

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS-ARTES



**A INFLUÊNCIA DAS MASSAS DE PREENCHIMENTO NO PROCESSO DE
REINTEGRAÇÃO CROMÁTICA EM PINTURA DE CAVALETE:
Estudo analítico para carnações.**

Alexandre Ferreira Xavier

Trabalho de Projeto

Mestrado em Ciências da Conservação, Restauro e Produção de Arte Contemporânea

Trabalho de Projeto orientado pela Profa. Doutora Ana Maria dos Santos Bailão e
coorientado pela Profa. Doutora Marta Manso Sampaio

2021

RESUMO

As perdas da camada cromática e da camada de preparação são um problema comum na pintura de cavalete. Quando estas perdas se localizam em áreas de carnação, há um fator adicional de preocupação, uma vez que a carnação é a região que mais capta a atenção do apreciador das obras de arte.

O preenchimento de lacunas com a escolha da formulação da massa de preenchimento mais apropriada para esta situação é uma etapa de fundamental importância.

O objetivo desta investigação foi perceber de que forma os materiais constituintes da massa de preenchimento influenciam a reintegração cromática, e como recorrer à massa de preenchimento para auxiliar o acerto de cor. Para a concretização deste objetivo, o estudo foi direcionado para o preenchimento de lacunas e para a reintegração cromática de carnações, utilizando como caso de estudo uma obra do acervo da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa – FBAUL.

Foram selecionadas e testadas, em maquete, 29 formulações de massas de preenchimento (tradicionais, sintéticas e comerciais), sendo 21 não pigmentadas e 8 pigmentadas em ambiente laboratorial. Para o processo de reintegração, e sobre as primeiras 21 massas, foram utilizados três tipos de tintas comercializadas para a conservação e restauro (aguarela, guache e resina mástique). Para as 8 seguintes, foram preparadas massas com adição controlada de pigmentos, para criação de uma escalada de luminosidade. Concluído o processo, as formulações dos dois sistemas (massa+tinta e massa+pigmento) foram comparadas.

Através do uso de técnicas de análise, pretendeu-se identificar as diferenças cromáticas que as massas testadas apresentaram entre si e em comparação com a cor da carnação original. Além disso, foi importante documentar e compreender estas interações para que o processo de reintegração comece a ser pensado desde a aplicação das massas de preenchimento. O reconhecimento da sua influência tem sido feito de modo empírico, e este estudo é um contributo científico para a seleção de massas de preenchimento.

Foi possível, através da aplicação de técnicas de medição de cor e refletância, diferenciar as massas entre si e com isso, classificá-las por ordem de similaridade com base numa referência medida na obra. Também foi realizada uma intervenção prática numa pintura do acervo da faculdade, e, com base nestes resultados, foi possível propor um protocolo, que se disponibiliza à comunidade de conservadores-restauradores, como um contributo para a área de estudos da reintegração cromática.

Palavras-Chave: Pintura de cavalete; massas de preenchimento; carnação; reintegração cromática; medição de cor.

ABSTRACT

Losses on chromatic and preparation layers are a common problem on easel paintings. When the losses are on flesh zones, there is an additional factor of concern, since this is the region that captures the biggest attention of the art appreciator.

The choice of the most appropriate filling mass formulation for this situation is a crucial step.

The purpose of this investigation was to understand, how the constituent materials from filler influence chromatic reintegration and how the filling materials can be used to assist in color matching on skin areas. To reach this target, the study was directed to filling and retouching of flesh zones, using a painting as a study case, belonging to Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa – FBAUL collection.

It was selected and tested 29 filling formulations (between traditional, synthetic and ready-made formulas) being 21 not pigmented and 8 pigmented on laboratory, applied over a mockup model. The 21 not pigmented samples were covered by distinct inks, usually applied in chromatic reintegration. These samples were compared between each other, as well as the 8 pigmented fillers, on different levels of luminosity.

Using non-destructive imaging and analytical techniques, were identified the differences that the tested fillers might present when interacting with the applied color. It is intended to document and understand these interactions so that the reintegration process could begin to be thought from the application of filling materials. Recognition of their influence is so far done empirically. This study is another contribution to the selection of fillers.

Using color and reflectance measurement, the samples could be distinguished and classified between themselves according with their similarity, and according to a reference on the painting. After the choice of the best sample, an intervention was made at the painting, in order to confirm the methodology. Based on the results obtained with this research, a protocol was proposed, that could provide some guidelines for the conservators-restorers community, a contribution to studies on chromatic reintegration.

Keywords: Easel painting; filling materials; skin color; chromatic reintegration, color measurement.

Agradecimentos

Inicialmente, quero agradecer a instituição à qual eu estive vinculado neste período de estudos, a Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, que me acolheu de maneira calorosa e me propiciou o ambiente necessário para o desenvolvimento de meus estudos e deste projeto, inclusive em termos de instalações laboratoriais e a disponibilização de uma das obras de arte de seu acervo, como caso de estudo.

Agradeço à minha professora orientadora, Doutora Ana Maria dos Santos Bailão, pelo incansável suporte e instrução, pelas horas dedicadas a estruturarmos o projeto, a analisar os resultados de minha investigação e a propor revisões e melhorias. Agradeço também, por me encorajar a desbravar este tema, e fico satisfeito com o resultado alcançado e com minha evolução enquanto profissional e estudante. Após a realização da investigação, da prática laboratorial e do desenvolvimento do projeto vejo o quanto valeu a pena mergulhar neste tema tão desafiador.

Agradeço à minha professora coorientadora, Doutora Marta Cunha Monteiro Manso, pela disposição em me ajudar a decifrar as inter-relações entre as técnicas analíticas utilizadas, e a metodologia proposta, de forma a tirar o máximo proveito dos resultados obtidos pelo uso dos equipamentos. Também, pelo estímulo a me aprofundar no entendimento dos mecanismos físicos por trás das técnicas analíticas aplicadas neste projeto, e pelo apoio na execução e interpretação dos resultados obtidos, de forma que após o término desta jornada, ficou absolutamente solidificado o entendimento da importância que as ferramentas analíticas possuem a favor da conservação e restauro.

Agradeço aos meus pais, Juraci e Ivani, e todos meus familiares pelo apoio incondicional para que eu embarcasse em uma jornada que, não se compunha somente do desenvolvimento de um projeto de mestrado, mas sim em uma jornada abrangente de mudança, seja esta de casa, de cidade, de país. A distância e a saudade se tornaram menores graças às ferramentas tecnológicas de comunicação, que me reabasteciam de ânimo para seguir adiante em meio às adversidades encontradas no dia-a-dia.

Agradeço aos mestres que encontrei ao longo do caminho, que me propiciaram um conhecimento não apenas da conservação e restauro, porém também sobre a vida, e me guiaram desde a mais tenra juventude à vida adulta. Agradeço a aqueles que acreditaram em meu potencial e me ofereceram oportunidades que me impulsionaram a ser uma pessoa melhor e me prepararam para saltos ainda maiores no futuro, aos quais fico eternamente grato.

À tia Celina, tia Arlete, Iuri Brandi, Nancy Lugo, Almir, Regina Rossetti, Márcio Lario, Ricardo Lourenção, Moema Queiroz, Raul Carvalho, Rita Torquete, Liége Zampol, Catarina Marques, Frederico Henriques, Erick Alves.

*“Se dizem que é impossível
Eu digo: é necessário
Se dizem que é loucura
Eu provo o contrário*

*E digo que é preciso
Eu preciso, é necessário
Seguir viagem
Tirar os pés da terra firme e seguir viagem”*

Humberto Gessinger

SIGLAS E ACRÓNIMOS

CIE – Comissão Internacional de Iluminação

CCD - Dispositivo de Carga Acoplada

EA – Etil-acrilato

FBAUL – Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa

FTIR – Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier

GC-MS – Espectrometria de Massa por Cromatografia Gasosa

GCC – Carbonato de Cálcio Natural

ICOM – Conselho Internacional de Museus

ICR – Instituto Central do Restauro de Roma

IFAC – Instituto de Física Aplicada Nello Carrara

IR – Infravermelho

MMA – Metil-metacrilato

PCC – Carbonato de Cálcio Precipitado

PMMA – Polimetilmetacrilato

PVAc – Acetato de Polivinilo

RECH – Retouching of Cultural Heritage

UV – Ultravioleta

W&N – Winsor & Newton

ÍNDICE

1. Introdução	13
1.1. Objetivos.....	17
1.2. Estrutura do projeto.....	17
1.3 Estado da Arte.....	20
2. Massas de Preenchimento	28
2.1 Formulações.....	29
2.2 Cargas minerais mais utilizadas: origem e métodos de produção.....	30
2.2.1 Outras cargas minerais	35
2.3 Aglutinantes para massas de preenchimento: principais escolhas	36
2.3.1. Aglutinantes tradicionais.....	37
2.3.2. Aglutinantes sintéticos	39
2.4 Massas prontas (<i>ready-mades</i>).....	42
3. Reintegração cromática	44
3.1 Definição.....	44
3.2 A importância das massas de preenchimento na reintegração cromática.....	45
3.3 Características associadas aos métodos e técnicas de reintegração	47
3.3.1 A opção pela não reintegração.....	48
3.3.2 Métodos de reintegração	48
3.3.3 Materiais de reintegração	54
3.3.3.1 Tintas usadas na reintegração cromática – principais escolhas	56
4. Técnicas analíticas utilizadas	58
4.1 Técnicas analíticas utilizadas e seus princípios teóricos	58
4.1.1 Espectro eletromagnético, luz e cor – conceituação	58
4.1.2 Espectroscopia de refletância com fibra óptica (FORS).....	61
4.1.3 Colorimetria.....	62
4.1.4 Espectroscopia de fluorescência de raios X (XRF)	64
4.1.5 Espectroscopia Raman	65
5. Metodologia para escolha da massa de preenchimento	66
5.1 Apresentação da obra do caso de estudo e levantamento bibliográfico	66

