provenientes das árvores *Rhus verniciflua*, *Rhus succedanea* e *Melanorrhoea usitata*



Fonte: (Lu; Yoshida; Miyakoshi, 2013).

Materiais durante a história

Tabela 8. Pigmentos e materiais: nome, composição química e datação histórica

COLORAÇÃO	PIGMENTO/ MATERIAL	COMPOSIÇÃO	DATAÇÃO
AMARELO	Amarelo de Cromo	PbCrO ₄	1816
	Amarelo Indiano	C ₁₉ H ₁₆ O ₁₁ Mg·5H ₂ O	Século XV
	Ouropigmento	As ₂ S	Antiguidade - Egípcios
	Amarelo ocre	FeO(OH)	Pré-histórico
	Amarelo realgar	As ₄ S ₄	Antiguidade - Egípcios
AZUL	Índigo	C ₁₆ H ₂₀ N ₂ O ₂	Antiguidade - Egípcios
	Azul de cobalto	CoO·Al ₂ O ₃	1807
	Azul de cobalto-arsênio	(Co ₃ (AsO ₄) ₂ ·8H ₂ O)	Século XVI
	Azurita	2CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	Antiguidade - egípcios
	Smalt	SiO ₂ (65%) + K ₂ O (15 %) + Al ₂ O ₃ (5%) + CoO (10%)	Século XV ao XIX

	Azul da prússia	$\text{Fe}[\text{Fe}^{3+}\text{Fe}^{2+}(\text{CN})_6]_3$	1724
	Azul ultramarino	$\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$	Século XII
BRANCO	Branco de chumbo	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$	400 a.C. (antiguidade grega)
	Branco “di San Giovanni”	$\text{CaCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	Século XIII
	Branco de titânio	TiO_2	1921
	Branco de zinco	ZnO	1834
	Barita	BaSO_4	1782-1783
	Magnesita	MgCO_3	Antiguidade
	Calcita	CaCO_3	Pré-história
	Alumino-silicato	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Século VII–X
VERDE	Verde de Cobalto	$\text{CoO} \cdot \text{ZnO}$	1780
	Verde esmeralda	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$	1814
	Verde de Scheele	CuHAsO_3	1775
	Terra verde	$\text{K}[(\text{Al}, \text{Fe}^{\text{III}}), (\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mg})](\text{AlSi}_3, \text{Si}_4)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Antiguidade - Grécia
	Malaquita	$2 \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	Antiguidade - Egípcios
	Verdegris	$\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot (\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Antiguidade - Grécia
VERMELHO	Vermelho de chumbo, Míneo ou zarcão	Pb_3O_4	Antiguidade – Grécia
	Ocre Vermelho	Fe_2O_3	Pré-história (descoberto) Séc. XVIII (Criação do Artificial)
	Cinábrio, Vermelhão	HgS	Antiguidade – Grécia Século VIII (Artificial)
	Laca de garança (alizarina)	1,2-di-hidroxi-antraquinona (Alizarina)	Natural: c. 1500 a.C.
	Laca	Animal Kerria lacca – goma laca	Antiguidade
PRETO	Preto de carbono, negro de carbono ou negro de fumo	C	1864 (processo criado) 1884 (Espalhou)
	Preto de osso	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{CaCO}_3 + \text{C}$	Pré-história
	Preto de Marte	Fe_3O_4	Século XIII
OUTROS MATERIAIS	Alumino-silicato	$\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MgO}, \text{CaO}, \text{K}_2\text{O}$	Pré-história

Fonte: WebExhibits (s.d.); Feller (1986, p. 47, 169); CAPIRE-LAB (s.d.) Eastaugh et al. (2004); Molera (2021).

Materiais da arte chinesa

Tabela 9. Materiais utilizados em pinturas chinesas em seda e papel

PERÍODO	COLORAÇÃO	PIGMENTO / MATERIAL	COMPOSIÇÃO
Song (960–1279)	Amarelo e vermelho	Óxidos de ferro	Fe ₂ O ₃ (hematita) e FeO(OH) (goethita)
	Amarelo	Ouropigmento (Auripigmento) (uso regional — Dunhuang)	Trissulfeto de arsênio: As ₂ S ₃
	Azul	Ultramarino natural (uso regional — Dunhuang)	Quartzo de alumínio e sódio com enxofre: Na _{8–10} Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S _{2–4}
		Azurita	Carbonato básico de cobre: 2Cu(CO ₃).Cu(OH) ₂
		Índigo	Corante vegetal - C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂
	Branco	Branco de chumbo	Carbonato de chumbo: Cerussita: PbCO ₃ ; Hidrocerussita: 2PbCO ₃ .Pb(OH) ₂
		Anglesita	Sulfato de chumbo: PbSO ₄
		Calcita	Carbonato de cálcio: CaCO ₃
	Verde	Atacamita / Paratacamita	Trihidroxicloreto de cobre: Cu ₂ Cl(OH) ₃
		Malaquita	Carbonato básico de cobre: (Cu ₂ (CO ₃)(OH) ₂
	Vermelho	Cinábrio / Vermelhão	Sulfeto de mercúrio: HgS
		Vermelho de chumbo	Óxido de chumbo: Pb ₃ O ₄
		Laca	Corante de inseto (<i>Kerria lacca</i> ; antraquinonas)
Yuan (1279–1368)	Amarelo	Gamboge (goma-guta)	Resina vegetal (derivada da árvore <i>Garcinia hanburyi</i>)
	Amarelo e vermelho	Óxidos de ferro	Fe ₂ O ₃ (hematita) e FeO(OH) (goethita)
	Azul	Azurita	Carbonato básico de cobre: 2Cu(CO ₃).Cu(OH) ₂
		Índigo	Corante vegetal - C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂
		Ultramarino natural (uso regional — Dunhuang)	Quartzo de alumínio e sódio com enxofre: Na _{8–10} Al ₆ Si ₆ O ₂₄ S _{2–4}
	Branco	Branco de chumbo	Carbonato de chumbo: Cerussita: PbCO ₃ ; Hidrocerussita: 2PbCO ₃ .Pb(OH) ₂
	Verde	Atacamita / Paratacamita	Trihidroxicloreto de cobre: Cu ₂ (OH) ₃ Cl
		Malaquita	Carbonato básico de cobre: Cu(CO ₃).Cu(OH) ₂

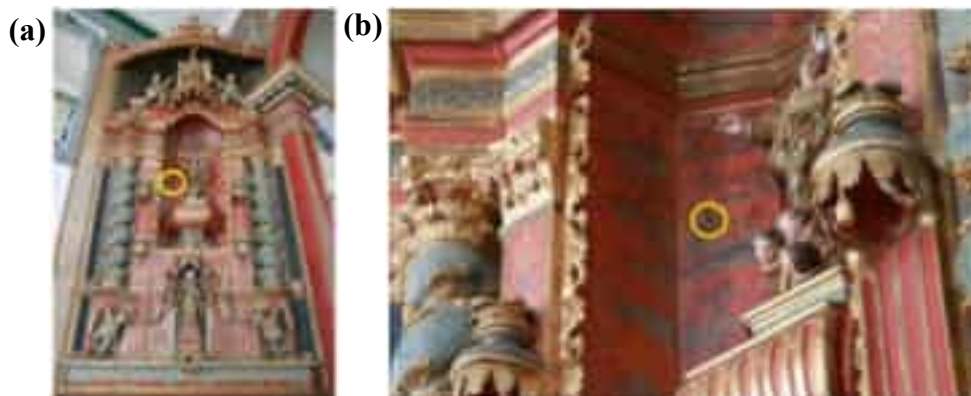
	Vermelho	Vermelho de chumbo	Óxido de chumbo - Pb_3O_4
		Laca	Corante de inseto (<i>Kerria lacca</i> ; antraquinonas)
		Cinábrio / Vermelhão	Sulfeto de mercúrio - HgS
Ming (1368–1644)	Amarelo / Vermelho	Sappanwood / Sophora / Romã	Extratos vegetais – flavonoides
	Azul	Azurita	Carbonato básico de cobre: $2Cu(CO_3) \cdot Cu(OH)_2$
		Índigo	Corante vegetal - $C_{16}H_{10}N_2O_2$
	Vermelho / Rosa	Madder / Açafrão-bastardo (Cártamo)	Antocianinas e carthamina ($C_{24}H_{28}O_{13}$)
	Vermelho	Cochonilha	<i>Dactylopius coccus</i> (laca de alumínio/cálcio)
		Resina avermelhada	Resina (<i>Daemonorops draco</i>)
		Laca	Corante de inseto <i>Kerria lacca</i> (antraquinonas)
Qing (1644–1912)	Amarelo / Laranja	Realgar / Pararealgar	Tetraarsenotetrasulfeto - As_4S_4 Sulfeto de arsênio(II) - AsS
	Azul	Azul da Prússia	Ferrocianeto férrico: $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$
		Ultramarino sintético	Aluminoquartzo de sódio com enxofre: $Na_{8-10}Al_6Si_6O_{24}S_{2-4}$ (sintético, pós-1828)
		Smalt	Silicato de dicobalto(II) e dipotássio: $K_2CoSi_4O_{10}$
	Branco	Gesso / Gipsita	Sulfato de cálcio: $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
		Branco de bário (Barita)	Sulfato de bário: $BaSO_4$
	Verde	Verde esmeralda	Acetato arsenito de cobre: $Cu(CH_3COO)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$
	Vermelho	Cochonilha	<i>Dactylopius coccus</i> – corante orgânico

Fonte: (Mccarthy; Giacciai, 2021).

ANEXO B – LOCAIS REALIZADOS A COLETA DE AMOSTRAS

Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição de Cachoeira do Brumado – Mariana (MG)

Figura 22. Área de coleta: a) Fotografia do Retábulo de Nossa Senhora do Rosário (lado do Evangelho); b) Fotografia indicando o ponto da coleta da amostra 1



Fonte: fotografia enviada pelo conservador Rafael César (Comunicação pessoal, s.d.).

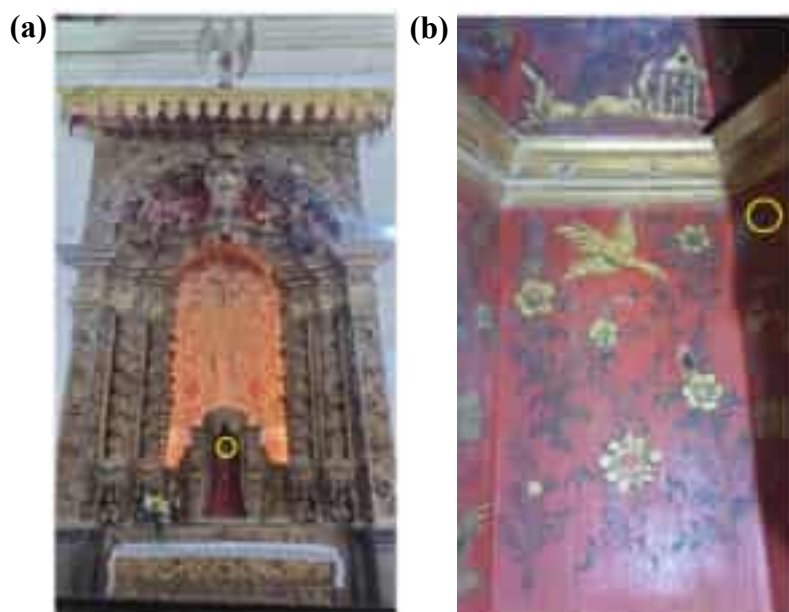
Igreja Matriz de São Caetano - distrito de monsenhor Horta em Mariana (MG)

Figura 23. Área de coleta: a) Fotografia do Sacrário do Retábulo lateral do Bom Jesus (lado da Epístola); b) Fotografia indicando o ponto de coleta da amostra 1



Fonte: fotografia enviada pelo conservador Rafael César (Comunicação pessoal, s.d.).

Figura 24. Área de coleta: a) Fotografia do Sacrário do Retábulo lateral do Bom Jesus (lado da Epístola); b) Fotografia indicando o ponto de coleta da amostra 2



Fonte: fotografia enviada pelo conservador Rafael César (Comunicação pessoal, s.d.).

Figura 25. Área de coleta: a) Fotografia do Sacrário do Retábulo lateral de Santo Antônio (lado do Evangelho); b) Fotografia indicando o ponto de coleta da amostra 3



Fonte: fotografia enviada pelo conservador Rafael César (Comunicação pessoal, s.d.).

Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)

Figura 26. Fotografia do Nicho do Claustro intitulado “Encontro de Nosso Senhor com sua mãe Santíssima”, na qual foram coletadas as amostras



Fonte: fotografia enviada pela prof. Dra. Marina Furtado Gonçalves (Comunicação pessoal, 2025).

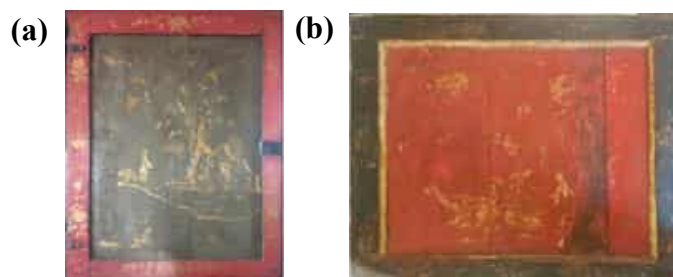
Figura 27. Fotografia indicando os pontos de coleta das amostras



Fonte: fotografia enviada pela prof. Dra. Marina Furtado Gonçalves (Comunicação pessoal, 2025).

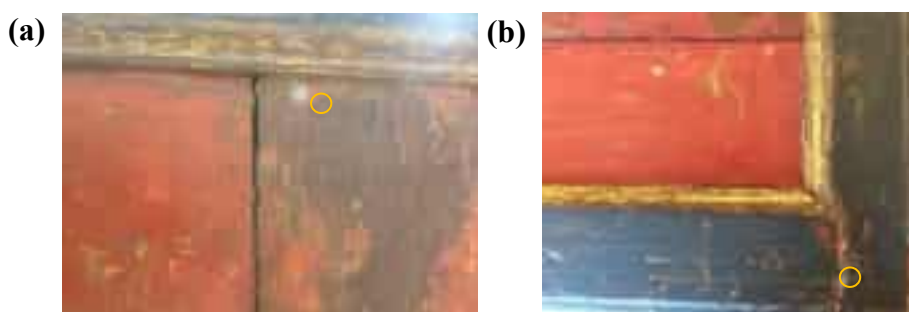
Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção – Mariana (MG)

Figura 28. Fotografia das portas do órgão: a) Fotografia da face interna da porta frontal do lado direito órgão; b) Fotografia da porta lateral do lado direito do órgão



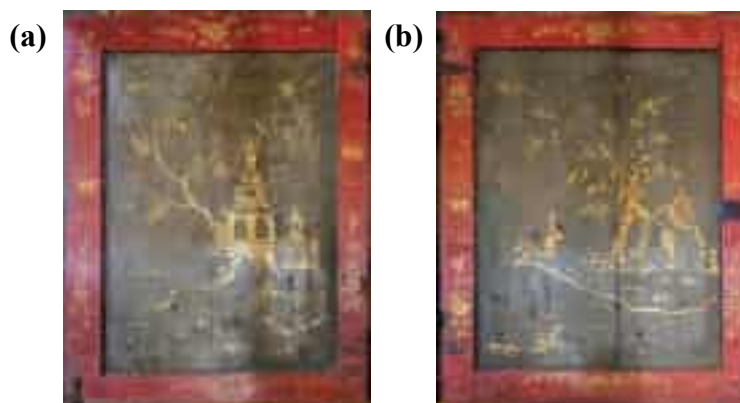
Fonte: fotografias retiradas pela professora Isolda Maria (comunicação pessoal, 2020).

Figura 29. Área de coleta: a) Fotografia e localização da coleta da amostra 1; b) Fotografia e localização da coleta da amostra 2



Fonte: fotografias retiradas pela professora Isolda Maria (Comunicação pessoal, 2020).

Figura 30. Fotografias das portas nas quais foram realizadas as análises de Fluorescência de raios X e respectivos pontos coletados: a) Fotografia a coleta dos pontos da porta 1; b) Fotografia a coleta dos pontos da porta 2



Fonte: fotografias retiradas pela professora Isolda Maria (Comunicação pessoal, 2020).

ANEXO C - TÉCNICAS DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS

Fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF)

CONSIDERAÇÕES GERAIS

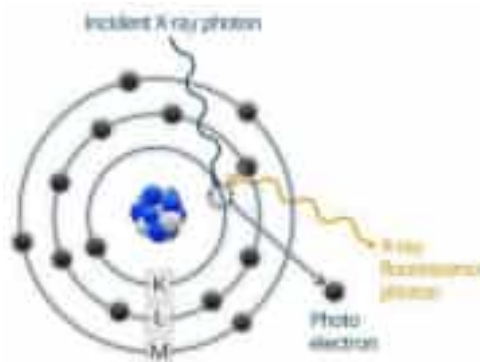
A Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (EDXRF) é uma técnica analítica não destrutiva, amplamente utilizada para identificar e quantificar elementos químicos em diversos tipos de materiais, como pigmentos, metais, cerâmicas, rochas e artefatos históricos. Uma das principais vantagens da EDXRF é a possibilidade de realizar análises diretas, sem preparo de amostra, e com equipamentos portáteis, o que permite medições in situ em obras de arte, monumentos e objetos arqueológicos, sem necessidade de remoção de fragmentos ou danos à peça (Bruker, s.d).

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O princípio de funcionamento da Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (EDXRF) baseia-se na excitação dos átomos da amostra por radiação de raios X incidentes. Quando essa radiação interage com o material, elétrons das camadas internas dos átomos podem ser ejetados, desde que a energia do fóton incidente seja superior à energia de ligação desses elétrons. Essa ionização deixa o átomo em um estado instável, e a reorganização eletrônica com elétrons de níveis mais externos preenchendo as lacunas internas, resulta na emissão de fótons de raios X característicos, cuja energia é específica de cada elemento químico (Kramar, 1999).

Esses fótons são então detectados e analisados por um sistema de detecção que mede a energia dos raios X emitidos, gerando um espectro de fluorescência. Cada pico desse espectro corresponde à radiação característica de um elemento presente na amostra, permitindo sua identificação e quantificação (Kramar, 1999).

Figura 31. Esquema do princípio de funcionamento da fluorescência de raios X



Fonte: (Bruker, s.d)

Pela ocorrência da transição eletrônica e emissão de energia, obtemos as linhas características, que são classificadas de acordo com a camada de origem da lacuna eletrônica:

- Linhas K correspondem às transições para a camada K (mais interna);
- Linhas L às transições para a camada L;
- Linhas M às transições para a camada M, e assim por diante.

Dentro de cada série, índices ou letras adicionais (como α , β , γ ou números, como L_1 , L_2 , L_3) indicam transições específicas entre subníveis eletrônicos, que diferem ligeiramente em energia. Dessa forma, o termo “ L_1 ” representa uma linha característica pertencente à série L, relacionada a uma transição entre um subnível da camada M e um da camada L (Jenkins, 1988).

De modo geral, quanto maior a letra ($\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$) ou o índice numérico ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$), maior é a energia do raio X emitido. Essas linhas são fundamentais para a identificação elementar na técnica de XRF, pois cada elemento apresenta um conjunto único de energias características (Jenkins, 1988), resultando nas tabelas com energias de raios X.

Os dados obtidos pela EDXRF permitem a identificação qualitativa e, em muitos casos, a quantificação semiquantitativa dos elementos químicos detectados. Dessa forma, é possível determinar proporções relativas entre os elementos e compreender a composição e a origem dos materiais analisados, preservando sua integridade física.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A partir do livro *Microscopia Eletrônica de Varredura: Aplicações e Preparação de Amostras*, de Dedavid, Gomes e Machado (2007), é possível compreender de forma geral a teoria que fundamenta a técnica de MEV, bem como seu funcionamento e principais particularidades, as quais são apresentadas de maneira resumida nos textos a seguir.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

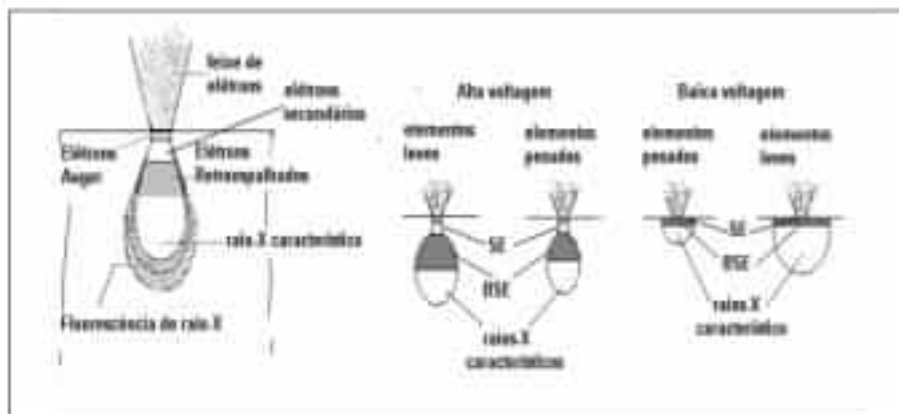
O Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) é um instrumento amplamente utilizado para a observação e análise da morfologia e composição de materiais sólidos. Diferentemente do microscópio óptico, que utiliza luz visível, o MEV emprega um feixe de elétrons, permitindo resoluções muito superiores da ordem de 1 a 5 nanômetros. Além da alta ampliação, o MEV oferece imagens com aparência tridimensional, resultantes da grande profundidade de campo, o que possibilita a observação de superfícies rugosas e estruturas complexas. É utilizado em diversas áreas do conhecimento, como engenharia, biologia, geologia, medicina e ciências dos materiais.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O funcionamento do MEV baseia-se na varredura da superfície da amostra por um feixe de elétrons de pequeno diâmetro. Esse feixe é gerado por um filamento (geralmente de tungstênio), acelerado por alta tensão e focalizado por lentes eletromagnéticas. Quando o feixe incide sobre a amostra, ocorre a interação entre os elétrons incidentes e os átomos do material, gerando diversos sinais como elétrons secundários, retroespalhados e raios X, que são detectados e transformados em imagem.

A formação da imagem é sincronizada com o movimento do feixe sobre a amostra, e o tipo de sinal coletado determina as características visuais observadas, como topografia e composição química. Diferentes sinais podem ser emitidos pela amostra e dentre eles, os mais utilizados são originários dos elétrons secundários e/ou dos elétrons retroespalhados.

Figura 32. Volume de interação: a) localização dos sinais emitidos pela amostra; b) relação da voltagem para elementos leves e pesados



Fonte: (Dedavid et al, 2007)

ELÉTRONS RETROESPALHADOS (“backscattering electron” – BSE)

Os elétrons retroespalhados são partículas que retornam da amostra após sofrerem colisões elásticas com os núcleos dos átomos. Por serem resultado dessas interações, originam-se de regiões relativamente superficiais da amostra. Esses elétrons possuem energias que variam desde cerca de 50 eV até valores próximos à energia do feixe primário. A quantidade de elétrons retroespalhados gerada depende principalmente do número atômico (Z) do material analisado: quanto maior o número atômico, maior a probabilidade de retroespalhamento.

Nas imagens obtidas por esse modo de detecção, observa-se o chamado contraste de composição, em que as regiões mais claras correspondem a áreas ricas em elementos de maior número atômico, enquanto as regiões mais escuras indicam elementos mais leves. Por exemplo, uma partícula de chumbo ou ferro aparecerá mais brilhante do que uma região composta por carbono ou oxigênio. Além disso, o sinal de BSE também pode fornecer informações topográficas, já que superfícies inclinadas ou rugosas refletem os elétrons de modo desigual. Entretanto, a principal aplicação desse modo de imagem é a identificação de diferenças composicionais em materiais heterogêneos, como ligas metálicas, minerais ou compósitos.

MICROANÁLISE - ESPECTROSCOPIA POR DISPERSÃO DE ENERGIA (EDS)

A microanálise por raios X é uma técnica complementar ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), utilizada para identificar os elementos químicos presentes em uma amostra. Quando o feixe de elétrons interage com o material, ele pode ejetar elétrons das camadas

internas dos átomos. A transição de elétrons de camadas mais externas para essas lacunas resulta na emissão de raios X característicos, cuja energia é específica de cada elemento químico.

A técnica mais empregada é a Espectroscopia de Raios X por Dispersão de Energia (EDS), que detecta e analisa a energia dos fótons emitidos, gerando um espectro no qual cada pico corresponde a um elemento presente na amostra. O EDS é uma técnica rápida, eficiente e de fácil operação, embora apresente limitações na detecção de elementos muito leves (como hidrogênio, lítio e berílio).

APÊNDICE

APÊNDICE A – RESULTADOS E DISCUSSÃO

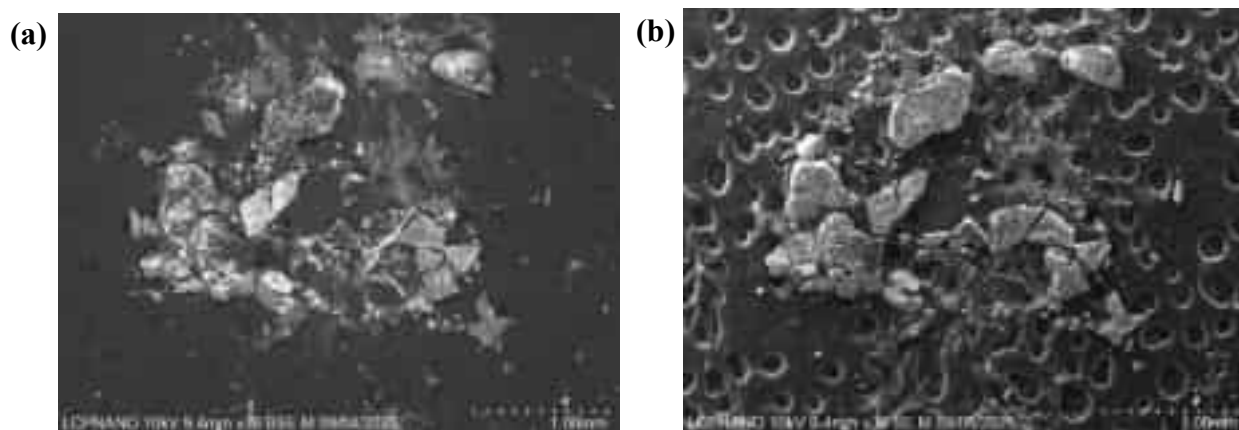
Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição de Cachoeira do Brumado, Mariana - MG

AMOSTRA 1 - CAMARIM DO RETÁBULO DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO (LADO DO EVANGELHO)

IMAGENS MEV

Figura 33. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 da Igreja Matriz de Nossa Senhora:

a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem de SE em 10 kV



Fonte: Autoria própria.

TABELA DE RESULTADO

Tabela 10. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 (área inferior da amostra) da amostra 1 da Igreja de Nossa Senhora

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAIS SUGERIDOS
1, 7 e 20	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	HgS, PbCO ₃ , alumino-silicato
2	C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	Material orgânico, HgS, CaSO ₄
3 e 4	C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	HgS, material orgânico, alumino-silicato
5	C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	Material orgânico, HgS
6, 11 e 12	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S, Si	CaSO ₄ , CaCO ₃ , alumino-silicato, PbCO ₃

8 e 13	C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	CaSO ₄ , material orgânico
9	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	CaSO ₄ , material orgânico
10	C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	CaSO ₄ , HgS
14	C, Ca, Fe, O, Pb, S	PbCO ₃ , CaSO ₄ , material orgânico
15, 17 e 18	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S, Zn	CaSO ₄ , material orgânico
16	C, Ca, Fe, O, S, Si	Quartzo, material orgânico
19	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	HgS, PbCO ₃ , material orgânico
21, 22, 23 e 26	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S, Si	CaSO ₄ , PbCO ₃ , material orgânico
24	Al, C, Ca, Fe, O, P, Pb, S, Si	CaSO ₄ , CaCO ₃ , Ca ₃ (PO ₄) ₂ , PbCO ₃
25	Al, C, Ca, K, Mg, O, S, Si	CaSO ₄ , alumino-silicato, óxido de ferro

Fonte: Autoria própria.