5.1.1	Composição das carnações – levantamento bibliográfico.....	70
5.2	Leitura de refletância e colorimetria - zona de carnação da obra	71
5.3	Preparação da maquete de ensaio.....	73
5.3.1	Critérios para escolha das formulações de massas e dos materiais	73
5.3.2	Materiais escolhidos.....	74
5.3.3	Caracterização química dos materiais da maquete de ensaio	75
5.3.4	Formulações.....	76
5.3.5	Construção da maquete	77
5.3.6	Aplicação das tintas sobre as massas 1 a 21.....	79
5.3.7	Preparação das massas pigmentadas 22 a 29.....	82
6.	Apresentação dos resultados.....	85
6.1	Caracterização da carnação da obra - refletância e parâmetro de cor	85
6.2	Identificação química dos materiais da maquete de ensaio	86
6.3	Leitura das massas antes do recobrimento por tinta para reintegração	87
6.4	Leitura individual das tintas utilizadas no caso prático.....	88
6.5	Leitura das massas recobertas por tintas.....	91
6.6	Leitura das massas pigmentadas	96
7.	Caso prático na obra do acervo	98
7.1	Aplicação da metodologia e apresentação dos resultados	98
7.1.1	Intervenção com a massa 21	99
7.1.2	Intervenção com a massa 27.....	100
7.1.3	Comparativo através da leitura de FORS.....	102
	Conclusões.....	105
	Referências bibliográficas.....	107
	Anexos	120
	Anexo I – Equipamentos analíticos utilizados: descrição e condições de análise....	121
	Anexo II – Resultados da caracterização do corte estratigráfico.....	125
	Anexo III – Resultado da caracterização química dos materiais utilizados	129
	Anexo IV – Espectro de refletância do Litopônio	139
	Anexo V - Protocolo de Intervenção.....	140
	Anexo VI – Tabela de emissão de energias em raio X (keV)	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhe de pintura de Pere Salvador, com perda avançada de camada pictórica e camada de preparação.	14
Figura 2 – Fotografia da obra escolhida para caso de estudo. “ <i>Academia de nu masculino</i> ”, de Veloso Salgado. Crédito: Alexandre Xavier (AX), 2019.	16
Figura 3 - Exemplo de jazida de extração de carbonato de cálcio natural, Atacama, Chile. Crédito: AX, 2015.	31
Figura 4 - Exemplo de rocha carbonática tipo dolomita. Origem: Córdoba, Argentina. Crédito: AX, 2015.....	31
Figura 5 - Exemplo de rocha carbonática tipo calcita. Origem: Espírito Santo, Brasil. Crédito: AX, 2015.....	32
Figura 6 - Exemplo de jazida de conchas marinhas em zona de praia, Mejillones, Chile. Crédito: AX, 2014.....	32
Figura 7 - Exemplo de rocha calcária branca contaminada com argila. Ceará, Brasil. Crédito: AX, 2013.....	32
Figura 8 - Exemplos de massas prontas, utilizadas em diversos segmentos da conservação e restauro. Fonte: website dos respectivos fabricantes (Polyfilla [®] , Brummer [®] , Alltek [®] , Modostuc [®]).....	42
Figura 9 - Preenchimento de lacuna com simulação de pincelada do artista (textura mimética).....	45
Figura 10 - Massa de preenchimento com simulação do padrão de fissuramento (craquelure) da obra.	46
Figura 11 - Espátulas com simulação de diversas tramas.	47
Figura 12 - Zonas de percepção de cor triestímulo dos cones do olho humano.....	60
Figura 13 – Fotografia ampliada do conta-fios (1x1 cm). Crédito: AX, 2020.....	67
Figura 14 – Fotografia do carimbo do fabricante. Observar a inscrição “Paul Denis Succ” na região central da fotografia, apesar da difícil leitura. Crédito: AX, 2020.	68
Figura 15 – Aspecto geral frontal com indicação por setas de algumas perdas de camada pictórica da carnação. Crédito: AX, 2020.	69
Figura 16 - Verso da obra de Veloso Salgado.....	69
Figura 17 - Corte estratigráfico da carnação da mesma obra objeto de estudo, encontrada em fonte bibliográfica, em estudo previamente realizado.....	71
Figura 18 - Preparação para medição de refletância na zona de carnação. Crédito: AX, 2019.....	72
Figura 19 - Ponto de recolha de amostra da carnação. Crédito: AX, 2020.....	72
Figura 20 - Amostra da carnação para leitura com FORS e colorímetro. Crédito: AX, 2019.....	73
Figura 21 – Aplicação de encolagem na maquete de ensaio. Créditos: AX, 2020.....	78
Figura 22 - Ampliação da tela após aplicação da encolagem. Créditos: AX, 2020.	78
Figura 23 – Remoção da fita de separação das massas 1 a 21. Crédito: AX, 2020.....	79
Figura 24 - Detalhe da maquete na região das amostras 1 a 21, antes da aplicação das tintas. Crédito: AX, 2020.	79
Figura 25 - <i>Tintas utilizadas. Aguarela W&N, Guache Talens e Maimeri Restauro.</i> Crédito: AX, 2020.....	80
Figura 26 - Aplicação de tinta em maquete. Crédito: AX, 2020.....	81
Figura 27 - Detalhe da maquete somente das amostras 1 a 21, após a aplicação das tintas. Crédito: AX, 2020.	81

Figura 28 - Espectro da Amostra da obra, comparada a Terra de Sombra Queimada. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	82
Figura 29 – Espectros da carnação e dos pigmentos terrosos. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).....	83
Figura 30 - Comparativo da Amostra da Obra com uma das massas pigmentadas. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).....	83
Figura 31 – Detalhe da maquete com as massas pigmentadas. Crédito: AX, 2020.	84
Figura 32 - Aspeto final da maquete com esquema de aplicação de tintas sobre as massas 1 a 21, e massas pigmentadas em laboratório (22 a 29), na linha inferior.	84
Figura 33 - Espectro de refletância da amostra de carnação da pintura. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).....	85
Figura 34 – Detalhe da maquete evidenciando as massas sem pigmentação antes do recobrimento por tinta para reintegração. Crédito: AX, 2020.....	87
Figura 35 - Espectros das massas “brancas”, antes do recobrimento por tinta para reintegração. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	88
Figura 36 - Tintas utilizadas no estudo, separadamente em maquete.....	89
Figura 37 - Comparação dos espectros das tintas brancas de titânio usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	89
Figura 38 - Comparação dos espectros das tintas ocre amarelas usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	90
Figura 39 - Comparação dos espectros das tintas vermelhas usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	90
Figura 40 - Comparação dos espectros das tintas azuis usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).....	90
Figura 41 - Comparação dos espectros das tintas de aguarela (amostras 1, 4, 7, 10, 13, 16 e 19) com a Amostra da Obra. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	92
Figura 42 - Comparação dos espectros das tintas guache (amostras 2, 5, 8, 11, 14, 17 e 20) com a Amostra da Obra. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	92
Figura 43 - Comparação dos espectros das tintas Maimeri (amostras 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21) com a Amostra da Obra. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).	92
Figura 44 - Espectros das massas pigmentadas e da Amostra da obra. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).....	96
Figura 45 – Pontos escolhidos para intervenção na obra. Crédito: AX, 2020.	99
Figura 46 - Preenchimento de lacuna com a massa 21 e recomposição cromática. Crédito: AX, 2020.....	99
Figura 47 - Aspeto após intervenção com a massa 21. Crédito: AX, 2020.	100
Figura 48 - Preenchimento de lacuna com a massa pigmentada 27. Crédito: AX, 2020.	101
Figura 49 - Aspeto após intervenção com a massa 27 já com aplicação de verniz final. Crédito: AX, 2020.....	102
Figura 50 - Espectros de refletância no visível da lacuna após reintegração e referência na carnação original comparado a massa 21. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).....	103

Figura 51 - Espectros de refletância no visível da lacuna após reintegração e referência na carnação original comparado a massa 27. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).....	103
Figura 52 - Aspeto da região intervencionada. Crédito: AX, 2020.....	104

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1 - Espectro eletromagnético.....	59
Esquema 2 - Reflexão da luz vermelha após incidência de um feixe de luz branca. ...	59
Esquema 3 - Representação do espaço de cor CIE Lab.....	63
Esquema 4 - Fluorescência de raios X a nível atômico.....	64
Esquema 5 – Posicionamento teórico das amostras na maquete de ensaio.....	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações da maquete de prova.....	76
Tabela 2 - Tintas utilizadas na parte prática.....	80
Tabela 3 - Leitura com colorímetro da Amostra da Obra.....	85
Tabela 4 – Leitura de cor das massas "em branco".....	87
Tabela 5 - Leitura com colorímetro das 21 amostras recobertas por tinta para reintegração.....	95
Tabela 6 - Espaço CIE Lab das massas pigmentadas.....	97

1. Introdução

As perdas da camada pictórica podem prejudicar a apreciação das obras de arte. A informação perdida afeta os valores que, ao longo da história, foram atribuídos aos objetos artísticos.

Podemos citar o valor histórico, definido por Alois Riegl¹ como sendo o reconhecimento associado a um objeto que registre em si um feito da atividade humana, testemunhando uma passagem evolutiva. Outro valor destacado pelo mesmo autor é o valor artístico do monumento², que também pode estar associado a um objeto moderno e contemporâneo. O valor artístico, segundo ele, relaciona-se ao cumprimento por parte de uma obra, das regras estéticas associadas a um determinado movimento artístico, localizado no tempo.

Ao se tratar de arte contemporânea, Salvador Muñoz-Viñas³ destaca que novas variáveis são consideradas na valoração artística, uma vez que na atualidade, o reconhecimento da função social e política da obra de arte como algumas das novas variáveis de valoração tornam este processo ainda mais subjetivo e complexo.

Segundo o mesmo autor, as obras não se conservam e se restauram somente pelo valor artístico, pois o próprio critério do conceito de arte é algo extremamente amplo e de difícil conceituação, tal como citado. O autor defende o conceito de valor simbólico do objeto, que inclui o seu reconhecimento enquanto retrato da produção intelectual de uma comunidade, uma região ou um país, mesmo que este objeto possua apenas um valor sentimental para um indivíduo, ou que represente algo maior, tal qual a identidade de um grupo.

Ainda no tema da arte contemporânea, Antonio Rava⁴ destaca a extrema complexidade de se lidar com a preservação da arte conceitual e a arte efêmera, inclusive no intuito de manter vivo o “impacto emocional” da ideia original do artista, através de registo e documentação da sua intenção, seja por meio de entrevista, fotografia, vídeo ou outro método de documentação, visando a sua preservação.

Quando nos circunscrevemos ao universo das pinturas de cavalete, e à sua problemática acerca das perdas de camada cromática, convém mencionar outro autor fundamental nesta definição de valor, que é Cesare Brandi⁵. Este defendia a ideia de que a reintegração cromática restitui o valor de unidade da obra de arte⁶, uma vez que a lacuna é entendida, por si só, um corpo estranho. A sua forma e a sua cor podem causar a desarmonia do todo,

¹ Cf. RIEGL, Alois - *El culto moderno a los monumentos*. Madrid: Visor, 1999, p. 23.

² Ibidem, p.57. Segundo o autor, monumento é toda obra de arte que possa ser apreciável pelo tato, pela vista ou pelo ouvido, e que possua, adicionalmente, valor histórico.

³ Cf. MUÑOZ-VIÑAS, Salvador - *Contemporary Theory of Conservation*. Oxford: Elsevier, 2005, p.58.

⁴ Cf. RAVA, Antonio – *Conservare l’arte contemporanea*. Milão: Electa. 2005, p. 172.

⁵ Cf. BAILÃO, Ana - *O gestaltismo aplicado à reintegração cromática de pintura de cavalete*. ECR – Estudos de conservação e restauro. 1, 9 (2018), p. 131.

⁶ Cf. BRANDI, Cesare - *Teoria da restauração*. Amadora: Edições Orion, 2006, p. 13.

e somente a reintegração cromática, respeitando criteriosamente os limites da lacuna e a autenticidade da peça, e quando executada segundo uma metodologia ajustada às necessidades da obra, poderá devolver a esta a sua leitura harmônica, sem o risco de criação de falsos históricos, e mantendo o respeito pelo original.

Durante a fruição de uma obra de arte, a figura humana retratada é o principal foco de interesse do observador, sobretudo nas áreas de carnação. Estas são também áreas onde as perdas da camada pictórica (figura 1) e conseqüentemente, as ações de conservação e restauro, são mais notadas.

O tratamento de lacunas, seja nas carnações ou nas demais regiões da pintura, inclui a aplicação de uma massa de preenchimento⁷, seguida do nivelamento ou texturização e respetiva aplicação de cor nas massas⁸, operação designada por reintegração cromática, procedimentos consagrados em obras deste tipo⁹.

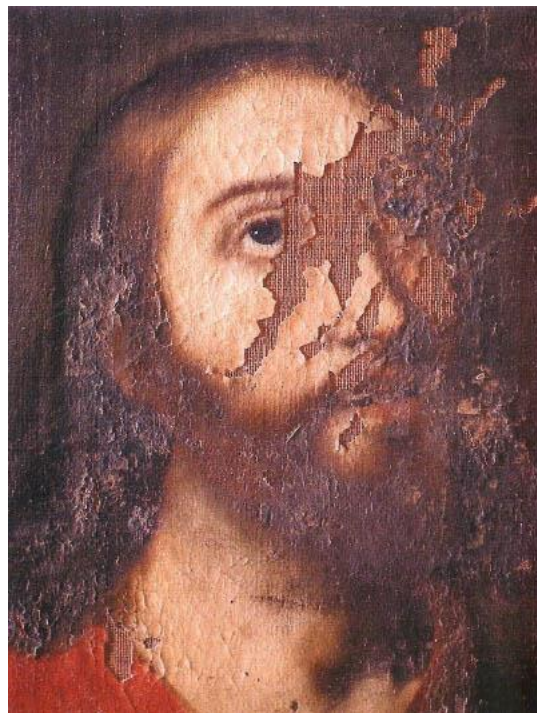


Figura 1 – Detalhe de pintura de Pere Salvador, com perda avançada de camada pictórica e camada de preparação¹⁰.

⁷ Cf. VILLARQUIDE, Ana - *La pintura sobre tela II. Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*. San Sebastián: Nerea, 2005, p. 361.