Tabela 11. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 (área superior da amostra) da amostra 1 da Igreja de Nossa Senhora

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
1, 2, 28 e 35	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si, Zn	Material orgânico, CaSO ₄ , óxido de ferro
3, 4, 6, 20, 22, 24, 32 e 36	C, Ca, Fe, Pb, O	Material orgânico, material com chumbo
4	Al, C, Ca, Cu, Fe, O, Pb, Si, Zn	Material orgânico, material com chumbo
5, 7, 8, 9, 10, 11, 13 e 29	Al, C, Ca, Cl, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Na, O, Pb, S, Si, Zn	Material orgânico, HgS, ZnO, alumino-silicato, material com cobre
12, 15, 17, 30, 31, 33 e 34	Al, C, Ca, Cu, Fe, Hg, Na, O, Pb, S, Si, Zn	ZnO, CaSO ₄ , material orgânico, material com chumbo
14, 18 e 27	Al, C, Ca, Fe, Hg, Na, O, S, Si	HgS, material orgânico
16	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, K, Na, O, Pb, S, Si, Zn	Material orgânico, HgS, alumino-silicato
19	Al, C, Ca, Fe, Hg, Na, O, S, Si, Zn	CaSO ₄ , material orgânico, ZnO
21, 23 e 38	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, Na, O, Pb, S, Si, Zn	CaCO ₃ , alumino-silicato, ZnO, material orgânico

24	Al, C, Ca , Cu , Fe, O , Pb , Si, Zn	Material orgânico, CaCO ₃ , material com chumbo, material com cobre
25	Al, C, Ca , Cl, Fe, Hg, Mg, Na, O , P, Pb , S, Si, Zn	Material orgânico, CaCO ₃ , ZnO
26	Al, C, Ca , Fe, Hg, O , Pb , S, Si, Zn	Material orgânico, CaSO ₄ , material com chumbo
37	Al , C, Ca, Fe, O , Pb , Si	Material com chumbo, alumino-silicato, óxido de ferro
39 e 40	Al, C, Ca, Cu , Fe, O , Pb , S, Si, Zn	Material com cobre, material com chumbo, material orgânico

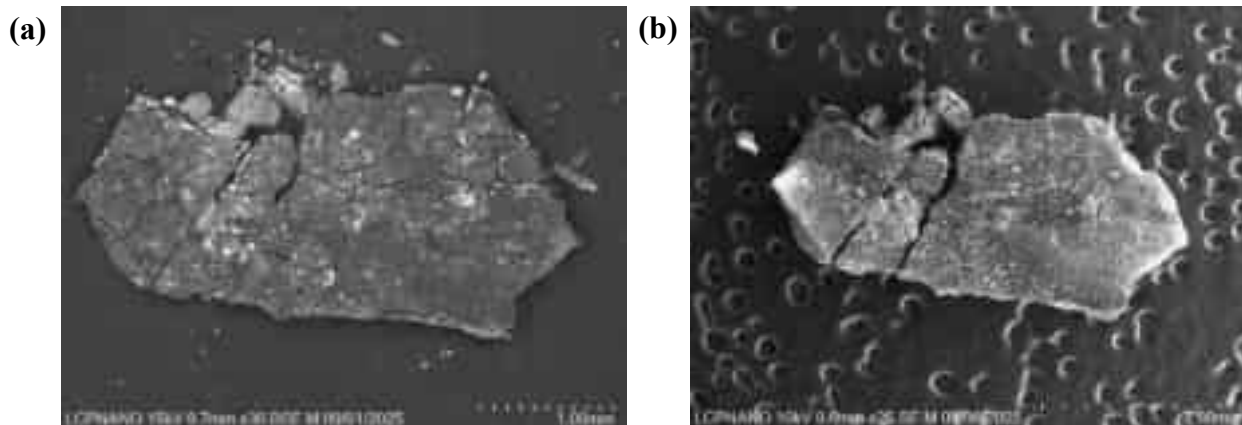
Fonte: Autoria própria.

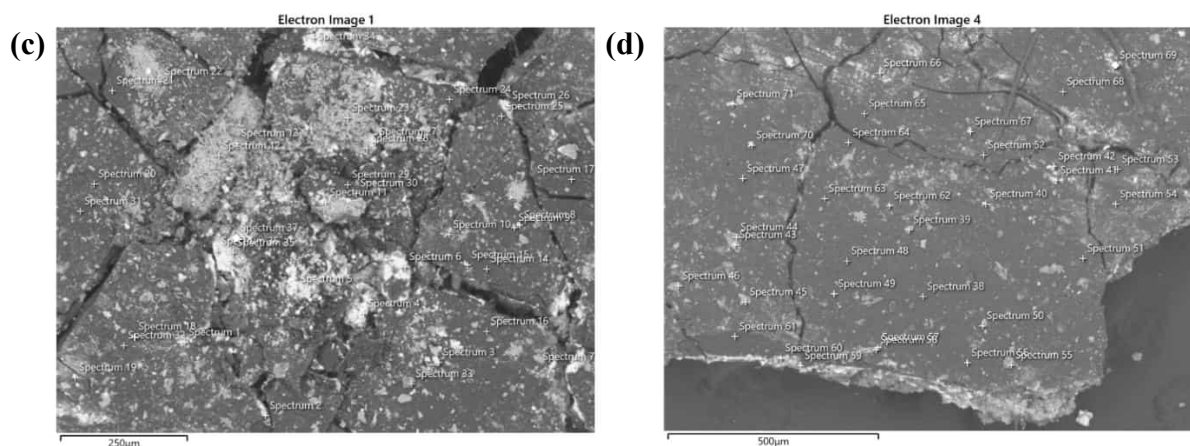
Igreja Matriz de São Caetano - Distrito de Monsenhor Horta, Mariana – MG

AMOSTRA 1 - SACRÁRIO DO RETÁBULO LATERAL DO BOM JESUS (LADO DA EPÍSTOLA)

IMAGENS MEV

Figura 34. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem de SE em 10 kV; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 2





Fonte: Autoria própria.

TABELA DE RESULTADO

Tabela 12. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 1 da Igreja de São Caetano

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
1, 15, 19	Al, C, Ca, Fe, K , Na, O , Pb , S	Material orgânico, material com chumbo, óxido de ferro, alumino-silicato de potássio
2, 3, 4, 11, 35 e 36	Al, C, Ca, Cl, Fe , Hg, K, O , S, Si	Material orgânico, óxido de ferro
5 e 7	Al, C, Ca, Cl, Fe , Hg , K , Na, O , Pb , S, Si	Óxido de ferro, material com chumbo, HgS, alumino-silicato de potássio
6	Al, C, Ca, Cl, Fe , Hg , K, Mg, Na, O , S, Si	HgS, material orgânico, CaSO ₄
8	Al, C, Ca, Cl, Fe , Hg , K , Na, O , Pb , S	Material orgânico, HgS, material com chumbo, alumino-silicato de potássio
9, 10, 12, 13, 15, 22, 23, 26, 28, 29 e 30	Al, C, Ca , Fe, O , S, Si	CaSO ₄ , óxido de ferro
11 e 34	Al, C, Ca , Cl, Fe , Hg, K, Na, O , Pb , S, Si	Material orgânico, CaSO ₄ , óxido de ferro
14, 16, 18, 21, 24, 25, 31, 32, 33 e 37	Al, C, Ca, Cl, Fe, O , S, Si	Material orgânico

17 e 20	Al, C, Ca , Cl, Fe, Hg, K, O , Pb, S, Si	Material orgânico, CaCO ₃
27	Al, C, Ca , Cl, Fe , Hg, K, O , Pb, S, Si	CaSO ₄ , óxido de ferro

Fonte: Autoria própria.

Tabela 13. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 da amostra 1 da Igreja de São Caetano

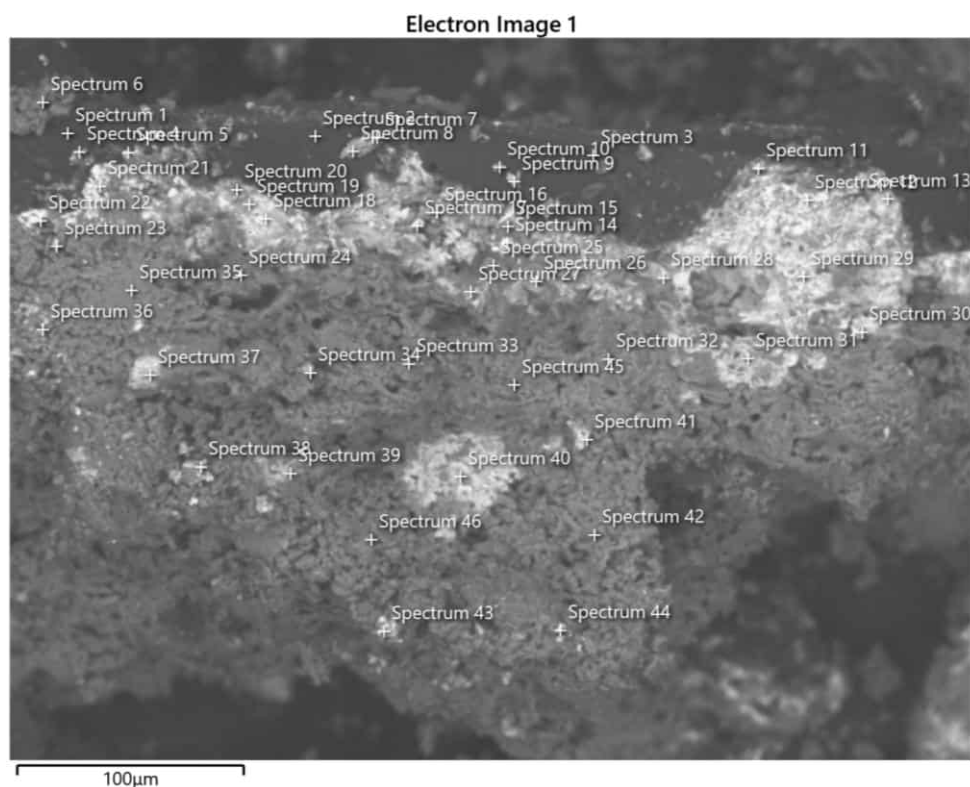
ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
38, 56, 47 e 48	Al, Ca, C, Cl, Fe, O , S, Si	Material orgânico
39	Al, Ca , C, Fe, O , S, Si	CaSO ₄ , material orgânico
40	Al, Ca, C, Fe, Hg , O , S	Material orgânico, HgS
41	Al, C, Ca, Cl, Fe , Hg , K, O , S, Si	Material orgânico, HgS, óxido de ferro, CaSO ₄
42	C, Ca, Fe, O , Pb , S	Material com chumbo, PbSO ₄
43, 44 e 50	Al, C, Ca , Cl, Fe, K, Na, O , Pb, S, Si	alumino-silicato de potássio, óxido de ferro, CaSO ₄ , CaCO ₃
45 e 54	Al, C, Ca , Cl, Fe, Na, O , Pb, S, Si	CaCO ₃
46	Al , C, Ca, Fe, K, Na, O , Pb, S, Si	Alumino-silicato de potássio, óxido de ferro
49	Al, C, Ca , Cl, Fe, K, O , Pb, S, Si	CaSO ₄ , material orgânico
51, 52, 53, 61, 63, 64, 65, 68 e 70	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O , S, Si	Material orgânico
55	Al , C, Ca , Fe, K, Na, O , S, Si	Alumino-silicato, material orgânico, CaSO ₄
56	Al, C, Ca, Fe , O , S, Si	Óxido de ferro, material orgânico
57 e 58	Al, C, Ca, Cl, Fe , K, Na, O , Pb , S, Si	Material orgânico, alumino- silicato

59 e 60	Al, Ca , C, Cl, Fe , Hg , K, Na, O , S, Si	HgS, óxido de ferro, material orgânico
62	Al, C, Ca, Fe, K, O , Pb , S, Si	Material orgânico, material com chumbo, PbSO ₄
66 e 69	Al, C, Ca , Fe, K, O , Pb , S, Si	CaSO ₄ , material com chumbo, alumino-silicato de potássio
67	Al, C, Ca, Fe, K, O , P, Pb , S, Si	Material orgânico, material com chumbo, PbSO ₄
71	Al, C, Ca, Fe , O , P, S, Si	Óxido de ferro, material orgânico

Fonte: Autoria própria.

ANÁLISE DE CAMADA

Figura 35. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano



Fonte: Autoria própria.

Tabela 14. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento da amostra 1 da Igreja Matriz de São Caetano

CAMADA	ESPECTRO	ELEMENTOS	MINORITÁRIOS	MAJORITÁRIOS	MATERIAL
1	1, 2, 3, 6, 9, 10	C, Ca, Fe, K, O	Ca, S, K	C, O, Fe	Óxido de ferro, CaSO ₄ , material orgânico
	4	C, Ca, Fe, Hg, K, O, S	Ca, Hg, S, K	C, O, Fe	Óxido de ferro, material orgânico, CaSO ₄
	5	C, Ca, Fe, Hg, O, S	Fe, Ca	Hg, C, S, O	HgS, óxido de ferro, material orgânico
	7	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, In, K, Na, O, Pb, S, Si	Fe, S, K, Ca, In, Cl, Na, Al	O, C, Pb, Hg	Material com chumbo, HgS, óxido de ferro, alumino-silicato de potássio
	8	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, K, Na, O, P, S, Si	Na, Cl, Ca, Al, K, P, Si	O, Fe, C, Hg, S	HgS, óxido de ferro
2	11, 28	C, Ca, Fe, Hg, K, O, Pb, S	Pb, Ca, S, Hg, K	C, O, Fe	Óxido de ferro, CaSO ₄ , material orgânico
	12 e 21	C, Ca, Fe, Hg, K, Na, O, S	Ca, K, Na	Hg, C, O, Fe, S	HgS, óxido de ferro
	13	C, Ca, Fe, K, O, Pb, S	S, K, Fe, Ca	Pb, C, O	Material com chumbo, material orgânico
	14	C, Ca, Fe, O, S, Si	Fe, Si	O, C, Ca, S	CaSO ₄
	15	C, Ca, Cl, Fe, O, S	S, Cl	O, Ca, C, Fe	CaSO ₄ , CaCO ₃ , óxido de ferro
	16 e 29	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, K, Na, O, S	S, Na, Ca, Cl, Al, Si	O, Hg, Fe, C	HgS, óxido de ferro
	17	C, Ca, Fe, K, O, Pb, S	Fe, Ca, K	Pb, O, C, S	Material com chumbo, PbSO ₄

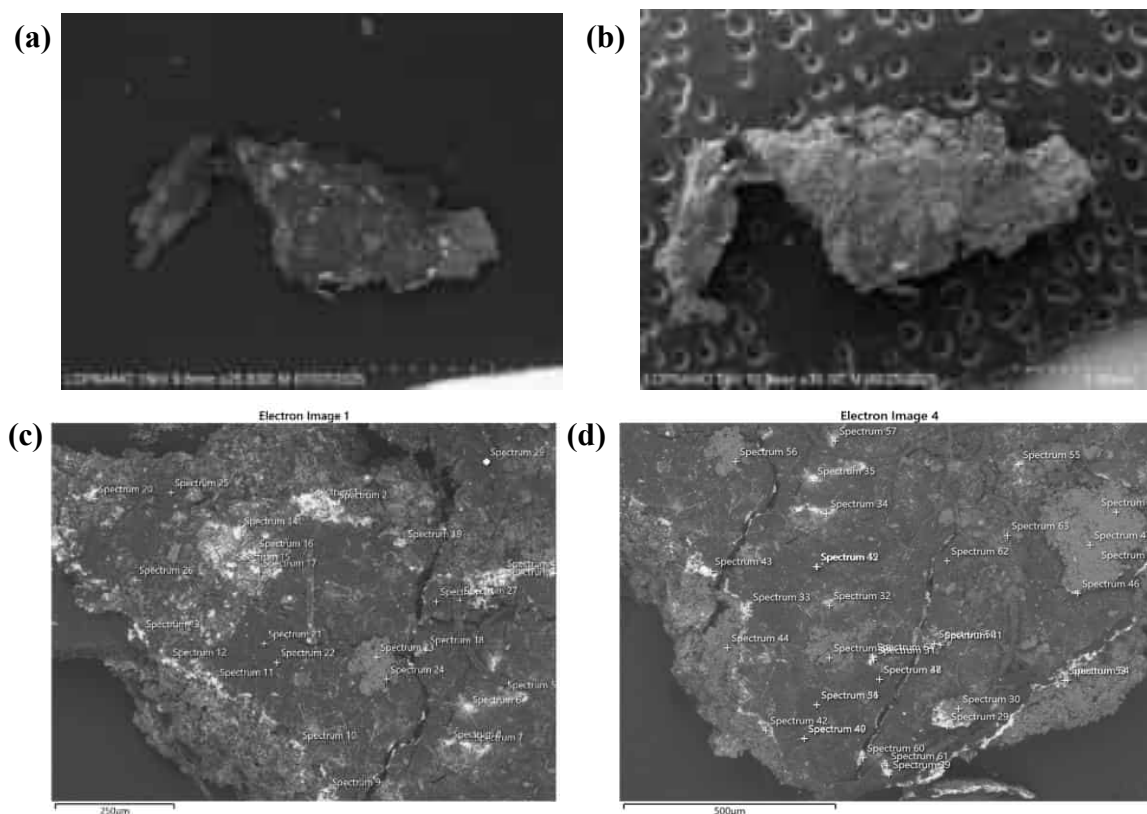
	18, 19, 20, 25 e 28	C, Ca, Fe, Hg, K, O, Pb, S	S, Ca, Hg, K	C, O, Fe, Pb	Material orgânico, óxido de ferro
	22	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	Hg, Fe, Si, Al	O, Ca, S, C	CaSO ₄ , HgS, óxido de ferro
	26 e 27	C, Ca, Fe, K, O, Pb, S	Fe, K	C, O, Ca, S, Pb	Material orgânico, CaSO ₄ , PbCO ₃
	30	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, K, Na, O, Pb, S, Si	Ca, Fe, Pb, K, Cl, Na, Si, Al	Hg, O, C, S	HgS, material orgânico, CaSO ₄
	31	C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O, Pb, S	Ca, Na, Cl	O, Pb, C, S, K, Fe	PbCO ₃ , óxido de ferro, PbSO ₄
3	23, 24, 34, 35, 36 e 45	C, Ca, Fe, O, S	Fe	O, Ca, C, S	CaSO ₄ , óxido de ferro
	32	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O, S, Si	Na, Cl, Al, K, Si	O, C, Fe, S, Ca	Óxido de ferro, CaSO ₄ , alumino-silicato
	33	Al, C, Ca, Cl, Fe, Na, O, S, Si	Na, Si, Cl, Al	O, C, Ca, S, Fe	CaSO ₄ , material orgânico, alumino-silicato
	37	C, Ca, Fe, K, O, Pb, S	Ca, K, Fe	O, C, Pb, S	PbCO ₃ , CaSO ₄ , óxido de ferro
	38	C, Ca, Fe, Hg, K, O, Pb, S	Pb, Hg, K, Fe	O, C, S, Ca	CaSO ₄ , material orgânico
	39	Al, C, Ca, Fe, K, Na, O, Pb, S	Fe, Ca, Na, Al	O, C, Pb, S, K	PbCO ₃ , alumino-silicato, CaSO ₄
	40 e 41	C, Ca, Fe, K, O, Pb, S	Ca, S, Pb, K	C, O, Fe	CaSO ₄ , óxido de ferro
	41	Al, C, Ca, Fe, K, Na, O, Pb, S	Fe, Pb, K, Na, Al	O, C, S, Ca	CaSO ₄ , óxido de ferro
	42, 44 e 46	C, Ca, Fe, O, S	S	O, C, Ca, Fe	CaSO ₄ , óxido de ferro, material orgânico
	43	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, O, S, Si	K, Cl, Al, Si	O, C, Ca, S, Fe	CaSO ₄ , alumino-silicato, óxido de ferro

Fonte: Autoria própria.

AMOSTRA 2 - SACRÁRIO DO RETÁBULO LATERAL DO BOM JESUS (LADO DA EPÍSTOLA)

IMAGEM MEV

Figura 36. Imagens obtidas pela MEV da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Imagem de BSE em 15kV; b) Imagem de SE em 5 kV; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1; d) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 2



Fonte: Autoria própria.

TABELA DE RESULTADO

Tabela 15. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 2 da Igreja de São Caetano

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
1, 2, 22 e 27	Al, C, Ca, Fe, Hg , K, O , Pb , S, Si	HgS, material com chumbo, material orgânico
3, 13, 15, 16 e 17	Al, C, Ca, Fe, Hg, K, O , Pb , S, Si	Material com chumbo
4	Al, C, Ca, Fe, Hg , O , S, Si	HgS, material orgânico

5	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S, Si	Alumino-silicato, material orgânico, material com chumbo
6	C, Ca, Cl, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo
7 e 8	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	HgS, material orgânico, material com chumbo
9, 10, 12, 13 e 19	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, Mg, O, Pb, S, Si	HgS, óxido de ferro, material orgânico
11	Al, C, Ca, Fe, Hg, K, O, Pb, S	HgS, alumino-silicato de potássio, material com chumbo
14	Al, C, Ca, Fe, K, O, Pb, S	Material com chumbo, material orgânico, alumino-silicato de potássio
18	Al, C, Ca, Fe, Hg, Mg, O, S, Si	HgS, material orgânico, CaSO ₄
20	Al, C, Ca, Fe, K, O, Pb, S, Si	Material orgânico, óxido de ferro, CaSO ₄
21	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S	Material orgânico
22	Al, C, Ca, Fe, Mg, O, Pb, S	Material orgânico, alumino-silicato, óxido de ferro
23 e 24	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S, Si	CaSO ₄ , alumino-silicato
25	Al, C, Ca, Fe, K, O, P, Pb, S, Si	Material orgânico, óxido de ferro
26	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	CaSO ₄ , alumino-silicato
27 e 28	Al, C, Ca, Fe, Mg, O, S, Si	Alumino-silicato, material orgânico
29	C, Ca, Fe, O, S	Material orgânico, CaSO ₄

Fonte: Autoria própria.

Tabela 16. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 da amostra 2 da Igreja de São Caetano

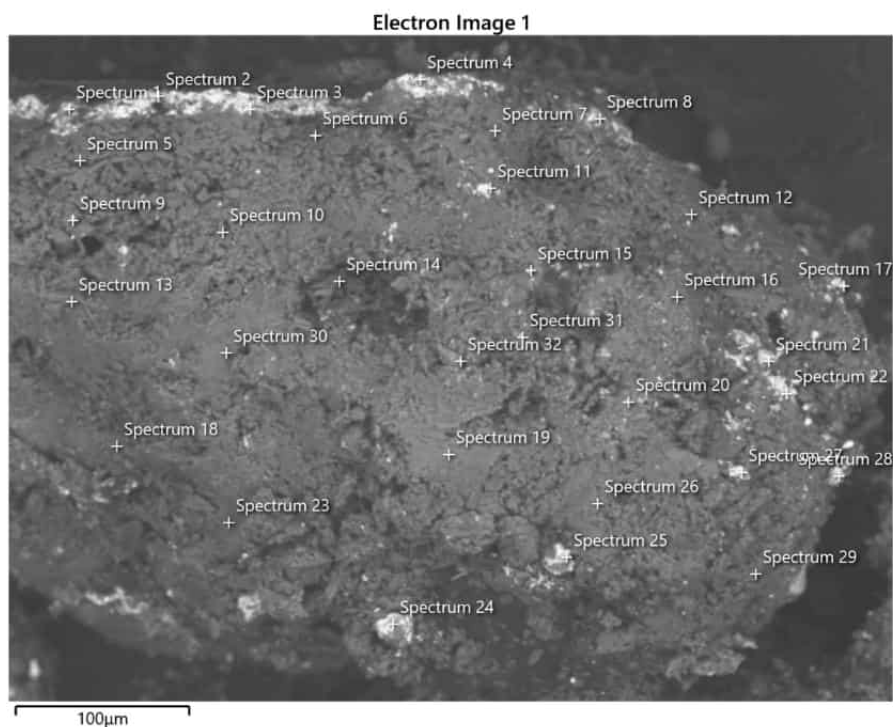
ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
29, 32, 39 e 55	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	HgS, material com chumbo, material orgânico
30, 38, 44, 47, 56, 58 e 59	C, Ca, Fe, O, S	CaSO ₄ , material orgânico
31 e 64	Al, Au, C, Ca, Fe, O, Si	Ouro, material orgânico
33, 53 e 54	C, Ca, Hg, O, S	HgS, material orgânico

34 e 57	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	Alumino-silicato, material com chumbo, material orgânico
35	Al, C, Ca, Cl, O, Pb, S, Si	Material com chumbo
36, 37, 45, 46, 48, 49, 51, 52 e 62	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S, Si	Material orgânico
40 e 43	C, Ca, O, Pb	Material com chumbo, material orgânico
41 e 50	Al, Ba, C, Ca, O, Pb, S, Si	BaSO ₄ , material orgânico
42	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S	Material orgânico, HgS, CaSO ₄
60	C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S	Material orgânico, HgS, material com chumbo
61	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	Material orgânico, HgS, material com chumbo
63	Al, C, Ca, Fe, K, Mg, O, P, Pb, S, Si	Material orgânico, MgCO ₃ , alumino-silicato, óxido de ferro

Fonte: Autoria própria.

ANÁLISE DE CAMADA

Figura 37. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano



Fonte: Autoria própria.