⁸ Cf. DIGNEY-PEER, Shawn *et al.* - The imitative retouching of easel paintings. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. - *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012, p. 607.

⁹ Cf. FUSTER-LÓPEZ, Laura - *El estuco en la restauración de pintura sobre lienzo*. Valencia: Editorial de La UPV, 2008a, p. 19.

¹⁰ Fonte: FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 22.

O sucesso da reintegração cromática está relacionado com:

- O entendimento que o conservador-restaurador tem da sequência construtiva do artista¹¹;
- O material e metodologia selecionados para a preparação e aplicação das massas de preenchimento¹²;
- A escolha ponderada entre o uso de materiais aquosos ou não-aquosos¹³;
- A escolha da formulação da massa de preenchimento e o modo como é aplicada e preparada, com o duplo propósito de receber cor e resolver a problemática estrutural que a obra possa apresentar, e que também necessita ser solucionada¹⁴.

Quanto melhor o profissional conseguir entender e equilibrar o uso conjunto de tais variáveis, mais rápido será obtido sucesso na reintegração cromática, principalmente quando se opta pelo método mimético, que tal como o nome indica, o objetivo é igualar a técnica pictórica da obra original¹⁵. A correta escolha de uma massa de preenchimento poderá acelerar muito este processo.

Este estudo está focado e delimitado na preparação em maquete de diversas fórmulas de massas de preenchimento, e no entendimento da sua interação com a camada cromática em regiões de carnação, de forma a se obter elementos para a seleção da massa mais apropriada para uso em um caso em particular. Este processo terá como apoio científico o uso de técnicas analíticas, com resultados fundamentados essencialmente pelo uso da espectroscopia de refletância por fibra ótica – FORS e da colorimetria (via aplicação em telemóvel). A espectroscopia de fluorescência de raios X e a espectroscopia Raman foram usadas como ferramentas de apoio para análises de elementos químicos.

Para os ensaios foram preparadas algumas formulações de massas que seguem critérios de preparação tradicionais, com materiais naturais, e outras, com materiais de origem sintética. Foi igualmente testada uma terceira opção, uma massa pronta industrial, de amplo uso pela comunidade de conservadores-restauradores, para efeitos comparativos.

Para a implementação do projeto foi necessário selecionar uma obra que servisse de estudo de caso. Optou-se por uma pintura com a representação de um nú masculino de Veloso Salgado. Deste modo conseguia-se, após os testes experimentais em maquetes, testar, medir e comparar os resultados numa obra real.

¹¹ Cf. HAIML, Christa – Restoring the immaterial: Study and treatment of Yves Klein's Blue Monochrome (IKB42). In LEARNER, Thomas et al., eds. – *Modern paints uncovered*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2006, p.149.

¹² Cf. APPLEBAUM, Barbara – *Conservation treatment methodology*. Burlington: Elsevier, 2007, p. 329.

¹³ Cf. BAILÃO, Ana; CARDEIRA, Liliana - *Mixing and matching. A survey of retouching Materials*. RECH4 Postprints. Croacia: Academy of Arts, University of Split, 2017, p. 249.

¹⁴ Cf. FUSTER-LÓPEZ, Laura *et al.* - Filling materials for easel paintings: when the ground reintegration becomes a structural concern. In TOWNSEND, J. et al., ed. - *Preparation for painting: The artist's choice and its consequences*. Londres: Archetype Books, 2008b, p. 180.

¹⁵ Cf. BAILÃO, Ana - *As Técnicas de Reintegração Cromática na Pintura: revisão historiográfica*. Ge-Conservacion. 2, (2011), p. 47.

A obra do acervo que foi escolhida (figura 2) é uma *Academia de nu masculino* de Veloso Salgado, realizada por volta de 1889. Possui as características necessárias para a realização deste estudo: a representação de uma figura humana, ou seja, uma pintura com carnações; a existência de lacunas na camada pictórica em zonas de carnação, para aplicação da metodologia; e por se ajustar cronologicamente no período em que se enquadra o mestrado, ou seja, desde o fim do século XIX a tempos atuais.



Figura 2 – Fotografia da obra escolhida para caso de estudo. “*Academia de nu masculino*”, de Veloso Salgado. Crédito: Alexandre Xavier (AX), 2019.

1.1. Objetivos

Objetivo geral

O objetivo é propor uma metodologia que cumpra dois propósitos: auxiliar a tomada de decisão acerca da seleção da formulação de massa de preenchimento mais apropriada e facilitar o acerto da cor, no processo de reintegração cromática, em zonas de carnação.

Objetivos específicos

- Medir refletância e cor das diferentes formulações de massas de preenchimento, tanto das massas recobertas por tintas quanto nas massas pigmentadas experimentalmente e, em comparação a carnação original, entender o quanto as massas interferem no acerto da cor, analisando os dados obtidos.
- Criar um protocolo para a escolha e aplicação de massas de preenchimento, fundamentado nos resultados analíticos obtidos por FORS e colorimetria, tendo como fim o acerto mais próximo possível da cor ao estado original, na reintegração mimética.
- Comprovar esteticamente o resultado da metodologia, ao executar o protocolo na obra da autoria de Veloso Salgado.

1.2. Estrutura do projeto

O projeto está estruturado em três partes:

a. Primeira parte:

Será uma abordagem teórica, acerca da origem e produção das massas de preenchimento, das técnicas de análise, até ao momento direcionadas para o estudo dos pigmentos e tintas aplicados em pinturas de cavalete, e o estudo dos tratados de pintura dos séculos XIX e XX, já mais direcionado a formulação e utilização das massas de preenchimento, e de aspetos históricos e técnicos da obra escolhida do acervo da FBAUL¹⁶.

¹⁶ A informação bibliográfica pré-existente sobre a obra de arte, inclusive de estudos científicos anteriores, é fundamental para o cumprimento da metodologia apresentada, em uma proposta de execução de baixo custo para os profissionais conservadores-restauradores, sem a necessidade de contratação de serviços laboratoriais. No entanto, na ausência destes estudos, é recomendável que sejam aplicados na obra, técnicas de exame e análise para reconhecimento da estratigrafia da camada de preparação e camada cromática, e análise química para identificação das cargas minerais e pigmentos usados pelo artista.

Apesar desta obra já haver sido contemplada com estudos anteriores, procedeu-se com nova análise estratigráfica e identificação dos pigmentos, disponíveis para consulta na seção de anexos, pois aproveitou-se da existencia de uma amostra milimétrica removida para realização de leitura de FORS e colorimetria. A nota de rodapé 18 detalha a necessidade da remoção desta amostra.

b. Segunda parte:

Inicialmente será preparada uma maquete de ensaio, com formulações de massas de preenchimento que contemple 29 amostras para estudo. Destas, 21 serão preparadas com formulações compostas ora por aglutinantes tradicionais, ora por aglutinantes sintéticos e também uma terceira opção, com uso de massa industrial pronta. Também sobre estas 21 amostras, serão aplicadas tintas tipicamente utilizadas na conservação e restauro, com os pigmentos similares aos identificados, visando reconstruir a técnica utilizada pelo artista. Estas tintas serão à base de aguarela (*Winsor & Newton*), guache (*Talens*) e resina mástique (*Maimeri Restauro*)¹⁷.

Quanto às 8 massas restantes, amostras 22 a 29, serão preparadas a partir de uma massa industrial branca, com adição controlada de pigmentos, visando atingir a mesma cor aparente da superfície da carnação, a ser identificada pela técnica de FORS, apenas variando-se a luminosidade, de forma a criar uma escala tonal. Para obtermos a referência da refletância e dos parâmetros de cor, em zona de carnação, será feita a leitura destes parâmetros, em uma amostra milimétrica da obra, com uso do FORS e do colorímetro, respetivamente¹⁸.

Os materiais a serem aplicados na maquete, serão previamente analisados no espectrómetro de fluorescência de raios X do Laboratório de Física Atómica e Molecular do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade NOVA de Lisboa, visando identificar e confirmar os elementos químicos dos materiais presentes em cada um dos sistemas (massa e tinta) e massa pigmentada.

¹⁷ Em função de restrições de acesso à FBAUL, durante o período do Estado de Emergência da Covid-19, entre os meses de Março a Maio de 2020, cujas restrições incluíam a permanência nas instalações laboratoriais e consequentemente o acesso a totalidade dos materiais, e para que o aluno não pudesse ser prejudicado nos prazos propostos para conclusão do projeto, uma parte da prática teve de ser realizada fora das dependências da Faculdade, com parte dos materiais providenciados pelo aluno. Dentre os materiais que estavam ao alcance possível, um deles foi a tinta “Maimeri Restauro”, a base de resina de mástique, de propriedade pessoal do aluno. Sabe-se que as tintas Maimeri a base de resina de mástique podem vir a apresentar amarelecimento, alterações de cor e diminuição da solubilidade pela passagem do tempo, conforme estudos publicados e informados abaixo, seu uso vem sendo descontinuado, porém para o estudo teórico, que é a prática da comparação pelas técnicas analíticas, atende aos objetivos propostos:

DE LA RIE, René, et al. - An investigation of the photochemical stability of urea-aldehyde resin retouching paints: removability tests and colour spectroscopy. *Studies in Conservation*. 45, 1 (2000), pp. 51-59.

DIETEMANN, Patrick, et al. - Influence of sunlight during harvest on the oxidation and yellowing of natural mastic resins used as varnishes on artworks. *CHIMIA - International Journal for Chemistry*. 55, 1 (2010), pp. 972-980.

SÁNCHEZ ORTIZ, Alicia, et al. - *Investigación sobre la estabilidad química y óptica de materiales contemporáneos para reintegración cromática*. Cáceres: IV congreso del GEIC, 2009. pp. 195-206.

SÁNCHEZ ORTIZ, Alicia, et al. - Evaluación de diferencias de color en tres materiales contemporáneos para la reintegración cromática de bienes culturales. *Óptica pura y aplicada*. 43, (2010), pp. 141-151.

¹⁸ Sabemos que a técnica de FORS e colorimetria são não-invasivas, porém, em função de restrições de acesso à FBAUL no período do Estado de Emergência da Covid-19, foi retirada uma amostra da zona de carnação da obra, para que as leituras de refletância e colorimetria fossem realizadas fora das dependências da Faculdade. A amostra, de 5mm x 2mm, possui tamanho suficiente para comportar o feixe de fibra óptica do FORS, sem comprometer a qualidade da análise. O feixe do FORS possui diâmetro de 0,8mm, porém o formato irregular da amostra se deu por ser oriundo de uma zona fragilizada com destacamentos.

Para todas as amostras, será feita a respetiva comparação da refletância (percentagem de luz refletida na amostra) e da cor, com uso do FORS e do colorímetro, respetivamente tendo como referência comparativa, a leitura na própria obra.

Após a análise dos dados obtidos, escolheremos uma das 21 massas tonalizadas pelas tintas de aguarela, guache ou resina de mástique, e uma das 8 massas pigmentadas, que mais se aproximarem ao original pelos critérios e metodologias adotados, de forma que assim se consiga estabelecer a combinação mais apropriada entre formulação de massa e o caso em particular, da obra da FBAUL.

Será descrito o protocolo de intervenção, com base na interpretação dos resultados obtidos nesta etapa, para que possa ser reproduzido.

c. Terceira parte:

Na terceira parte será feita a intervenção na obra selecionada como caso de estudo, em porções diminutas¹⁹, visando a comprovação estética e física do método, das duas amostras escolhidas.

Antes do tratamento, será feita a documentação para registo do estado de conservação da obra, principalmente ao redor do local da aplicação das massas. Durante a reintegração, serão realizados os registos documentais e fotográficos para efeitos comparativos e de relatório.

A técnica de FORS será utilizada também nesta etapa, visando comparar a lacuna já reintegrada, com a zona de carnação original da obra ao redor da mesma, de forma a comparar os dois espectros de refletância e assim, perceber se o método conseguiu atingir os objetivos propostos.

¹⁹ A proposta original do projeto contemplava a intervenção completa na obra, em todas as zonas de perda de camada pictórica em zona de carnação, porém em função das mesmas restrições dispostas nos itens 17 e 18 destas notas de rodapé, optou-se por uma intervenção pontual, com o menor tempo possível de permanência nas dependências da Faculdade, durante o Estado de Calamidade Pública da Covid-19, em Junho de 2020.