Tabela 17. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento da amostra 2 da Igreja Matriz de São Caetano

CAMADA	ESPECTRO	ELEMENTOS	MINORITÁRIOS	MAJORITÁRIOS	MATERIAL
1	1, 2 e 4	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S	Ca, Fe, Al	C, Hg, O, S	HgS, material orgânico
	3	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S	Ca, Fe, Al	Hg, C, O, Pb, S	HgS, material com chumbo, CaSO ₄
	8	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	Pb, Ca, Fe, Al, Si	C, O, Hg, S	HgS, material com chumbo, material orgânico
2	5	Al, C, Ca, Cl, Fe, Mg, O, Pb, S, Si	Mg, Pb, Al, Si, Cl	O, C, Ca, S	CaSO ₄ , MgCO ₃
	6 e 7	C, Ca, Fe, O, Pb, S	Pb, Fe	O, C, Ca, S	CaSO ₄
	11	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S	Fe, Al	Pb, C, O, Ca, S	CaSO ₄ , PbCO ₃
3	9	C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S	S, Ca, Fe, Cl	Pb, O, C	PbCO ₃ , CaSO ₄
	10, 12, 19 e 20	C, Ca, Fe, O, S	S, Fe	O, C, Ca	CaSO ₄
	13	C, Ca, Fe, O, S	Fe	C, Ca, O, S	CaSO ₄ , CaCO ₃
	14	C, Ca, Fe, O, S	S, Fe	C, O, Ca	Material orgânico, CaSO ₄
	15	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S	Pb, Fe, Al	O, C, Hg, S, Ca	HgS, CaSO ₄
	16	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S	Pb, Fe, Al, Cl, Si	O, C, Ca, S	CaSO ₄ , material orgânico
	17	C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S	Pb, Ca, S, Fe, Cl	C, O	Material orgânico
	18	C, Ca, Fe, O, S	Ca, S	C, O, Fe	Material orgânico, óxido de ferro, CaSO ₄
	21	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S	S, Ca, Fe, Cl, Al	Pb, C, O	Material com chumbo, CaSO ₄
	22	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Ti	S, Ca, Pb, Fe, Al	C, O, Hg	HgS, CaSO ₄ , material orgânico

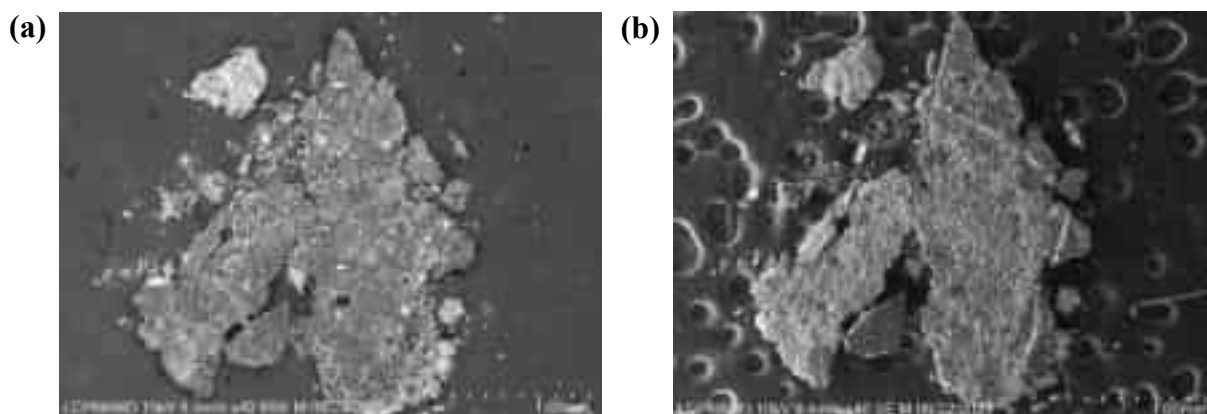
	23, 24 e 25	C, Ca, Fe, O, S	Fe, Ca, S	C, O	Material orgânico, óxido de ferro, CaSO ₄
	26	Al, C, Ca, Fe, Mg, O, Pb, S, Si	Al, Fe, Mg, Pb	C, O, S, Ca, Si	Material orgânico, CaSO ₄ , quartzo
	27	C, Ca, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	Ca, Fe, Si	C, O, S, Pb, Hg	HgS, material com chumbo, CaSO ₄
	28	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S, Si	Ca, Pb, Fe, Al, Si	C, O	Material orgânico, CaSO ₄
	29 e 30	C, Ca, Fe, O, Pb, S, Si	Pb, Fe, Si	C, O, Ca, S	CaSO ₄ , material orgânico
	31	Al, C, Ca, Fe, Mg, O, S, Si	Fe, Si, Al, Mg	O, C, Ca, S	CaSO ₄
	32	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, S	Pb, Fe, Al	O, C, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄

Fonte: Autoria própria.

AMOSTRA 3 - SACRÁRIO DO RETÁBULO LATERAL DE SANTO ANTÔNIO (LADO DO EVANGELHO)

IMAGEM MEV

Figura 38. Imagens obtidas pela MEV da amostra 3 da Igreja Matriz de São Caetano: a) Imagem de BSE em 15 kV; b) Imagem de SE em 10 kV



Fonte: Autoria própria.

TABELA DE RESULTADO

Tabela 18. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 3 da Igreja de São Caetano

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
2, 3 e 5	Al, Ca, C, Fe, Hg, K, O, Pb, S	Material orgânico, CaCO ₃
4, 9, 10 e 19	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S	HgS, material orgânico
6	Al, C, Ca, Cl, Cu, Fe, K, O, S, Si, Zn	Material orgânico, óxido de ferro, CaSO ₄
7	Al, C, Ca, Cl, Cu, Fe, Hg, Mg, O, S, Si, Zn	Material orgânico, material com cobre, ZnO
8, 13, 14, 18, 20 e 23	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, Pb, S, Si	CaSO ₄
11	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	Material orgânico, CaSO ₄ , HgS
12	Al, C, Ca, Fe, K, Na, O, Pb, S, Si	Material orgânico, alumino-silicato de potássio
15 e 24	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	CaSO ₄ , CaCO ₃
16 e 17	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	Material orgânico
21	Al, C, Ca, Fe, K, Mg, Mn, O, P, S, Si	Material orgânico, CaSO ₄ , quartzo
22	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	Material orgânico, óxido de ferro, CaSO ₄

Fonte: Autoria própria.

Tabela 19. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 2 da amostra 3 da Igreja de São Caetano

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
25	Al, Ca, C, Fe, O, S, Si	Óxido de ferro, material orgânico
26	Al, Ca, C, Fe, K, O, Pb, S, Si	Material orgânico, material com chumbo, CaSO ₄ , alumino-silicato de potássio
27	Al, Ca, C, Fe, O, S, Si	CaSO ₄ , material orgânico, óxido de ferro
28 e 34	Al, C, Ca, Fe, Hg, K, O, S, Si	HgS, CaSO ₄ , CaCO ₃ , material orgânico
29, 36 e 42	Al, Ca, C, Fe, Hg, O, S, Si	HgS, material orgânico
30	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S	Material orgânico, HgS

31	Al, Ca, C, Fe, K, Mg, O, P, S, Si, Ti	Alumino-silicato de potássio, óxido de ferro, CaCO ₃
32, 35, 37, 39, 40, 41 e 43	Al, Ca, C, Fe, O, S, Si	CaSO ₄ , material orgânico
33 e 38	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	Material orgânico, CaSO ₄

Fonte: Autoria própria.

Tabela 20. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 3 da amostra 3 da Igreja de São Caetano

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
44, 48, 49, 50 e 51	Al, Ca, C, Fe, Hg, O, S, Si	HgS, CaSO ₄ , material orgânico
45, 46 e 47	Al, Ca, C, Fe, O, S, Si	CaSO ₄
52 e 53	Al, Ca, C, Fe, O, S, Si	CaSO ₄ , óxido de ferro, material orgânico

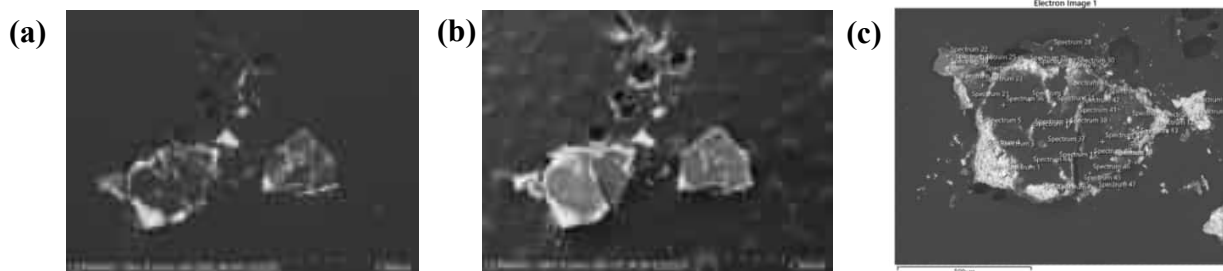
Fonte: Autoria própria.

Museu de Arte Sacra da Universidade Federal da Bahia (MAS/UFBA)

AMOSTRA 1

IMAGENS MEV

Figura 39. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 do Museu de Arte Sacra: a) Imagem de BSE em 15 kV; b) Imagem de SE em 10 kV; c) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1



Fonte: Autoria própria.

TABELA DE RESULTADO

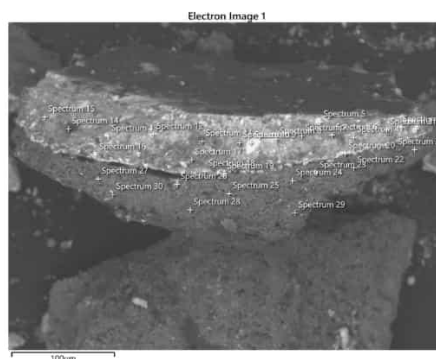
Tabela 21. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 1 do Museu de Arte Sacra

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
1, 4, 26, 27, 29 e 36	Al, C, Ca, Cl, Fe, Na, O, Pb, Si	PbCO ₃ , material orgânico, CaCO ₃
2, 6, 8, 10, 15, 24, 31, 35, 36, 37, 38, 39	Al, C, Ca, Cl, O, Pb, Si	Material orgânico, PbCO ₃
3, 7, 14, 16, 17, 26, 27, 32 e 43	Al, C, Ca, Cl, O, Pb	Material orgânico, PbCO ₃ , PbCl
13, 20, 21, 31, 32, 33, 42 e 46	Al, C, Ca, Cl, O, Pb	Material orgânico, CaCO ₃ , PbCO ₃
9 e 30	Al, C, Ca, Mg, O, Pb	CaCO ₃ , material orgânico
11, 12, 18, 19, 23, 34, 39 e 40	Al, C, Ca, Cl, O, Pb	Material orgânico, alumino-silicato
22 e 25	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Si	Material orgânico, alumino-silicato, óxido de ferro
28, 35, 36, 37, 38, 41 e 46	Al, C, Ca, O, Pb, Si	Material orgânico
43	Al, C, Ca, Cl, O, Pb, Si	Material orgânico, CaCO ₃ , PbCO ₃ , quartzo
45 e 47	Al, B, C, Ca, O	Material orgânico, material com boro

Fonte: Autoria própria.

ANÁLISE DE CAMADA

Figura 40. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 1 do Museu de Arte Sacra



Fonte: Autoria própria.

Tabela 22. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento da amostra 1 do Museu de Arte Sacra

LOCAL	ESPECTRO	ELEMENTOS	MINORITÁRIOS	MAJORITÁRIOS	MATERIAL
Camada 1	1, 2, 3 e 5	Al, C, Ca, O Pb, Si	Pb, Si, Ca	C, O, Al	Material orgânico, alumino-silicato
	4	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Si	Si, Fe, Cl	C, O, Ca, Pb, Al	Material orgânico, PbCO ₃ , CaCO ₃
	6 e 7	Al, C, Ca, Cl, O, Pb, Si	Cl, Ca, Si, Al	Pb, C, O	Material orgânico, PbCO ₃
	8 e 13	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Si	Al, Cl, Si, Fe	Pb, C, O, Ca	Material orgânico, PbCO ₃ , CaCO ₃
	9, 10 e 12	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Si	Ca, Al, Cl, Fe, Si	C, O, Pb	Material orgânico, PbCO ₃
	11	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Si	Si, Pb, Fe, Cl	C, O, Ca, Al	Material orgânico, CaCO ₃ , alumino- silicato
	14 e 15	Al, C, Ca, Cl, Fe, Mg, O, Pb, Si	Ca, Si, Al, Fe, Mg	C, O, Pb, Cl	Material orgânico, PbCO ₃ , material com cloro
	17	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Si	Fe, Si, Cl	C, O, Ca, Al, Pb	Material orgânico, PbCO ₃ , CaCO ₃
Camada 2	16, 18 e 19	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, O, Pb, Si, Ti	Fe, Pb, Ca, Cl, K	C, O, Al, Si	Material orgânico, óxido de ferro, alumino-silicato
	20	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, SiC, Pb, O, Cl	Cl, Ca, Al, Fe, Si	C, O, Pb	Material orgânico, PbCO ₃ , material com cloro
Camada 3	21	Al, C, Ca, Fe, O, Pb, Si	Fe, Si, Ca, Pb	C, O, Al	Material orgânico, alumino-silicato
	22	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, Mn, O, Pb, Si, Ti	Pb, Ti, K, Mn, Ca, Cl	O, C, Si, Fe, Al	Alumino-silicato, óxido de ferro
	23	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, O, Pb, Si	Pb, Ca, Cl, K	O, C, Al, Si, Fe	Alumino-silicato, óxido de ferro
	24	Al, C, Ca, Fe, K, O, Pb, Si	Fe, Pb, Ca, K	C, O, Si, Al	Material orgânico, alumino-silicato

	25, 26 e 29	Al, C, Ca, Fe, K, O, Pb, Si, Ti	Pb, K, Ca, Ti	C, O, Si, Al, Fe	Material orgânico, alumino-silicato, óxido de ferro
	27 e 30	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O, Pb, Si	Pb, Al, Fe, Si, Ca, Cl, K, Na	C, O	Material orgânico
	28	Al C, Ca, Fe, K, Mg, O, Pb, Si	Fe, Pb, K, Mg, Ca	O, C, Si, Al	Material orgânico, alumino-silicato

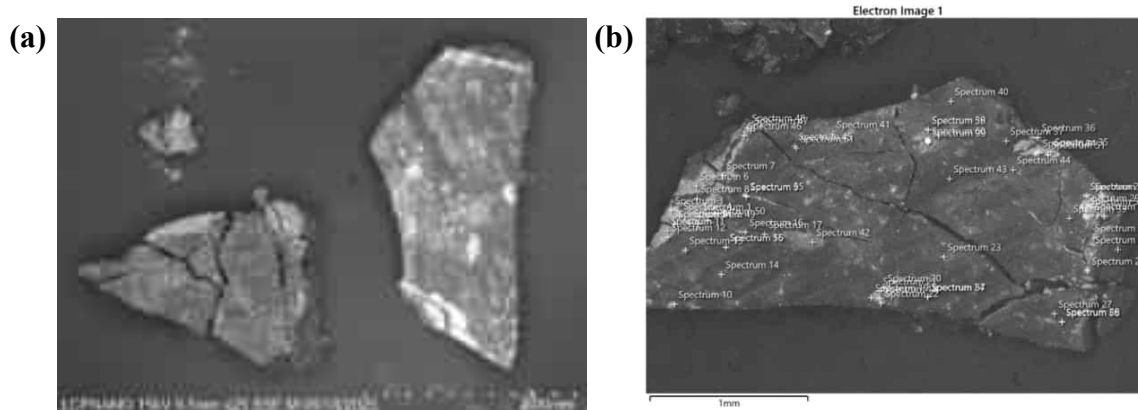
Fonte: Autoria própria.

Órgão da Sé De Mariana - Catedral Basílica Nossa Senhora da Assunção, Mariana - MG

AMOSTRA 1

IMAGENS MEV

Figura 41. Imagens obtidas pela MEV da amostra 1 do Órgão de Mariana: a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1



Fonte: Autoria própria.

TABELA DE RESULTADO

Tabela 23. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 1 do Órgão de Mariana

ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
1, 20, 23, 27, 28 e 47	Ag, Au, C, Fe, O	Material orgânico, liga ouro-prata
2, 3, 4, 18, 29 e 46	C, Cl, Fe, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo

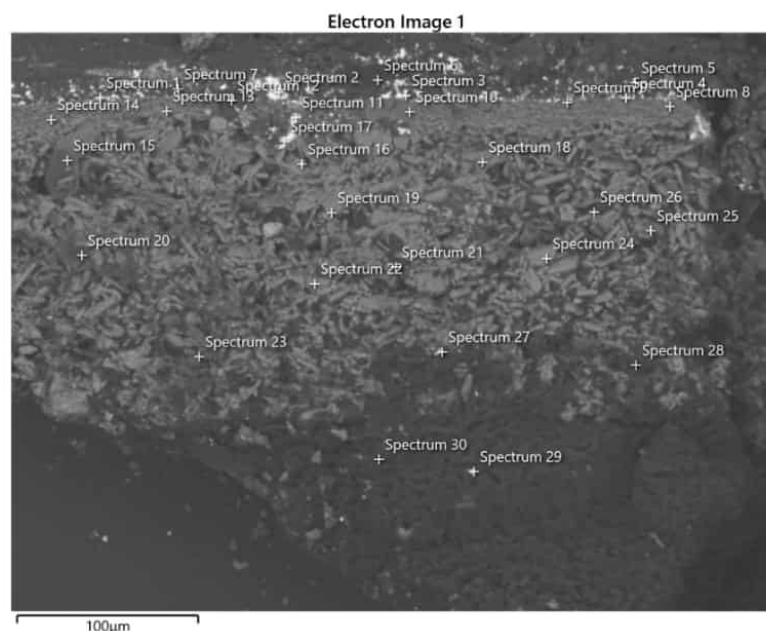
5, 14 e 15	C, Ca, Cl, Hg, O, Pb, Zn	Material orgânico, material com chumbo, ZnO
6	C, Cl, Hg, O, Pb, S	Material orgânico, HgS, material com chumbo, PbCl
7 e 30	C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Zn	Material orgânico, material com chumbo
8	C, Ca, Fe, O	Material orgânico
9 e 19	Al, Au, C, Ca, Cl, Fe, O, S, Si, Zn	Material orgânico, ouro, CaCO ₃ , óxido de ferro
10, 46 e 54	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Si, Zn	Material orgânico, material com chumbo, PbCl
11	C, Ca, Cl, O, Pb, Zn	Material orgânico, material com chumbo, CaCO ₃
12	C, Ca, O, Zn	Material orgânico, CaCO ₃ , ZnO
13	C, Ca, Fe, O, Si	Material orgânico, óxido de ferro
14	C, Ca, Cl, Hg, O, Pb, S, Zn	Material orgânico, material com chumbo, HgS
15, 36 e 44	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S, Si, Zn	Material orgânico
16 e 17	Au, C, Ca, Cl, O, Zn	Ouro, material orgânico
21	C, Ca, Cl, Fe, Na, O, Pb	Material orgânico, PbCO ₃
22	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, P, Pb, Si, Zn	PbCO ₃ , ZnO, Ca ₃ (PO ₄) ₂ , CaCO ₃ , material orgânico
24, 33 e 45	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, S, Zn	Material orgânico, CaSO ₄
25	Au, C, Fe, O, Pb	Ouro, material orgânico, óxido de ferro
26	C, Ca, Cl, Fe, O, S	Material orgânico
27 e 31	Al, Au, C, Ca, Fe, Na, O	Material orgânico, ouro, óxido de ferro
32	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si, Zn	Material orgânico, óxido de ferro
34	C, Ca, Fe, O, Pb, Zn	Material orgânico, material com chumbo, óxido de ferro
35 e 53	Au, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, Zn	Material orgânico, ouro, material com chumbo, óxido de ferro
37 e 57	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, S, Si, Zn	Material orgânico, HgS, óxido de ferro
38, 39	Al, Ba, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S, Si, Zn	Material orgânico, ZnO, material com cloro, CaSO ₄

40, 42 e 61	Al, C, Ca , Cl, Fe, O , S, Si, Zn	Material orgânico, CaSO ₄
41	Al, C, Ca , Cl, Fe, O , S, Si, Zn	Material orgânico, CaSO ₄ , ZnO
43, 56 e 58	Al , C, Ca, Cl, Fe, K, Mg, Na, O , S, Si , Zn	Material orgânico, alumino-silicato
48	C , Ca, Pb, O , S	Material orgânico
49 e 50	Ag, Au , C, Cu, Fe, O , Pb,	Liga ouro-prata-cobre, material orgânico
51	Al, C, Ca, Cl, Fe , O , Pb , Si	Material orgânico, material chumbo, óxido de ferro
52	C , Fe, O, Pb	Material chumbo, material orgânico
55	Al, Au , C, Ca, Cl, Cr, Fe , O , Si, Zn	Liga ouro – cromo, material orgânico, óxido de ferro
59 e 60	Al, Ba, C, Ca, Cl , Fe, Hg , Na, O , Pb, S, Si, Zn	Material orgânico, HgS, ZnO, material com cloro

Fonte: Autoria própria.

ANÁLISE DE CAMADA

Figura 42. Imagem dos pontos coletados no fragmento da amostra 1 do Órgão de Mariana



Fonte: Autoria própria.

Tabela 24. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do fragmento 1 da amostra 1 do Órgão de Mariana

LOCAL	ESPECTRO	ELEMENTOS	MINORITÁRIOS	MAJORITÁRIOS	MATERIAL
Camada 1	1	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	Fe, Ca, Al, Si	C, O, Hg, S	HgS, material orgânico
	2	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb	Cl, Fe, Ca, Al	C, Pb, O	Material orgânico, material com chumbo
	3	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si, Zn	Fe, Hg, Al, Si, Zn	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄
	5	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, S, Si	S, Al, Si, Cl, Hg	C, O, Fe, Ca	Material orgânico, óxido de ferro, CaCO ₃
	6	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S	S, Hg, Fe, Ca, Al	C, O	Material orgânico
	7	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, Pb, S, Si, Zn	Ca, Zn, Fe, Hg, Al, Cl, Si, Pb	C, O, S	Material orgânico, CaSO ₄
	12	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, Pb, S, Si, Zn	Fe, S, Ca, Al, Si, Pb, Zn, Hg, Si	C, O	Material orgânico
Camada 2	4	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	Al, Hg, Si	C, O, S, Fe, Ca	Material orgânico, CaSO ₄ , óxido de ferro
	8	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	Fe, Al, Si	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄
	9 e 11	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, S, Si, Zn	Hg, Fe, Zn, Si, Cl	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄ , HgS
	10	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, S, Si	Fe, Al, Si, Cl	C, O, S, Ca, Hg	Material orgânico, HgS, CaSO ₄
	13	Al, C, Ca, Cl, Fe, Hg, O, S, Si, Zn	S, Fe, Ca, Hg, Al, Zn, Si, Cl	C, O	Material orgânico

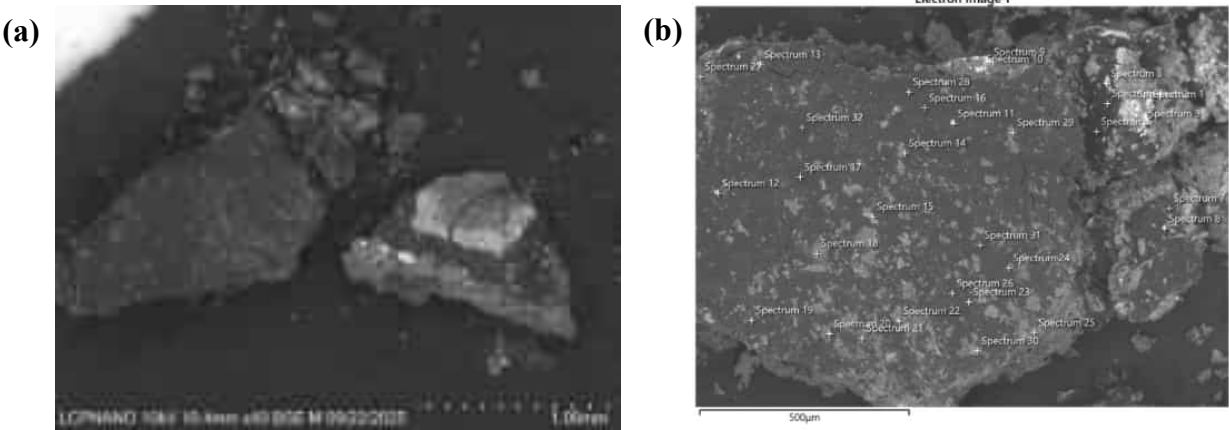
	14	Al, C, Ca, Fe, Hg, O, S, Si	S, Hg, Fe, Ca, Al, Si	C, O	Material orgânico, HgS
	17	Al, C, Ca, Fe, Hg, Na, O, S, Si, Ti	Fe, Ca, Na, Ti	C, O, S, Hg, Al, Si	Material orgânico, HgS, aluminato-silicato
Camada 3	15	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	Fe, Al, Si	C, Ca, O, S	Material orgânico, CaSO ₄
	16	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, Pb, S, Si, Zn	Fe, Al, Cl, Si, Pb, Zn	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄ , óxido de ferro
	18	Al, C, Ca, Cl, Fe, O, S, Si, Zn	Fe, Zn, Al, Si, Cl	O, C, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄
	19 e 20	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	Fe, Al, Si	C, Ca, O, S	Material orgânico, CaSO ₄
	21 e 24	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si, Zn	Fe, Zn, Al, Si	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄ , óxido de ferro
	22, 26 e 27	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	Fe, Al, Si	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄ , óxido de ferro
	23	Al, C, Ca, Fe, Mg, O, S, Si, Zn	Fe, Zn, Si, Mg, Al	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄
	25	Al, C, Ca, Fe, Hg, Mg, O, S, Si, Zn	Fe, Zn, Al, Si, Mg	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄
Camada 4	28	Al, C, Ca, Fe, O, S, Zn	Fe, Zn, Al	C, O, Ca, S	Material orgânico, CaSO ₄
	29	Al, C, Ca, Fe, O, S	Ca, S, Al	C, O, Fe	Material orgânico, óxido de ferro
	30	Al, C, Ca, O, Fe, S	Fe, Ca, S, Al	C, O	Material orgânico

Fonte: Autoria própria.

AMOSTRA 2

IMAGENS MEV

Figura 43. Imagens obtidas pela MEV da amostra 2 do Órgão de Mariana: a) Imagem de BSE em 10kV; b) Imagem da análise MEV-EDS (BSE) – área 1



Fonte: Autoria própria.

TABELA DE RESULTADO

Tabela 25. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos da área 1 da amostra 2 do Órgão de Mariana

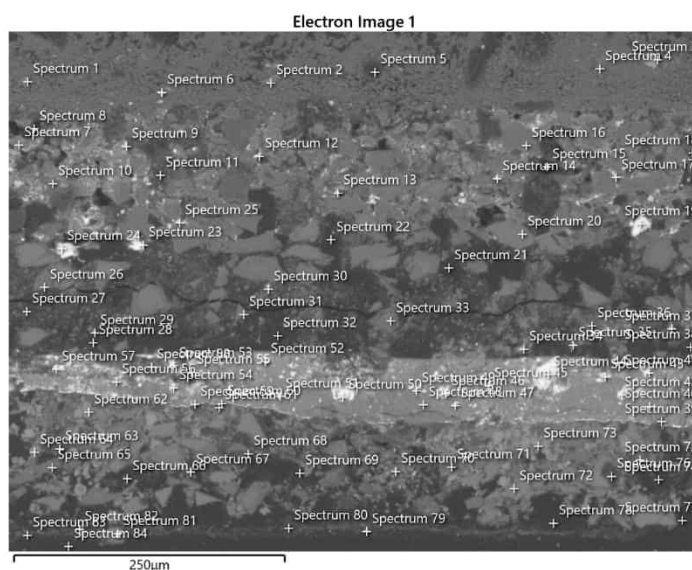
ESPECTRO	ELEMENTOS	MATERIAL SUGERIDO
1, 2 e 5	Ag, Al, Au , C, Ca, Cu , Fe, K, O , Pb, S, Si	Material orgânico, liga ouro-prata-cobre
3 e 9	Au, C, Ca, Cu , Fe, K, O , Pb, Si	Material orgânico, liga ouro-cobre, óxido de ferro, quartzo
4	C , Fe, K , O , S, Si	Material orgânico, K ₂ SiO ₃
5	Au , C, Ca, Cu, Fe, K, O , Pb, Si	Material orgânico, liga ouro-cobre, óxido de ferro, quartzo
6 e 20	C , Fe, K, O , Si	Material orgânico, óxido de ferro
7	C , Ca, Fe, K, O , Si	Material orgânico
8, 18 e 25	Al, C, Ca , Fe, Mg, O , P, S, Si	Material orgânico, CaSO ₄
9	C , Fe, O , Si	Material orgânico, óxido de ferro

10	C, Ca, Cu, Fe, O	Material orgânico, óxido de ferro, material com cobre
11	C, Ca, Cl, Fe, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo
12 e 14	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, Mn, O, S, Si	Material orgânico, óxido de ferro, alumino-silicato
13 e 31	Al, C, Ca, Fe, O, Si	Quartzo, alumino-silicato, material orgânico
14	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O, S, Si, Ti	Material orgânico, óxido de ferro, alumino-silicato
15	Al, As, Ba, C, Ca, Cl, Co, Fe, K, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt
16, 17 e 32	C, Ca, Cl, Fe, K, O, S, Si	Material orgânico
18	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, O, S, Si, Zn	Material orgânico, CaSO ₄
19, 23 e 24	Al, Ba, C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O, S, Si, Zn	Material orgânico, BaSO ₄
21	Al, As, C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O, S, Si, Zn	Material orgânico, quartzo, ZnO, As ₂ O ₃
22 e 30	Al, C, Ca, Fe, K, O, Si	Material orgânico, óxido de ferro, alumino-silicato
26	C, Ca, Cl, Fe, K, O, S, Si, Zn	Material orgânico, óxido de ferro
27	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, O, S, Si, Zn	Material orgânico, quartzo
28	C, Ca, Cl, Fe, K, O, S, Zn	Material orgânico
29	Al, C, Ca, Cl, Fe, K, Mg, Na, O, S, Si, Zn	Material orgânico, alumino-silicato
31	Al, As, C, Ca, Cl, Fe, K, Na, O, S, Si	Material orgânico, quartzo

Fonte: Autoria própria.