1.3 Estado da Arte

Com respeito ao tema das massas de preenchimento, são comuns os estudos acerca das propriedades físicas e mecânicas das formulações na conservação e restauro, uma vez que o lançamento de novos produtos para o mercado é frequente. A conservação e restauro acompanha estes lançamentos através da análise e comprovação científica de que as novas formulações possuem propriedades que dão garantias de estabilidade a longo prazo, característica demandada pelos conservadores-restauradores.

Porém, a função das massas como material facilitador da etapa da reintegração cromática, é um tópico menos investigado. Os estudos existentes, na sua maioria, são de carácter qualitativo, e as iniciativas quantitativas encontradas são, todavia mais escassas, sendo realizadas com apoio de algumas técnicas analíticas via espectroscopia.

Este estudo é inovador ao tratar o tema do uso das massas como elemento de apoio na reintegração cromática, com um viés quantitativo através do recurso a técnicas analíticas de uso contemporâneo.

Sobre o estado da arte na identificação dos materiais, bem como das suas propriedades ópticas, grande parte dos trabalhos que serão citados abaixo apontam para o uso de técnicas não invasivas. A mesma tendência é observada na literatura especializada²⁰, onde a obtenção física de uma amostra deva ser considerada quando esgotadas as opções não-invasivas. É uma tendência o uso de equipamentos mais compactos e portáteis, em função dos avanços de nano tecnologias²¹.

Alinhado a esta tendência, o projeto contará com o uso da colorimetria, da espectroscopia de refletância no visível, da espectroscopia de fluorescência de raios X e da espectroscopia Raman, com propósitos distintos.

Segue-se um levantamento bibliográfico, inicialmente sobre os estudos em que as massas de preenchimento servem de suporte à reintegração cromática, e posteriormente, serão mostradas pesquisas, por ordem cronológica, acerca do uso das técnicas analíticas que serão empregues nesta investigação:

Em 2017, Martina Vuga²² apresentou no 4º encontro do RECH Group, na Croácia, os resultados de um estudo que visava a aplicação de uma massa de preenchimento

²⁰ Cf. DERRICK, Michele, et al. – *Infrared spectroscopy in conservation science*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1999. p. 17.

STUART, Barbara - *Analytical Techniques in Materials Conservation*. West Sussex: John Wiley & sons, 2007, p. 42.

FIGUEIREDO Jr., J. C. - *Química aplicada a conservação e restauração de bens culturais*. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012, p.167.

²¹ Cf. COSENTINO, Antonino - Transmittance Spectroscopy and transmitted multispectral imaging to map covered paints. ISSN 2182-9942. *Conservar patrimônio*. 24, (2016), p. 38.

²² Cf. VUGA, Martina - *Filling and colour reintegration in a single step*. Croacia: Postprints RECH4, 2017, p. 98.

pigmentada com o objetivo de simplificar ou até mesmo eliminar a etapa de reintegração cromática. Apesar de puramente qualitativo, obteve-se êxito ao atingir a cor em um grau satisfatório, apenas pelo critério visual.

No mesmo ano e encontro, Simona Skorja²³, apresentou num estudo direcionado para a pintura de cavalete, resultados de testes qualitativos realizados com distintas formulações de massas de preenchimento, reduzindo desta forma as camadas de reintegração cromática pelo uso de tintas. Foram preparadas diversas formulações de massas com aglutinantes sintéticos pigmentados e cada formulação foi aplicada numa região distinta da obra, visando o estudo do seu desempenho, tanto estrutural quanto estético.

Em 2015, no congresso anterior do mesmo grupo de estudos, o RECH 3, realizado no Porto, Sílvia Garcia Fernández-Villa²⁴, realiza um estudo sobre o preenchimento de lacunas com massas pigmentadas numa série de obras de arte contemporânea do autor Manuel Padorno, denominadas *Urban Nomad* (1979-1980), visando também a simplificação do processo de reintegração cromática, inclusive obtendo resultados satisfatórios não somente em termos de cor, como também controlo do brilho, nas zonas de lacuna.

Agora, um levantamento do estado da arte sobre as técnicas analíticas a serem usadas neste projeto:

a. Espectroscopia de refletância por fibra óptica (FORS)

No que diz respeito ao estado da arte no uso do FORS, serão citados abaixo alguns trabalhos que foram publicados visando a identificação de pigmentos de forma não invasiva, para pintura de cavalete, pintura mural, papéis, e outros suportes.

No entanto, o uso proposto do FORS neste estudo vai além da identificação de pigmentos, pois passa pelo estudo comparativo entre amostras. Neste campo, as publicações, apesar de serem mais escassas, são recentes. Estudos comparativos são temas muito correlatos na conservação e restauro de pintura de cavalete, e assim, justificam o uso deste equipamento, no âmbito da metodologia a desenvolver, e também serão apresentados.

Abaixo, algumas pesquisas realizadas e resultados publicados ao longo do tempo:

Em 1978, Linda Bullock apresentou um estudo²⁵ visando o uso do FORS para avaliação comparativa de descoloramento da camada cromática em pinturas de cavalete, nas regiões

²³ Cf. SKORJA, Simona - *Use of coloured synthetic fillers: the case of St Nicholas, a baroque painting by Fortunat Bergant*. Croacia: Postprints RECH4, 2017, p. 120.

²⁴ Cf. FERNANDEZ-VILLA, Sílvia - *Filling as retouching: the use of coloured fillers in the retouching of contemporary matte paintings*. RECH3 Postprints. Porto: Escola Artística e Profissional Árvore, 2015, p. 201.

²⁵ Cf. BULLOCK, Linda – *Reflectance spectrophotometry for measurement of colour change*. *National Gallery Technical Bulletin*. Londres: The National Gallery, v. 2, 1978. pp. 49-55.

protegidas pela moldura em comparação a área exposta a iluminação em ambiente expositivo de museu. Seu estudo concluiu que houve degradação, notadamente nos pigmentos vermelhos orgânicos e os verdes oriundos de sais de cobre. Esta degradação era evidenciada pela mudança no formato dos espectros, da área protegida pela moldura em comparação pela área exposta à luz.

Em 1990, foi publicado por David Saunders²⁶ um estudo onde foi apresentado o uso do FORS, em conjunto com um colorímetro, para medir as variações de cor em pinturas a óleo, em função da exposição a luz em ambientes de museu. Tal estudo, apontava as vantagens em se usar ambos equipamentos simultaneamente, de forma que os resultados pudessem ser mutuamente comparados e validados. Estudo similar, e agregando o uso do FORS para acompanhamento dos resultados da reintegração cromática foi apresentado por Mauro Bacci²⁷, em 1995 em Florença, Itália, direcionado para as pinturas renascentistas.

Em 2001, Ruth Johnston-Feller, do Getty Conservation Institute, publicou um manual científico²⁸ que dá suporte na interpretação dos espectros, não somente objetivando a identificação do pigmento (principalmente relacionado ao matiz), porém também na decodificação do formato do espectro em termos dos outros elementos característicos da cor, que são a luminosidade, e a saturação.

Em 2006, G. Dupuis e M. Menu realizaram na França um estudo²⁹ visando a caracterização quantitativa de misturas de pigmentos utilizando FORS. Conseguiram, através do cálculo de derivativas de primeira e segunda ordem dos espectros e aplicação de fórmulas da Teoria de Kubelka-Munk, calcular as proporções de pigmentos nas amostras testadas. Apenas colocaram como ressalva que, em casos reais, ou seja, em obras de arte, outros fatores poderiam influenciar o resultado, como amarelamento de verniz, o aglutinante das tintas, transparência dos pigmentos, descoloração em função da passagem do tempo.

Em 2009, um estudo realizado em Aosta, Itália, por Lorenzo Appolonia³⁰ *et al.*, utilizaram o FORS em amostras de pintura mural, visando a identificação de substâncias e pigmentos de forma não-invasiva, em conjunto com a espectroscopia Raman e a fluorescência de raios X visando confirmar os resultados. Na lista dos pigmentos identificados, estão a azurite, a malaquite, vermelhão, ocre amarelo e a calcite.

²⁶ Cf. SAUNDERS, David - Detecting and measuring colour changes in paintings at the National Gallery. In BOOTH, Peter, et al. - *Appearance, opinion, change: evaluating the look of paintings*. Londres: UK Institute for Conservation, 1990, p. 68.

²⁷ Cf. BACCI, Mauro - Fibre optics applications to works of art. *Sensors and actuators* – B. 29, (1995), p. 190.

²⁸ Cf. JOHNSTON-FELLER, Ruth - *Color science in the examination of museum objects: nondestructive procedures*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2001, p. 98.

²⁹ Cf. DUPUIS, G.; MENU, M. - Quantitative characterization of pigment mixtures used in art by FORS. *Applied Physics – Materials Science & Processing*. 83, (2006), pp. 469-474.

³⁰ Cf. APPOLONIA, Lorenzo, et al. - Combine use of FORS, XRF and Raman spectroscopy in the study of mural paintings. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 395, 7 (2009), p. 2005.

Em 2010, Stig Evans³¹ apresentou um estudo onde utilizou o FORS em conjunto com o colorímetro, para avaliar a qualidade da reintegração cromática em comparação ao original. A metodologia utilizada envolve cálculos matemáticos com o espaço de cor CIE Lab, semelhante à proposta deste projeto.

Em 2014, Eleni Cheilakou *et al.*³², realizaram um estudo visando a identificação de pigmentos em pintura mural da época bizantina em Creta, Grécia. Foi utilizado o FORS em conjunto com a técnica de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier - FTIR e a Espectroscopia Raman para comparação dos resultados.

Em 2014, Antonino Cosentino³³ na Itália, cita o FORS como técnica não invasiva, utilizada para a criação de uma base de dados de 54 pigmentos em diferentes aglutinantes, visando disponibilização *on-line* dos resultados para uso público pela comunidade científica.

Em 2016, um estudo realizado em pinturas murais em Sevilha, Espanha, por Isabel Garofano *et al.*³⁴, visava estabelecer as vantagens e desvantagens do uso conjunto das técnicas de FORS combinado a difração de raios X e fluorescência de raios X, principalmente quando um grande pré-requisito é a realização de análises não invasivas. A vantagem do uso conjunto se observa quando o FORS é inconclusivo, ou seja, quando há mistura de pigmentos, pois este avalia com precisão apenas tintas oriundas de um único pigmento, e mesmo assim, está sujeito a imprecisões, quando se trata de tintas de aglutinantes orgânicos, ou superfícies com sujidade ou vernizes oxidados.

Em 2017, Vanessa Otero *et al.*³⁵, da Universidade NOVA de Lisboa, Portugal, em conjunto com outros investigadores, publicaram uma metodologia sobre o uso do FORS combinado a outras técnicas analíticas, como colorimetria, difração de raios X (XRD), micro-Raman e micro-FTIR, para diferenciação de pigmentos amarelos, de distintas composições químicas, tipicamente usados no fim do século XIX. O FORS obteve êxito ao diferenciar, através do formato dos espectros, os amarelos Limão e amarelo de Cromato de Estrôncio, porém o amarelo Citrino, foi inconclusivo, por ter uma curva espectral muito semelhante a alguns óxidos de chumbo. As outras técnicas foram decisivas para esta diferenciação.

³¹ Cf. EVANS, Stig, et al. – Colour theory and the application of a portable spectrophotometer for retouching. In ELLISON, Rebecca, et al., eds. - *Mixing and Matching: Approaches to retouching paintings*. Londres: Archetype Publications, 2010, p.105.

³² Cf. CHEILAKOU, Eleni, et al. - Identification of Pigments on Byzantine wall paintings from Crete using FORS. *Journal of Archeological Science*. 41, (2014), p. 541.

³³ Cf. COSENTINO, Antonino - FORS spectral database of historical pigments in different binders. *E-conservation journal*. 2, (2014), p. 54.

³⁴ Cf. GAROFANO, Isabel, et al. - An innovative combination of non-invasive UV-Visible-FORS, XRD and XRF techniques to study Roman wall paintings from Seville, Spain. *Journal of cultural heritage*. (2016).