ANÁLISE DE CORTE

Figura 44. Imagem dos pontos coletados no corte da amostra 2 do Órgão de Mariana



Fonte: Autoria própria.

Tabela 26. Resultados dos espectros de EDS pontuais obtidos do corte da amostra 2 do Órgão de Mariana

LOCAL	ESPECTRO	ELEMENTOS	MINORITÁRIOS	MAJORITÁRIOS	MATERIAL
1	77	As, C, Ca, I, K, O, Si	Si, I, Ca, K, As	C, O	Material orgânico
	78	C, Ca, Cu, K, O, Pb, Si	Si, Pb, K, Ca, Cu	C, O	Material orgânico, material com cobre
	79	Al, Ba, C, Ca, Cl, Cu, Fe, K, O, P, Pb, S, Si, Zn	Ba, Pb, Zn, Cu, Si, Fe, Al, Ca, K, Cl, P	C, O, S	Material orgânico, BaSO ₄
	80	Al, As, C, Ca, Cl, Cu, I, K, Na, O, Pb, S, Si, Zn	Si, Ca, K, Zn, Cu, I, Cl, S, As, Na, Al	C, O	Material orgânico, quartzo, material com cobre
	82	Al, As, Ba, C, Ca, Cl, Cu, Fe, K, O, S, Si, Zn	Si, S, Ca, Cu, K, Zn, Al, Ba, Cl, Fe, As	C, O	Material orgânico, quartzo, CaSO ₄
	83	C, Ca, Cl, I, K, O, S, Si	Ca, I, K, S, Cl	C, Si, O	Material orgânico, quartzo
	84	Al, C, Ca, Fe, O, S, Si	Si, S, Fe, Ca, Al	C, O	Material orgânico
2	62	C, Cu, I, K, O, Pb, S, Si	Si, K, Pb, I, S	C, O, Cu	Material orgânico, material com cobre
	63	Al, As, C, Ca, Cl, Cu, I, K, O, S, Si	I, Cu, K, Ca, S, As, Cl	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, material com cobre
	64	C, Ca, Cl, Cu, K, O, Pb, Si	Si, Pb, Ca, Cl, K	C, O, Cu	Material com cobre
	65	Al, As, Ba, Ca, Co, Cu, K, O, Si	As, Ba, Co, K, Cu, Al, Ca	C, O, Si	Quartzo, smalt, material com cobre

	66	C, Ca, Cu, K, O, Pb, S, Si	Si, Pb, Cu, Ca, S, K	C, O	Material orgânico, quartzo, PbCO ₃
	67 e 70	C, Ca, Cu, I, K, O, Pb, Si	Si, K, Pb, I Ca	C, O, Cu	Material orgânico, material com cobre
	68	Al, As, Ba, C, Ca, Cl, Co, Cu, K, O, Pb, S, Si	K, Co, S, Ba, Cu, Cl, Al, Pb, As	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt, material com cobre
	69	C, Ca, Cu, I, K, O, Pb, S, Si	Si, Ca, K, Cu, I, S, Pb	C, O	Material orgânico, quartzo, material com cobre
	71	Al, As, Ba, C, Ca, Cl, Co, Cu, Fe, K, O, Pb, Si	Cu, Ba, Pb, K, Co, As, Fe, Ca, Al, Cl	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt
	72	Al, As, Ba, C, Cl, Co, Cu, Fe, K, Na, O, Si	As, K, Ba, Co, Fe, Al, Na, Cu, Cl	C, O, Si	Quartzo, material com cobre, smalt
	73	C, Ca, Cl, Cu, I, K, O, Pb, Si	Cu, Cl, I, K, Pb, Ca	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, material com cobre
	74	As, C, Cu, K, O, Pb, Si	Si, Pb, Cu, As, K	C, O	Material orgânico
	75	Al, As, Ba, C, Ca, Co, Cu, K, O, Pb, Si	As, Ba, Co, Pb, Cu, K, Al, Ca	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, material com cobre, smalt
	76	As, Ba, Br, C, Ca, Co, K, O, Si	K, As, Ba, Co, Br, Ca	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt
	81	Al, As, Ba, C, Ca, Co, Fe, K, O, Si	K, As, Ba, Co, Fe, Al, Ca	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt
3	59	Al, As, Au, C, Cu, Fe, I, K, O, Pb, Si	I, Al, Fe, Cu, K, Au, As	C, O, Si, Pb	Material orgânico, material com chumbo, quartzo, liga ouro-cobre
	60	Al, As, Au, C, Ca, Cu, K, Na, O, Pb, Si	Si, K, Cu, Au, Na, Al, As	C, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo, liga ouro-cobre, smalt
	61	Ba, C, Ca, Cl, Cu, K, O, Pb, Si	Si, Cu, Pb, K, Ba, Ca, Cl	C, O	Material orgânico, quartzo, material com cobre
4	39	C, Ca, Cu, I, K, O, Pb, Si	Pb, I, Ca, K, Cu	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, material com chumbo, material com iodo
	40	Al, C, K, O, Pb, Si	Si, K, Al	C, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo
	41, 42, 44 e 51	C, O, Pb, Si	Si	C, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo
	43 e 50	Al, C, Ca, Cu, I, K, Na, O, Pb, Si	Si, I, Cu, K, Ca, Na, Al	C, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo, material com cobre
	45 e 46	C, I, O, Pb, Si	Si, I	C, O, Pb	Material com chumbo
	47 e 48	C, Ca, I, K, O, Pb, Si	Si, I, K, Ca	C, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo

	49, 53 e 54	Al, C, I, K, O, Pb, Si	Si Al, K, I	C, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo, alumino-silicato
	52	Al, C, Ca, Fe, K, O, Pb, Si	Si, K, Fe, Ca, Al	C, O, Pb	Material orgânico, material com chumbo, alumino-silicato
	55	Al, C, Ca, Cu, Fe, I, K, O, Pb, Si	I, Fe, Ca, K, Al, Cu	C, O, Pb, Si	Material orgânico, material com chumbo, quartzo, material com cobre
	56	Al, Au, C, Cu, I, O, Pb, Si	Cu, Al, Au	C, O, I, Pb, Si	Material orgânico, material com chumbo, material com iodo, liga ouro-cobre
	57	Al, C, I, O, Pb, Si	Si, I, Al	C, O, Pb	Material com chumbo, material orgânico
	58	Al, As, C, Ca, Cl, Co, Cu, Fe, I, K, O, Pb, S, Si, Ti	As, I, K, Pb, Ti, Fe, Co, Ca, Cu, Al	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt,
5	19	C, Cl, I, O, Pb, Si	I	C, O, Pb, Cl, Si	Material orgânico, PbCO ₃ , material com cloro
	20 e 26	Al, As, C, Ca, Co, Fe, K, Ni, O, Si	Co, Fe, Ca, Al, Ni	C, O, Si, K, As	Quartzo, smalt
	21	As, C, Ca, Cl, K, O, Pb, S, Si	Si, Pb, Ca, As, K, S, Cl	C, O	Material orgânico
	22	As, C, Ca, K, O, S, Si	Si, Ca, As, S, K	C, O	Material orgânico, quartzo
	23	Al, C, Ca, Cl, I, K, O, Pb, Si	Si, I, K, Ca, Al	C, O, Pb, Cl	Material orgânico, PbCO ₃ , PbCl
	24	Al, As, C, Ca, Cl, I, K, O, Pb, Si	Cl, Al, As, K, Ca	C, O, I, Pb, Si	Material orgânico, PbCO ₃ , material com iodo, quartzo
	27	C, Ca, K, O, Si	Ca, K	C, Si, O	Material orgânico, quartzo
	28	Al, C, Ca, Cl, Fe, I, K, O, Pb, S, Si	Si, Pb, Fe, I, Ca, K, S, Al, Cl	C, O	Material orgânico
	29 e 30	Au, C, Ca, Cl, Cu, I, K, O, Pb, S, Si	Si, Pb, Au, I, Ca, S, K, Cu, Cl	C, O	Material orgânico, liga ouro-cobre
	31 e 33	Al, As, C, Ca, Cl, Co, Fe, K, O, Pb, Si	As, K, Co, Fe, Pb, Ca, Al, Cl	C, O, Si	Quartzo, smalt
	32	C, Ca, K, O, Pb, S, Si	Si, Pb, Ca, K, S	C, O	Material orgânico
	34	Al, C, Ca, I, K, O, Pb, Si	Si, Ca, K, Al	C, O, I, Si, Pb	Material orgânico, material com iodo, quartzo, material com chumbo
	35 e 37	C, Ca, I, K, O, Pb, Si	Si, Pb, I, Ca, K	C, O	Material orgânico
	36	Al, C, I, O, Pb, Si	Pb, I, Al	C, O, Si	Material orgânico, quartzo
	38	C, K, O, Pb, S, Si	Si, Pb, K, S	C, O	Material orgânico

6	7	Al, As, C, Ca, Cl, Co, Fe, I, O, Pb, S, Si	I, Pb, Ca, As, S, Cl, Fe, Al, K, Co	C, O, Si	Material orgânico, quarto, smalt
	8	Al, C, Ca, Cl, I, K, Mg, O, Pb, S, Si	I, K, Cl, Al, Mg, Pb	C, O, Si, S, Ca	Material orgânico, quartzo, CaSO ₄
	9	Al, As, C, Ca, Cl, Co, Fe, I, K, O, Pb, S, Si	As, Ca, Fe, Pb Co, I, S, K, Cl, Al	C, O, Si	Material orgânico, smalt, quartzo
	10	As, Br, C, Ca, Cl, I, K, O, Pb, S, Si	S, Ca, I, Cl, K, Pb, Br, As	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, CaSO ₄
	11	Al, As, C, Ca, Cl, I, K, Na, O, S, Si	Si, Ca, S, I, As, K, Cl, Na	C, O	Material orgânico, quartzo
	12 e 18	Al, As, C, Ca, Cl, I, K, O, Pb, S, Si	Si, As, Ca, S, I, Pb K, Cl	C, O	Material orgânico, quartzo
	13	Al, As, C, Ca, Cl, I, K, Na, O, P, Pb, S, Si	Si, Ca, As, K, S, Cl, Al, Na, P	C, O, Si, Pb, I	Material orgânico, material com iodo, PbCO ₃
	14 e 17	Al, As, C, Ca, Co, Fe, I, K, O, Pb, S, Si	As, I, Co, Fe, Pb, S, K, Al	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt material com iodo
	15	As, C, Ca, K, O, Pb, S, Si	Pb, Ca, S, As, K	C, O, Si	Material orgânico, quartzo
	16	Al, As, C, Ca, Cl, Co, Fe, K, O, S, Si	As, Fe, Co, Ca, S, Al, K, Cl	O, C, Si	Quartzo, smalt
	25	Al, As, C, Ca, Co, Fe, I, K, O, S, Si	As, Co, Fe, I, Ca, K, S, Al	C, O, Si	Material orgânico, quartzo, smalt, óxido de ferro
7	1 e 2	Al, C, Ca, Cl, I, K, O, Pb, S, Si	Pb, Cl, Si, I, K, Al	O, C, S, Ca	CaSO ₄
	3	C, Ca, O, S, Si, Sr	Ca, Si	C, O, S, Sr	Material orgânico, SrSO ₄
	4	C, Ca, O, S, Si	Ca, S	C, Si, O	Material orgânico, quartzo
	5	Al, C, Ca, O, S, Si	Ca, S, Si, Al	C, O	Material orgânico, CaSO ₄
	6	Al, C, Ca, I, O, Pb, S, Si, Sr	I, Si, Al	C, O, S, Sr, Ca	Material orgânico, SrSO ₄ , CaSO ₄

Fonte: Autoria própria.