³⁵ Cf. OTERO, Vanessa, et al. - Barium, zinc, and strontium yellows in late 19th–early 20th century oil paintings. *Heritage Science*. 5, 46 (2017).

Em 2018, foi publicado por Lucilla Pronti *et al.*³⁶, na Universidade de Roma, Itália, um estudo sobre o uso do FORS combinado a análise de imagem multiespectral, para comparar diferentes misturas de pigmentos brancos, e brancos puros, e uma metodologia para identificá-los, através da diferenciação entre os formatos e os picos dos espectros, e as imagens multiespectrais. Foram analisados os pigmentos Branco de Chumbo, Zinco e Titânio, tendo como aglutinante o óleo e a têmpera. O estudo foi conclusivo ao conseguir identificar pigmentos puros, algumas misturas, com suporte dos resultados das imagens multiespectrais, em situações onde o FORS foi inconclusivo, em parte pois a forte influência do pigmento Branco de Titânio no formato das curvas espectrais em todas as misturas foi evidente, mostrando que a técnica de espectroscopia de refletância no visível necessita de apoio suplementar em tal situação.

Em 2020, Antonino Cosentino, da CHS Opensource³⁷, na Itália, utilizou o FORS para medir o amarelecimento de uma amostra de papel devido a exposição à radiação solar, através da comparação dos espectros do material original (antes), após 24 horas, e após 72 horas de exposição. O equipamento conseguiu detetar as variações, pois era visível o decaimento da capacidade de absorção na região das emissões Ultravioleta - UV após 72 horas, além da diminuição da participação da faixa dos tons azulados na composição cromática do papel, após exposição a luz solar intensa.

Como pode ser visto, há estudos que mostram o uso do equipamento na identificação de efeitos da degradação, como a descoloração, amarelecimento, ou escurecimento, através da leitura do antes e depois de uma mesma amostra, ou obra, após exposição a fatores, como luz solar, poluição, câmara de envelhecimento, ou outros agentes físicos e químicos. Também há trabalhos que tratam do estudo de misturas de pigmentos, já com algum alinhamento a este projeto.

Apesar da grande diversidade e atualidade de temas, nenhum trabalho pretérito a este, abordou exatamente o tema proposto, e assim, este projeto será inovador em alguns aspetos, e os estudos já realizados justificam o uso do equipamento.

É importante dizer, que em todos os trabalhos, independentemente do propósito, foram utilizadas outras técnicas analíticas como suporte aos resultados do FORS, de forma a confirmar e dar credibilidade aos resultados e evitar resultados inconclusivos.

³⁶ Cf. PRONTI, Lucilla, et al. - Spectral behaviour of white pigment mixtures using reflectance, ultraviolet-fluorescence spectroscopy, and multispectral imaging. *Applied Spectroscopy*. 71, 12 (2017), pp. 2616-2625.

³⁷ CHS Opensource - Measuring degradation to Sun exposure. Italia. [Acesso em 04/05/2020]. Disponível em <https://chsopensource.org/gorgias-for-paper-conservation/>

b. Colorimetria

A colorimetria é uma ferramenta de fácil utilização, pois é portátil e possui resultados imediatos. É de amplo uso na indústria³⁸, seja de tintas, seja de plásticos, automóvel, têxtil, papéis, e indústria gráfica, entre outras. Indica de modo instantâneo a informação sobre a cor, que pode ser explicitada nos seus diferentes Espaços e Modelos de Cor³⁹, para as mais diversas funções, como correções de processo industrial, na produção de lotes de tintas, controlo de qualidade em pintura de automóvel, embalagens, entre outras aplicações industriais e comerciais. A sua versatilidade foi igualmente utilizada na conservação e restauro, nomeadamente para o controlo de limpezas de superfícies⁴⁰ ou desvanecimento de tintas para reintegração cromática⁴¹.

A colorimetria terá como função neste estudo, a leitura das cores, nas diferentes amostras produzidas em maquete, e também a medição da cor na superfície⁴² da obra da FBAUL, na zona da carnação, através da comparação de cor, visando correlacionar com os dados obtidos pelo FORS.

Trabalhos recentes têm sido publicados, no que toca a estudos com o colorímetro, com vista a comparações de cor. Todos estes estudos⁴³ utilizam o colorímetro em conjunto com outras técnicas analíticas, ou apenas o colorímetro. Uma das linhas de pesquisa de estudo comparativo é o da estabilidade a longo prazo, de tintas de conservação e restauro.

Como tintas testadas nestes estudos citamos a Maimeri[®] (cetónica e mástique), Golden[®] (PVAc), Charbonnel[®] (cetónica), Winsor&Newton[®] (aguarela e guache), Schminke[®] (aguarela e guache) ou preparações manuais, com Paraloid B-72[®] ou Laropal A-81[®].

Todos estes estudos visavam identificar com o colorímetro fenômenos de amarelecimento ou alteração cromática para outros tons, bem como o escurecimento ou o aclareamento. As técnicas analíticas de suporte, como o FTIR e Espectrometria de Massa por

³⁸ Cf. BERTOLINI, Cristiano - *Sistema para medição de cores utilizando espectrofotômetro*. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2010, p. 15.

³⁹ Será mais detalhada no tópico 4.1.3.

⁴⁰ Cf. FERNANDEZ-VILLA, Silvia, et al. - *Evaluación de sistemas de limpieza en seco sobre pinturas mates contemporáneas*. In Conservación de Arte Contemporáneo. Madrid: 15ª Jornada MNCARS, 2014, p. 145.

⁴¹ Cf. SÁNCHEZ ORTIZ, *op. cit.*, 2009, p. 200.

⁴² A medição foi feita na mesma amostra utilizada para leitura com FORS.

⁴³ Cf. DE LA RIE et al., *op. cit.*, 2000.

DIETEMANN et al., *op. cit.*, 2001.

SÁNCHEZ ORTIZ et al., *op. cit.*, 2009.

SÁNCHEZ ORTIZ et al., *op. cit.*, 2010.

BAILÃO, Ana - Avaliação colorimétrica da alteração de cor de alguns guaches e aguarelas utilizados na reintegração cromática de bens culturais. In CALVO, Ana; VIEIRA, Eduarda, eds. - *Matrizes da Investigação em Conservação e Restauro I*. Porto: UCP/CITAR, 2014. pp. 13-41.

BAILÃO, Ana; SAN ANDRÉS, Margarita; CALVO, Ana - Colorimetric analysis of two watercolours used in retouching. *International Journal of Conservation Science*. 5, 3 (2014), pp. 329-342.

Cromatografia Gasosa GC-MS, tinham como objetivo confirmar os fenômenos de degradação, ao verificar as alterações químicas ocorridas nos materiais em estudo.

Na mesma linha de investigação, em 2015, o estudo de Chiara Semenzato⁴⁴, desenvolvido na Universidade de Veneza, utiliza o colorímetro, combinado com o FTIR, para medir a degradação dos aglutinantes utilizados em tintas a serem usadas na conservação e restauro, de diversas marcas, e em distintas cores, após envelhecimento artificial. O colorímetro teve como função medir o amarelecimento, e o FTIR, verificar a alteração química ocorrida em tais aglutinantes.

Neste estudo optou-se pelo uso de uma aplicação de medição de cor via telemóvel⁴⁵, que funciona através da câmara fotográfica e do detetor CCD do próprio equipamento. A aplicação dá informação sobre os parâmetros de cor do espaço de cor CIE Lab em ecrã.

Há estudos publicados que dão conta do uso da função do telemóvel como colorímetro, aplicado à conservação e restauro, e a outras áreas científicas. Como exemplo, citamos o estudo de 2017 de Tim Wess⁴⁶, desenvolvido na universidade australiana USC, que analisou o amarelecimento de documentos em papel, com o uso de uma aplicação de medição de cor para telemóvel. A sua conclusão foi de que o método pode ser utilizado, com a ressalva da necessidade de uma mínima qualidade de câmara e processamento do telemóvel. Também, que a atividade seja muito bem documentada, para que possa ser replicada por outros investigadores nas mesmas condições de medição.

Outro estudo foi publicado em 2018 por Volkan Kiliç et al.⁴⁷ da Universidade da Turquia, onde estudaram o uso do telemóvel como espectrómetro e colorímetro. Realizaram medições de diversos matizes de cor utilizando LED como fonte de iluminação, e obtiveram resultados variando entre 76% a 100% de precisão em comparação aos resultados de um colorímetro profissional.

Foram encontrados outros estudos, não necessariamente relacionados com a conservação e restauro, mas que também atestam o uso do telemóvel como colorímetro, em setores como a medicina, na medição de cor para produção de próteses dentárias⁴⁸, na biologia,

⁴⁴ Cf. SEMENZATO, Chiara - *Studio e analisi del degrado di leganti polimerici utilizzati per il ritocco pittorico*. Veneza: Università Ca'Foscari Venezia, 2015. Tese de Mestrado em Conservação e Restauro. 2015, p. 33.

⁴⁵ Em função de restrições de acesso à FBAUL no período do Estado de Emergência da Covid-19, optou-se pelo uso do telemóvel por ser uma solução mais acessível financeiramente ao aluno, para que a parte laboratorial pudesse ser realizada fora da Faculdade, porém condicionado a existência de estudos científicos prévios atestando o seu uso.

⁴⁶ Cf. WESS, Tim - *Smartphone citizen science: Can a conservation hypothesis be tested using non specialist technology?* *Heritage Science*, 5, 1 (2017), pp. 35-46.

⁴⁷ Cf. KILIÇ, Volkan, et al. - From sophisticated analysis to colorimetric determination: smartphone spectrometers and colorimetry. In ZENG, Lingwen, ed. - *Color Detection*. Londres: IntechOpen, 2020.

⁴⁸ Cf. MULCARE, Daniel et al. - Suitability of a mobile phone colorimeter application for use as an objective aid when matching skin color during the fabrication of a maxillofacial prosthesis. *Journal of Prosthodontics*. 0, (2018), pp. 1-10.

para medição de biodegradação⁴⁹ e na química, para medição de concentração de soluções⁵⁰.

c. Fluorescência de Raios X

A fluorescência de raios X tem sido usada na conservação e restauro sobretudo para a identificação de elementos químicos presentes num dado material, e no caso de pinturas de cavalete, na identificação de pigmentos e cargas minerais⁵¹. Também tem sido usada com o mesmo fim, em esculturas e pintura mural⁵², e na caracterização de ligas metálicas, vidros, cerâmicas, pedra (gemas, pedras semipreciosas), escritos⁵³ (papeis, pergaminho) e caracterização de agentes de degradação, tal como óxidos, de ferro e enxofre⁵⁴.

Neste estudo, a fluorescência de raios X teve como objetivo a confirmação da composição química dos pigmentos e das cargas minerais utilizados no projeto, como forma de validação da confirmação disponível nas embalagens.

d. Espectroscopia Raman

A técnica de espectroscopia Raman tem sido extensivamente utilizada na análise de obras de arte⁵⁵, sobretudo para estudo da composição química de pigmentos e aglutinantes de tintas empregadas nas camadas de preparação e pictórica. Os trabalhos citados nos tópicos anteriores, também utilizam e apontam esta técnica como importante fonte de diagnóstico e apoio aos resultados de FORS e de colorimetria, na confirmação da composição química de materiais.

No caso específico deste projeto, apesar da existência de estudo científico anterior, aproveitou-se da existência de uma amostra removida da carnação da obra para leitura de FORS e colorimetria, e aplicou-se a espectroscopia Raman para confirmar a informação publicada acerca da composição química da amostra estratigráfica da camada de preparação e da camada pictórica.

⁴⁹ Cf. SELLA, Nisha, et al. Use of smartfone as a handy colorimeter. *DU Journal of Undergraduate Research and Innovation*. 3, 2 (2017), pp. 56-63.

⁵⁰ Cf. HUANG, Chao-Nan – *Utilization of smartfone as a colorimetric detector for chemical analyses*. Pomona: Faculty of California State Polytechnic University, 2017. Tese de Mestrado.

⁵¹ Cf. APPOLONIA et al., *op. cit.*, 2009.