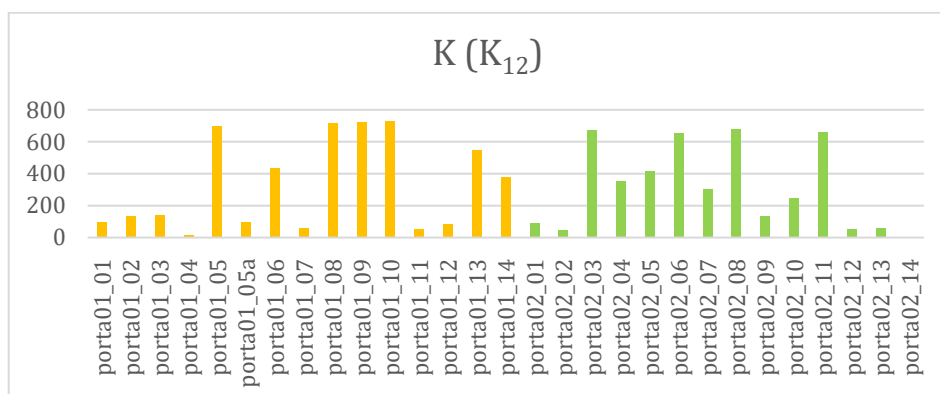
EDXRF

Tabela 27. Pontos analisados por fluorescência de raios X. As colunas se referem a cor no qual o ponto foi analisado

LOCAL	DOURADO		VERDE	VERMELHO
	Ponto na cor verde	Ponto na cor vermelha		
Porta 1	6, 7 e 14	1, 4 e 11	5, 8, 9, 10 e 13	2, 3 e 12
Porta 2	4, 5, 7, 9 e 10	2	3, 6, 8 e 11	1, 12, 13 e 14

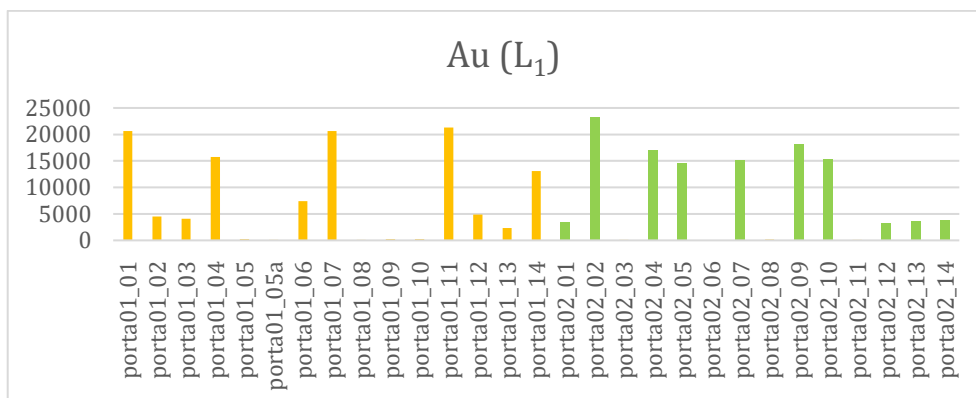
Fonte: Autoria própria.

Figura 45. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento potássio (K). A linha K₁₂ representa a soma das transições características K_{α1} e K_{α2} do elemento



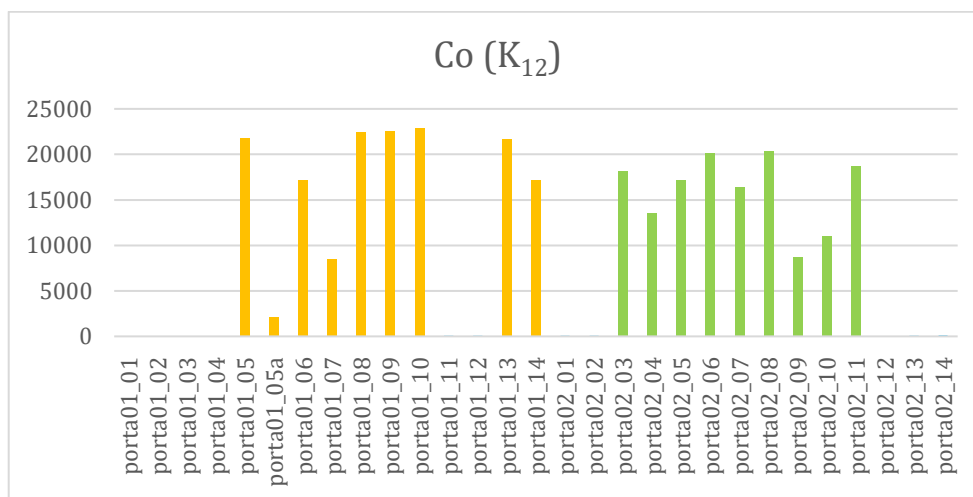
Fonte: Autoria própria.

Figura 46. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento ouro (Au). A linha L₁ representa a transição característica do ouro



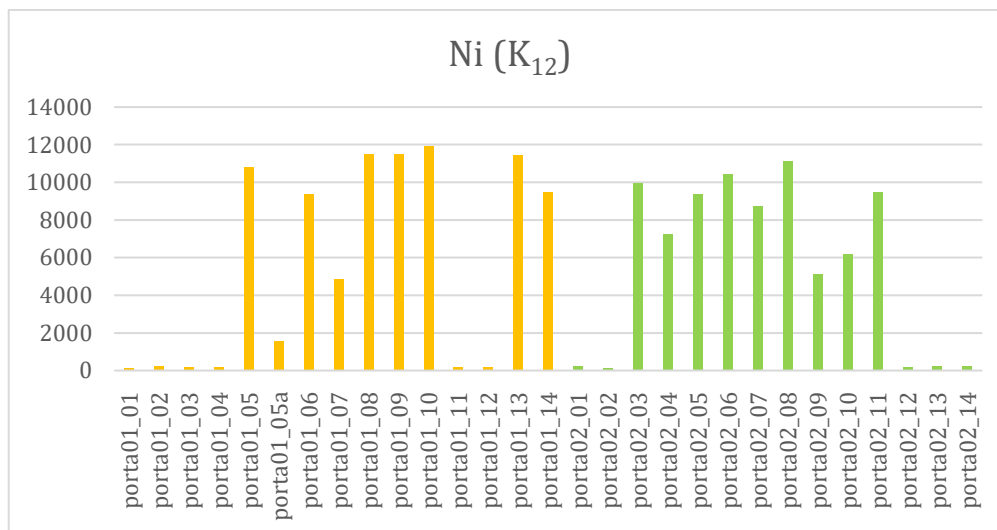
Fonte: Autoria própria.

Figura 47. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento cobalto (Co). A linha K₁₂ representa a soma das transições características K α ₁ e K α ₂ do elemento



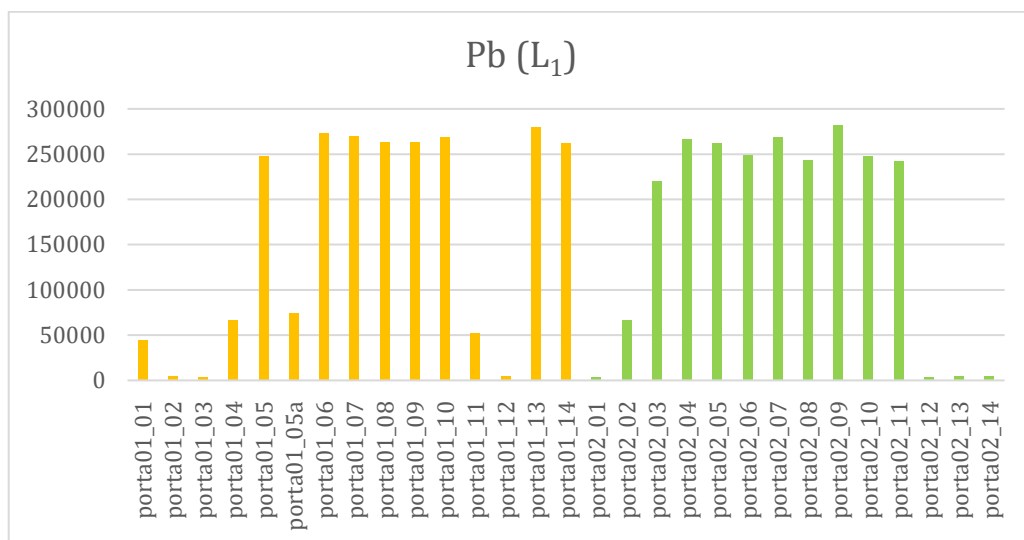
Fonte: Autoria própria.

Figura 48. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento Níquel (Ni). A linha K₁₂ representa a soma das transições características K α ₁ e K α ₂ do elemento



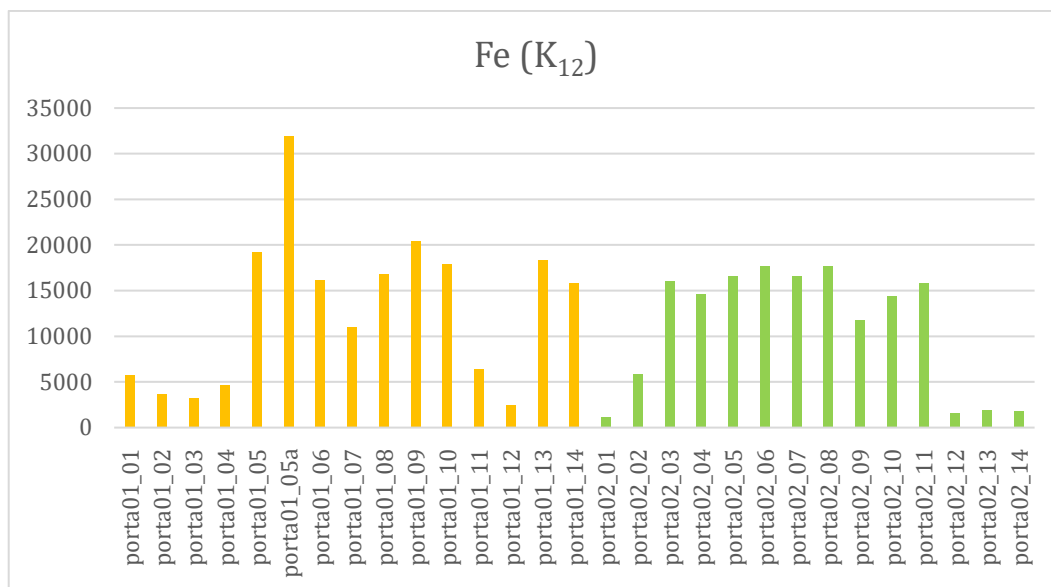
Fonte: Autoria própria.

Figura 49. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento chumbo (Pb). A linha L₁ representa a transição característica do chumbo



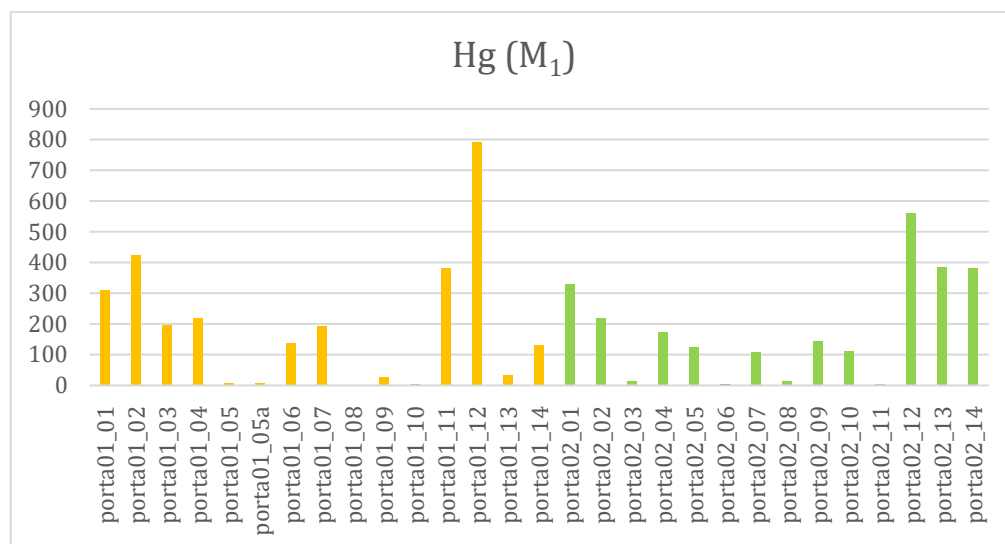
Fonte: Autoria própria.

Figura 50. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento ferro (Fe). A linha K₁₂ representa a soma das transições características K α_1 e K α_2 do elemento



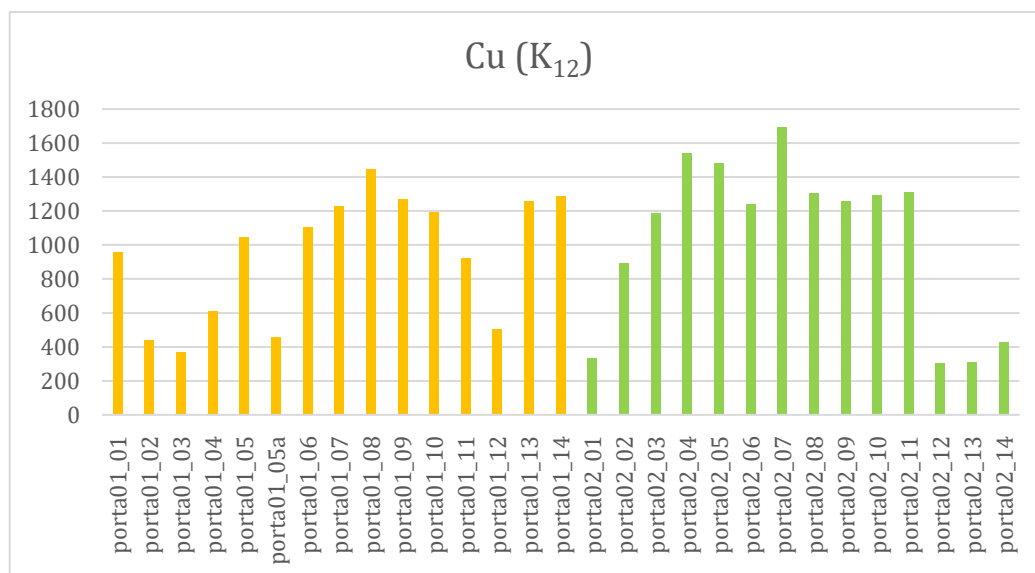
Fonte: Autoria própria.

Figura 51. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento mercúrio (Hg). A linha M_1 representa a transição característica do chumbo



Fonte: Autoria própria.

Figura 52. Análise de fluorescência de raios X das portas do órgão de Mariana referentes ao elemento cobre (Cu). A linha K_{12} representa a soma das transições características $K\alpha_1$ e $K\alpha_2$ do elemento



Fonte: Autoria própria.