⁵² Cf. GAROFANO et al., *op. cit.*, 2016.

⁵³ Cf. MANSO, M.; CARVALHO, M. - Elemental identification of document paper by X-ray fluorescence spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 22, (2007), pp. 164–170. DOI: 10.1039/b608361g

⁵⁴ Cf. STUART, *op. cit.*, 2007, p. 234.

⁵⁵ *Ibidem*, p. 137.

2. Massas de Preenchimento

Obras de arte que possuem perdas de camada pictórica, ou que possuem perdas mais profundas, que atingem também a camada de preparação, requerem a realização de um procedimento técnico prévio à reintegração cromática, denominado de preenchimento de lacuna. Para este fim recorre-se a uma massa que pode ser nivelada ou texturada de seguida⁵⁶.

Desde o século XIX que se publica literatura⁵⁷ que evidencia a importância desta etapa, seja acerca dos critérios para a escolha dos materiais, da padronização das metodologias de preparação e da aplicação das massas, seja acerca dos resultados que se esperam alcançar para benefício estrutural da obra e para a etapa seguinte, que é a reintegração cromática. Ainda sobre os materiais utilizados nas massas, nestes tratados são feitas menções aos requisitos importantes que se esperam⁵⁸, tal como a compatibilidade com os materiais originais, as propriedades químicas, físicas e mecânicas. A correta seleção destes materiais proporciona a estabilização do processo de degradação que está em curso.

Nos aspetos de reversibilidade, os tratados mais antigos⁵⁹, abordam conceitos já em desuso, ao defender que as ações de restauro deveriam ser de “alta durabilidade”, com os mesmos materiais que o artista utilizou (inclusive na camada pictórica), de forma que fossem também impercetíveis aos olhos, tal como o uso de ceras e óleo como aglutinante. Hoje, temos clara a diferença entre durabilidade e estabilidade, após o aporte de teóricos da conservação e restauro no século XX.

Como exemplo, em contrapartida a tais ideias, Cesare Brandi já na segunda metade do século XX, estabelece a distinção entre o original e o restauro⁶⁰, e a necessidade de testes prévios de compatibilidade, aplicando critérios de mínima intervenção. Além da

⁵⁶ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 19.

⁵⁷ Podemos citar os manuais de conservação e restauro do século XIX, que citam a técnica do preenchimento de lacunas, conforme:

FORNI, Ulisse – *Manuale del pittore restauratore*. Florença: Le Monnier, 1866, p. 76.

SECCO-SUARDO, Giovanni – *Manuale ragionato per la parte meccanica dell'arte del restauratore dei dipinti*. Milão: Tipografia de Pietro Agnelli, 1866, p. 152.

MACEDO, Manuel de – *Restauração de quadros e gravuras*. Lisboa: Ed. David Corazzi, 1885, p. 28.

POLERÓ, Vicente - *Tratado de la pintura en general*. Madrid: Cuesta. 1886, p. 180.

Também citamos os manuais do século XX:

GUNN, Maurice – *Print restoration and picture cleaning*. Londres: L. Upcott Gill, 1911, p. 148.

CLARKE, Carl - *Pictures, their Preservation and Restoration*. Maryland: The Standard Arts Press, 1959. p. 159.

ALDRIDGE, Tim – *Restoring oil paintings – a practical guide*. Londres: Bishopsgate Press, 1984, p. 30.

NICOLAUS, Knut – *Manual de restauración de cuadros*. Colonia: Konemann, 1999, p. 235.

VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 361.

FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 61.

⁵⁸ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 50.

⁵⁹ Principalmente os tratados do século XIX. No entanto, Manuel de Macedo cita em seu manual de restauro preocupação com o uso de materiais a base de betume, devido ao escurecimento acelerado, ou seja, o autor já demonstra claramente a preocupação com a estabilidade dos materiais a longo prazo.

MACEDO, *op. cit.*, 1885, p. 29.

⁶⁰ Cf. BRANDI, *op. cit.*, 1963, p. 31.

preferência pela reversibilidade das intervenções, adiciona-se a este requisito, a preocupação com a toxicidade dos mesmos ao conservador-restaurador⁶¹.

Reforçando o tema da reversibilidade, ou mais modernamente a retratabilidade, Barbara Appelbaum⁶² menciona que este é um importante critério na escolha dos materiais, uma vez que a possibilidade de um determinado tratamento poder ser removido no futuro, não necessariamente em sua totalidade, mas de forma suficiente para obra poder ser tratada sem danos estruturais neste processo, é um critério a ser considerado na escolha dos materiais. A reversibilidade é importante no longo prazo pois não é possível saber quais as futuras patologias que uma obra irá sofrer, portanto, deve ser garantida no momento presente da intervenção a possibilidade de os materiais aplicados serem total ou parcialmente removidos.

Também sobre o mesmo assunto, Muñoz-Viñas⁶³ destaca que a eliminação completa de materiais adicionados às obras acaba por ser impossível, porém que os materiais empregados podem ser classificados de acordo com o grau de removibilidade ser maior ou menor.

2.1 Formulações

Apesar de existirem inúmeras possibilidades de formulações de massas de preenchimento, podemos agrupá-las em três grupos⁶⁴:

- as de formulação tradicional, preparadas com aglutinantes naturais (animais e vegetais);
- as de preparação baseadas em aglutinantes sintéticos;
- as comercialmente preparadas (*ready-made*), de uso imediato, e de origem igualmente sintética.

Às formulações que utilizam materiais de origem natural, como cola animal, ceras ou outros elementos não artificiais, atribui-se a denominação de “formulação tradicional”, uma vez que são materiais obtidos através de processos simples de extração e beneficiamento de substâncias naturais, com o mínimo de industrialização, o que também explica o seu uso mais antigo.

Ao mesmo tempo, os materiais de origem sintética, como os aglutinantes vinílicos e acrílicos, passaram a ser pouco a pouco introduzidos no universo da conservação e restauro⁶⁵, após a devida testagem visando o entendimento de uma série de características tais como:

⁶¹ Cf. MASSCHELEIN-KLEINER, Liliane - *Los solventes*. Santiago: Centro Nacional de Conservación y Restauración, 2004, p. 119.

⁶² Cf. APPELBAUM, *op. cit.*, 2007, p. 330.

⁶³ Cf. MUÑOZ-VIÑAS, Salvador - *Teoría Contemporánea de la Restauración*. Madrid: Editorial Síntesis, 2010, p. 111.

⁶⁴ Cf. FUSTER-LÓPEZ et al., *op. cit.*, 2008b, p. 182.

⁶⁵ Cf. FIGUEIREDO Jr., *op. cit.*, 2012, p. 75.

- estabilidade a longo prazo;
- resistência a humidade;
- índice de alcalinidade adequados;
- flexibilidade;
- compatibilidade com os materiais constituintes do original e com os materiais da reintegração cromática;
- resistência a ataques biológicos;
- possibilidade de resistência contra a ação de raios UV através da adição de aditivos apropriados.

É importante dizer que não há formulação que possa ser considerada como ideal ou correta, melhor ou pior, pois cada formulação poderá ser a ideal, quando confrontada com as características da obra a ser intervencionada, aportando seus benefícios técnicos.

Com respeito a características da massa de preenchimento é essencial considerar o seguinte⁶⁶:

- Se há uma integração harmoniosa com a área de contacto circundante, uma vez que facilita e propicia uma reintegração cromática de sucesso, em termos de textura e brilho, sem cobrir a camada cromática original remanescente;

- Se há estabilização mecânica da região da perda, uma vez que durante este processo são realizadas previamente ações de estabilização e consolidação das perdas ao redor da lacuna, visando estancar o processo de destacamento de camadas;

- Se permite manter o equilíbrio de tensões entre as diversas camadas existentes na obra, desde a tela até as camadas sobrejacentes.

- Se possibilita a proteção do tecido constituinte do suporte, além do evidente benefício estético do preenchimento da lacuna.

Como supracitado, os dois principais constituintes⁶⁷ das massas de preenchimento são, uma carga mineral e um aglutinante, e nos itens abaixo estes serão melhor apresentados.

2.2 Cargas minerais mais utilizadas: origem e métodos de produção

As cargas minerais são⁶⁸ materiais de uso consagrado na conservação e restauro, e também na produção artística. São materiais empregados em ambas as atividades, seja na preparação das camadas de imprimadura e base de telas de pinturas de cavalete, e no seu restauro.

A grande maioria dos trabalhos de restauro utilizam cargas à base de carbonatos de cálcio, o cré, e sulfato de cálcio di-hidratado, o gesso⁶⁹. De origem puramente mineral ou obtido

⁶⁶ Cf. NICOLAUS, *op. cit.*, 1998, p. 236.

⁶⁷ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 361.

⁶⁸ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 53.

⁶⁹ Cf. VILLARQUIDE, Ana - *La pintura sobre tela I. Historigrafía, técnicas y materiales*. San Sebastián: Nerea, 2004, p. 64.

após processos de industrialização, as cargas minerais são amplamente utilizadas na conservação e restauro devido a inúmeras propriedades que possuem, pois trazem benefícios técnicos em termos de poder de cobertura, baixa acidez, estabilidade e reversibilidade, de forma que é um material extremamente versátil para diversas aplicações, não apenas na preparação de massas para o preenchimento de lacunas.

As cargas não podem ser utilizadas no preenchimento de lacunas de maneira isolada, mas sim aglutinadas, para que se possa obter uma pasta cremosa de fácil aplicação⁷⁰. A carga mineral reduz o volume de aglutinante a ser utilizado e conseqüentemente o custo da formulação. Na maioria das intervenções são utilizadas cargas minerais em pó, à base de carbonatos de cálcio (oriundo de rochas como mármore, calcário, calcita, etc.) e sulfato de cálcio di-hidratado, o gesso (oriundo de rochas como gipsite, selenite ou alabastro).

a. Carbonato de cálcio

O carbonato de cálcio (CaCO_3) possui diversas formas de comercialização, que advém de sua imensa variedade de origens minerais, bem como das inúmeras possibilidades de processo de industrialização.

A forma mais simples de comercialização do carbonato de cálcio é na forma do mineral moído, cujas características principais da jazida (figura 3) devam ser sua brancura natural, isenta o máximo possível de contaminantes, tal como argilo-minerais e matéria orgânica. Este material, pode ser oriundo de diversos tipos de rochas e materiais carbonáceos, tais como o calcário, o mármore, a dolomita (figura 4), o travertino, a calcita (figura 5), e até mesmo jazidas de conchas marinhas e lacustres (figura 6) em zonas de acúmulo de praias e fundos de lagos secos. Após selecionado, pode ser lavado e peneirado e após moído nas mais distintas frações granulométricas, é fracionado em sacos ou embalagens menores e está pronto para o uso.



Figura 3 - Exemplo de jazida de extração de carbonato de cálcio natural, Atacama, Chile. Crédito: AX, 2015.



Figura 4 - Exemplo de rocha carbonática tipo dolomita. Origem: Córdoba, Argentina. Crédito: AX, 2015.

⁷⁰ Cf. HORIE, Velson - *Materials for Conservation*. Nova Iorque: Routledge, 2010, p. 307.



Figura 5 - Exemplo de rocha carbonática tipo calcita. Origem: Espírito Santo, Brasil. Crédito: AX, 2015.



Figura 6 - Exemplo de jazida de conchas marinhas em zona de praia, Mejillones, Chile. Crédito: AX, 2014.

Este tipo de material está sujeito a contaminações, em função de sazonalidades operacionais da jazida de onde são extraídos e também em função das variações geológicas naturais (figura 7) dos contaminantes presentes (óxidos de ferro, sílica, sais, etc.), que dão ao carbonato de cálcio natural, GCC (*Grounded Calcium Carbonate*), uma menor previsibilidade em suas características de qualidade, inclusive quanto a brancura, pois a mesma pode tender para tons bege, avermelhados ou acinzentados, a depender do tipo de mineral e da jazida em questão.



Figura 7 - Exemplo de rocha calcária branca contaminada com argila. Ceará, Brasil. Crédito: AX, 2013.

Geralmente, este tipo de produto é utilizado em aplicações que não dependem da cor como requisito de qualidade, tal como massas de preenchimento de uso arquitetônico.

Outra forma de comercialização do carbonato de cálcio é em sua forma sintética, o Carbonato de Cálcio Precipitado⁷¹, conhecido comercialmente por PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*).

⁷¹ Cf. ERDOGAN, Necmettin; EKEN, Haci - Precipitated calcium carbonate: Production, synthesis and properties. *Physicochemical Problems of Mineral Processing Journal*. 53, 1 (2016), p. 57.

Obtido a partir de processos químicos controlados⁷², o Carbonato de Cálcio Precipitado pode ser considerado um produto de origem sintética, apesar de ter como origem a rocha calcária. Produzido em ambiente de plantas industriais, é especificado sua brancura, tamanho e inclusive o formato de partícula, através do controle dos processos formadores das moléculas de carbonato. Assim sendo, é um produto muito superior em qualidade ao GCC⁷³, em termos não somente de brancura, porém também em sua pureza, acima de 99% de teor de CaCO₃, em contrapartida ao GCC, cuja pureza pode estar ao redor de 80%, a depender dos contaminantes presentes, como alumino silicatos, matéria orgânica e outros resíduos insolúveis.

Estas características do PCC o habilitam a ser uma carga mineral fundamental nas indústrias de⁷⁴ papéis, tintas, cosméticos, alimentos, borrachas, cerâmicas, plásticos, e de forma não menos importante, também absorvido nas atividades da conservação e restauro⁷⁵.

b. Gesso

O Sulfato de Cálcio Di-Hidratado, ou gesso (CaSO₄.2H₂O), é uma das cargas minerais mais utilizadas na conservação e restauro⁷⁶. Também possui diversas aplicações nas artes plásticas escultóricas, e também na construção civil, em diversas atividades, tal como elementos decorativos, placas de isolamento, forro de paredes e tetos.

Utilizada desde a antiguidade⁷⁷, o gesso é um dos materiais mais tradicionais utilizado nas belas-artes, artes decorativas e construtivas, devido a suas propriedades de tratabilidade, facilidade escultórica, resistência mecânica após secagem e baixa densidade.

Oriundo de diversas rochas, tal como gipsite, selenita, anidrita ou alabastro, a partir de diversas origens geográficas⁷⁸, por consequência, com sutis variações em propriedades físicas e químicas, possui como característica geral, ser pouco solúvel em água, transparente com aglutinantes aquosos e opaco com aglutinantes oleosos.

⁷² Cf. MELO, Gonçalo - *Optimização e desenvolvimento de processos numa empresa produtora de carbonato de cálcio*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2010. Projeto de Mestrado, p. 35.

⁷³ Cf. KARAKAS, Firat et al. - Effect of precipitated calcium carbonate additions on waterborne paints at different pigment volume concentrations. *Progress in Organic Coatings*. 83, (2015), p.65.

⁷⁴ Cf. MELO, *op. cit.*, 2010, p. 14.

⁷⁵ Cf. TAGLIERI, Giuliana et al. - The nanolimes in Cultural Heritage conservation: Characterization and analysis of the carbonation process. *Journal of Cultural Heritage*. 9, (2008), p. 294.

⁷⁶ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 53.

⁷⁷ Cf. SANTOS GÓMEZ, Sonia - *Las preparaciones de yeso en la pintura sobre tabla de la escuela española*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2005. Tese de Doutoramento, p. 170.

⁷⁸ Cf. GETTENS, Rutherford - *Painting materials, a short encyclopedia*. Nova Iorque: Nostrand, 1947, p. 118.

A fabricação do gesso começa no processo de extração mineral, onde após selecionada na jazida, a rocha é britada em porções de menor tamanho e submetida ao processo de calcinação, a temperaturas⁷⁹ entre 160°C a 300°C, e posteriormente é moída e ensacada para venda.

Uma das poucas restrições da aplicação do gesso é o impedimento de seu uso externo, pois o mesmo acumula água, devido a porosidade, e poderá perder sua capacidade estrutural, estimular a biodegradação por acúmulo de fungos, líquenes, bactérias, etc., e se degradar. Sua porosidade propicia a absorção da humidade do ambiente⁸⁰, bem como os elementos que estejam em suspensão.

Após a adição de cargas especiais, o gesso, ou a mistura oriunda destes materiais, podem ser utilizados em diversas aplicações. Na construção civil destaca-se o uso em estuques, instalação de paredes modulares, acabamentos em paredes, frisos, molduras de teto. Na indústria é usado como isolante contrafogo, moldes de peças para fundição. Na medicina, é usado como agente protetor e suporte em regiões de fraturas ósseas, e também na odontologia, em moldes para preparação de próteses dentárias, este último, também conhecido como alginato. Nas artes plásticas, o gesso é utilizado para confecção de esculturas, preparação de camada primária em pinturas em tela⁸¹, e trabalhos em suporte de madeira, tal como pintura e escultura.

Um dos usos mais conhecidos nas artes plásticas é na criação da arte decorativa tipo fresco⁸², que consiste na aplicação de uma fina camada de gesso sobre camadas previamente aplicadas de argamassa, e sobre esta fina camada, ainda húmida, aplicada a tinta, onde esta era absorvida pelo gesso e formava assim, uma camada final policromada.

Na conservação e restauro, o gesso é utilizado em inúmeras situações⁸³. Desde aplicação pura ou misturado a outros materiais e agentes aditivos. No restauro arquitetónico, é utilizado no restauro de inúmeros elementos tais como paredes, tetos, sancas, molduras, frescos, azulejos, etc. Seja em substituição a peças faltantes, seja como consolidante, preenchimento de lacunas, ou nivelamento de superfícies. Na conservação e restauro de esculturas, sejam estas em gesso, pedra ou madeira, o gesso é utilizado como material consolidante, para o preenchimento de lacunas e acabamento superficial. Em intervenções de pinturas de suporte em tela, o gesso é utilizado como carga mineral para preparação de massas de preenchimento em lacunas. Também é utilizado o gesso para confecção de partes faltantes em molduras, através da técnica de contramolde.

⁷⁹ Cf. RAMOS, Mariana – *O gesso na escultura contemporânea: A história e as técnicas*. Lisboa: Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, 2011. Tese de mestrado em escultura, p. 18.

⁸⁰ Cf. ALMADA, Agelissau, et al. - As réplicas em gesso das obras do mestre Aleijadinho: Um trabalho de conservação e restauração. *Boletim do CEIB*. 19, 60 (2015), p. 4.

⁸¹ Cf. MECKLENBURG, Marion - *The structure of canvas supported paintings*. Valencia: Preprints of the International Conference on Painting Conservation, 2005, p. 125.

⁸² Cf. MERRIFIELD, Mary - *The art of fresco painting*. Londres : Alec Tiranti Ltd., 1952, p. 45.

⁸³ Cf. SANTOS GÓMEZ, *op. cit.*, 2005, p. 43.

2.2.1 Outras cargas minerais

Há inúmeras outras cargas minerais que também podemos citar o seu uso na conservação e restauro, além do carbonato de cálcio e gesso. Apesar deste estudo estar concentrado nas duas cargas citadas, podemos citar algumas adicionais, em função de sua utilização também comum na conservação e restauro: vermiculita, caulino, sílica (e microesferas de vidro), feldspato, barite, talco, etc. Tais cargas podem ser utilizadas isoladamente ou como aditivos em conjunto com outras, visando potencializar determinadas características que se desejam obter, tal como maior flexibilidade, poder adesivo, tixotropicidade, maior capacidade de alisamento, retardamento de secagem, diminuição de retrações e translucidez. Para efeitos didáticos, irei abaixo citar 3 outras cargas, além do carbonato de cálcio e do gesso, que comumente são utilizadas na preparação de massas de preenchimento.

a. Vermiculita

A vermiculita⁸⁴, $(Mg,Fe,Al)_3(Al,Si)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$, é um mineral com características semelhantes a mica, um silicato alcalino de alumínio hidratado. Possui coloração dourada a rosada, de formato laminar. O material é submetido a um forno ao redor de 1.000°C para liberação da molécula de água. Nesta fase, ocorre a expansão de volume do mineral em torno de 12 a 15 vezes. Como características, este material é atóxico, estéril e não possui odor. Leve e extremamente absorvente, possui propriedades isolantes, filtrantes e refratárias. A soma destas propriedades habilita este material para seu uso na conservação e restauro, em função da sua estabilidade. É utilizado como carga mineral também em preenchimento de grandes perdas volumétricas, tal como estruturas de madeira atacadas por insetos xilófagos⁸⁵, onde associado a BEVA 371[®], adquire propriedades de alta resistência mecânica associada a baixa densidade, diminuindo-se assim, os esforços nas estruturas onde é aplicado.

b. Caulino

O caulino, um argilo-silicato, é formado essencialmente pela mineral caulinite, apresenta cor branca ou quase branca⁸⁶. A combinação entre moléculas de alumínio (Al) em conjunto com a Sílica (Si), assume a seguinte estrutura molecular: $Al_2O_3 \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$, onde m , varia de 1 a 3 e n , de 2 a 4.

O caulino é utilizado principalmente nas indústrias de papel e tintas, como carga mineral, devido a suas propriedades de alvura, opacidade, poder de cobertura, fácil dispersão em água, e também como complemento agrícola, na indústria cerâmica, na indústria de

⁸⁴ Cf. TELLECHEA, Domingo - *BEVA vermiculita: um novo material para nivelamento de lacunas em pinturas*. Rio de Janeiro: Congresso ABRACOR, 1996, p. 2583.

⁸⁵ Cf. TELLECHEA, Domingo - *Pintura en Restauro*. Buenos Aires: Editora Instituto Domingos Tellechea, 1998, p. 327.

⁸⁶ Cf. ARAÚJO, Isabella, et al. - Caracterização química dos caulins de Junco do Seridó-PB. *Revista Cerâmica Industrial*. 17, 2 (2012), p. 36.

borrachas, refratários, inseticidas, na construção civil, como reforçador de cimentos (*metacaulim*).

Na conservação e restauro, o caulino é utilizado como carga mineral na preparação de massas de preenchimento em pinturas de cavalete, sejam o suporte de tela ou madeira. Também pode ser utilizado no restauro arquitetônico, na preparação de tintas, como carga mineral e pigmento, devido a sua alvura e poder opacificante, e também nos tratamentos de papel, como carga mineral em formulações de polpas de enxerto.

c. Sílica

A sílica (SiO_2), é um material importante para vários setores da indústria, tal como a fabricação de vidros (vidro plano, embalagens, automotivo), fundição (moldes), cerâmica, construção civil, química, ácidos, petróleo e gás, fertilizantes, tintas e plásticos.

Na conservação e restauro, é utilizada como componente de argamassas para restauro arquitetônico, associadas a cal e outros aditivos, para preenchimento e nivelamento de lacunas em paredes, tetos, muralhas e muros em pedra, assentamento de azulejos e ladrilhos. As microesferas de sílica, a sílica moída ou a sílica pirogenada (*fumed silica*) tem uso como carga mineral para diversas aplicações em preenchimento de lacunas em esculturas, associadas aos mais diversos tipos de aglutinantes. Especificamente a sílica pirogenada, tem a propriedade de dar ao aglutinante a característica de tixotropia, sendo assim, também utilizada em associação a adesivos estruturais, tal como o epóxi, visando controlar sua fluidez.

2.3 Aglutinantes para massas de preenchimento: principais escolhas

Os aglutinantes podem ser de origem natural, como as colas de pele de coelho, boi ou esturjão, de origem sintética, como resinas alifáticas, vinílicas, acrílicas, ou de origem semissintética, como o caso dos éteres de celulose. Estas substâncias têm como função interagir com as cargas minerais e criar um meio fluido, com a viscosidade apropriada, de forma a preencherem as lacunas e criarem uma superfície homogênea, seja esta lisa ou texturizada, de forma a propiciar as condições ideais para a etapa seguinte, a reintegração cromática. O aglutinante também deve possuir propriedades estruturantes e de flexibilidade adequada⁸⁷, visando absorver os movimentos do suporte, inclusive as deformações plásticas de encolhimento e dilatação, e manter sua adesão a zona circundante.

É igualmente importante ter em consideração os aditivos que podem ser adicionados às formulações⁸⁸, que visam dar propriedades específicas às massas, tal como plasticidade, transparência, retardamento ou aceleração de secagem, pigmentação, e também substâncias visando proteger a massa contra os ataques biológicos.

⁸⁷ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 57.

⁸⁸ *Ibidem*, p. 59.

Alguns dos aditivos tradicionais empregues, não são atualmente empregues nas massas de preenchimento, sobretudo para evitar o aparecimento de microrganismos, como o caso do mel e do melaço de cana⁸⁹ (para plasticidade), do grude de farinha de trigo (adesão)⁹⁰, o óleo de cravo e vinagre (biocida, fungicida)⁹¹ e também asbestos (elasticidade) e a glicerina⁹².

Abaixo serão apresentados alguns aglutinantes tradicionais e sintéticos, o que pode ser analogamente associado a uma formulação tradicional ou moderna, após a adição da carga mineral correspondente.

2.3.1. Aglutinantes tradicionais

a. Cola animal

As colas animais são derivadas do colagénio, que é uma proteína presente em ossos, peles e cartilagens⁹³. A sua obtenção faz-se pelo cozimento da matéria-prima até o rompimento das cadeias de polímeros das quais estas são constituídas⁹⁴. Posteriormente é seca e vendida em grãos após moagem, ou lâminas, a depender das características do material.

Em termos de aplicação, as mais comuns são preparadas a partir da pele de coelho, e em menor escala de boi ou então, da bexiga-natatória do esturjão⁹⁵. Este aglutinante proteico é aquoso, e deve ser preparado e adicionado à carga mineral ainda aquecido, bem como a sua aplicação. É uma das formulações mais antigas, porém ainda muito utilizada. O aspeto após a adição de carga mineral é branco a bege.

É importante que a superfície a ser aplicada esteja isenta de materiais de origem sintética, pois o mesmo possui má adesão em tais materiais. Também se recomenda adicional cuidado na dispersão/aplicação do mesmo sobre a lacuna, evitando o recobrimento de parte do original, devido a sua rápida capilaridade, pode tornar a limpeza ao redor da lacuna de difícil execução.

Por ser de alta solubilidade em água, tal qual determinadas preparações de pintura tradicionais, é recomendado isolar a lacuna previamente para garantir a retratabilidade da massa a ser aplicada, sem afetar o original remanescente. Como desvantagem é desaconselhável a climas de alta humidade, devido a bio deterioração, o que se aconselha ser adicionado um filme a sua superfície, visando sua impermeabilização. Este filme pode

⁸⁹ *Ibidem*, p. 373.

⁹⁰ Cf. FORNI, *op. cit.*, 1866, p. 114.

⁹¹ Cf. GUNN, *op. cit.*, 1911, p. 67.

⁹² Cf. SECCO-SUARDO, *op. cit.*, 1866, p. 382.

⁹³ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 57.

⁹⁴ Cf. FIGUEIREDO Jr., *op. cit.*, 2012, p. 88.

⁹⁵ Cf. NICOLAUS, *op. cit.*, 1998, p. 238.

ser de goma laca ou outro tipo de verniz isolante. Também é desaconselhável para lacunas muito profundas.

b. Cera

Quando citamos o universo das ceras, há diversas origens possíveis, formando um grupo bastante heterogêneo. Podem possuir origem natural (animal, vegetal), ou de origem sintética sendo obtidas a partir de derivados de petróleo e carvão mineral⁹⁶.

Dentre as ceras naturais podemos citar a cera de abelha (origem animal), a cera de carnaúba (origem vegetal). Quanto às ceras sintéticas mencionamos a parafina e a cera microcristalina (obtidas a partir de derivados de petróleo).

Como dito acima, uma das ceras naturais mais usadas é a cera de abelha. Para sua preparação, deve ser aquecida até seu ponto de fusão (60-70°C), visando obter a consistência líquida necessária para facilitar a mistura à carga mineral.

Também é comum a adição de uma resina natural (Damar por exemplo), visando atingir determinadas propriedades de flexibilidade e fluidez, daí a denominação “cera-resina”, também usada⁹⁷.

A reversibilidade desta formulação está associada a possibilidade de reaplicar calor ao local, de modo que a massa possa ser removida para futura intervenção no local da lacuna.

Em termos de formulação, quanto mais carga mineral se adiciona à mesma, mais dura e pouco flexível será a massa, de forma que, para obter-se determinada textura na superfície, é recomendado uma formulação com pouca carga mineral.

A massa resultante é pouco porosa, e impermeável, e para poder aceitar o aporte de reintegração cromática é necessário que a mesma seja do tipo pigmento-verniz, ou seja, de base não aquosa.

Não é recomendada para regiões geográficas de temperaturas médias mais altas, pois pode apresentar modificação estrutural⁹⁸. Em zonas de perdas extensas da camada pictórica, deve ser usada com cautela, pois a cera não costuma possuir flexibilidade suficiente para acompanhar a flexibilidade da tela, podendo vir a apresentar com o tempo novas fissuras e perdas no local da aplicação. É desaconselhável em pinturas de acabamento *matte*, devido a seu aspeto brilhante.

Por fim, sobre o tema das ceras há de se citar que existe no mercado produtos criados especificamente para conservação e restauro, tal como as ceras da linha Conservation

⁹⁶ Cf. MILLS, John S.; WHITE, Raymond – *The organic chemistry of museum objects*. Londres: The National Gallery, 1987, p. 41. ISBN 0-408-11810-5

⁹⁷ Cf. CLARKE, *op. cit.*, 1959, p. 67.

⁹⁸ Cf. MOTTA, Edson - *Iniciação à Pintura*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira Editora, 1976, p. 38.

Colors[®], da Gamblin, produzidas a partir de uma mistura de cera de abelhas, cera microcristalina, a resina Laropal A-81 e pigmentos, disponível em diversas cores⁹⁹.

2.3.2. Aglutinantes sintéticos

As resinas sintéticas surgem¹⁰⁰ no final do século XIX, a partir de derivados do petróleo e de origem mineral. Materiais específicos para os artistas surgem a partir de 1940, quer na função de aglutinante para tintas e demais usos, quer como para a preparação de massas e vernizes.

De seguida são indicadas, por ordem cronológica, algumas resinas passíveis de serem utilizadas na formulação de massas de preenchimento para perdas de camada pictórica: acetato de polivinilo, resinas acrílicas como o copolímero metil acrilato e etil metacrilato, o álcool polivinílico e o BEVA, constituído por etileno-vinil-acetato, parafina, resina cetónica, com 40% de conteúdo sólido em solventes alifáticos e aromáticos.

a. Acetato de Polivinilo

O acetato de polivinilo é usado na conservação e restauro desde a década de 1930¹⁰¹ em faceamento (*facing*) de pinturas e em processos de transferência de frescos. Seu uso se expandiu para tratamento de cerâmicas e de pintura sobre tela¹⁰², como adesivos. Posteriormente, passou a ser utilizado como verniz¹⁰³.

Comercialmente, um dos mais conhecidos é o Mowilith[®], mais especificamente Mowilith DS 5/2^{®104}, um aglutinante aquoso que, associado a uma carga mineral, geralmente o carbonato de cálcio, pode ser utilizado como massa de preenchimento.

b. Acrílicos

Desenvolvidos a partir de 1930, os polímeros acrílicos são amplamente empregados na indústria de tintas e vernizes¹⁰⁵ pela sua capacidade de formação de filmes homogêneos, estabilidade e flexibilidade. Também, em outros segmentos da indústria são aplicados, por exemplo, em substituição aos vidros, utiliza-se um tipo específico de resina acrílica, o PMMA devido a suas propriedades de transparência e rigidez¹⁰⁶. Também são utilizados como adesivos¹⁰⁷.

⁹⁹ GAMBLIN. Pigmented wax resin. [Acesso em 10/04/2021]. Disponível em <https://conservationcolors.com/pigmented-wax-resin/>

¹⁰⁰ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2004, p. 308.

¹⁰¹ Cf. HORIE, *op. cit.*, 2010, p. 137.

¹⁰² Cf. NICOLAUS, *op. cit.*, 1998, p. 282.

¹⁰³ Cf. FIGUEIREDO Jr., *op. cit.*, 2012, p. 75.

¹⁰⁴ Antiga denominação: DMC2.

¹⁰⁵ Cf. LEARNER, Tom – Modern paints. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012, p. 245.

¹⁰⁶ Cf. STUART, *op. cit.*, 2007, p. 21.

¹⁰⁷ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008, p. 60.

Há duas principais formas de comercialização e uso das resinas acrílicas. Uma é através da aplicação da resina dissolvida em um solvente aromático apolar, geralmente tolueno, ou o álcool isopropílico e a acetona¹⁰⁸, que atuam como agente de transporte e penetração da resina no meio onde se deseja a sua atuação, com a posterior evaporação do solvente. Por motivos de toxicidade, o tolueno tem vindo a ser cada vez mais substituído por solventes como¹⁰⁹ o Dowanol PM[®], etil-l-lactato ou o acetato de etilo. Um dos mais conhecidos é o Paraloid B-72[®], que é um copolímero de metil acrilato e etil metacrilatos. Seu uso é amplamente difundido devido a sua comprovada resistência ao amarelecimento, e não alteração da sua solubilidade, sendo removível com os mesmos solventes apolares ou polares utilizados em sua aplicação¹¹⁰.

A outra é na forma de uma emulsão aquosa, onde a resina é dispersa em água, em conjunto com uma série de aditivos¹¹¹. A água aporta a vantagem da baixa toxicidade durante a manipulação e a facilidade de dispersão de partículas, no caso de pigmentos e cargas minerais na preparação de tintas. Os aditivos têm como objetivo manter a estabilidade do sistema e os principais usados são dispersantes, espessantes, corretores de pH, coalescentes, biocidas e fungicidas. No caso das emulsões acrílicas utilizadas como tintas e vernizes, após a evaporação da água, forma-se uma película lisa, que não conseguem ser novamente dissolvidas em água, resultado do processo de coalescência¹¹².

Dispersões acrílicas comercialmente conhecidas são o Primal SF-016^{®113}, uma mistura dos polímeros acrílicos EA e MMA, e o Plextol B500[®], de mesma formulação, são dois exemplos de dispersões acrílicas amplamente utilizados na conservação e restauro¹¹⁴.

Com o uso das resinas acrílicas, o resultado da massa de preenchimento após seca, é de uma característica plástica, flexível¹¹⁵, de boa adesão ao estrato subjacente, podendo-se replicar as texturas da tela original ou marcas de pinceladas do artista antes de sua secagem completa.

c. Álcool de Polivinilo

Os primeiros usos do álcool de polivinilo na conservação e restauro datam da década de 1950¹¹⁶, onde o mesmo era usado como adesivo em têxteis, pergaminhos e papéis. Através das décadas seu uso foi expandido até chegar ao tratamento de pinturas em tela,

¹⁰⁸ Cf. STUART, *op. cit.*, 2007, p. 75.

¹⁰⁹ CTS España. Disolventes de baja toxicidad. [Acesso em 05/07/2021]. Disponível em <https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/3.1disolventes2016/relaciones-brochure/disolventesatoxicos.pdf>

¹¹⁰ Cf. FIGUEIREDO Jr., *op. cit.*, p. 75.

¹¹¹ Cf. LEARNER, *op. cit.*, 2012, p. 246.

¹¹² *Ibidem*, p. 248.

¹¹³ Antiga denominação: AC-33.

¹¹⁴ Cf. VON DER GOLTZ, Michael, et al. - Consolidation of flaking paint and ground. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012, p. 373.

¹¹⁵ Cf. FIGUEIREDO Jr., *op. cit.*, 2012, p. 74.

¹¹⁶ Cf. HORIE, *op. cit.*, 2010, p. 142.

como aglutinante na reintegração cromática. Também é utilizado como fixativo¹¹⁷ para documentos gráficos, consolidante para pinturas murais¹¹⁸, adesivo para marfim e para vidros¹¹⁹.

Um dos nomes comerciais mais conhecidos, é o Mowiol 04-M1[®], onde este é misturado a carga mineral, pigmentos e aditivos, como por exemplo a sílica em pó, visando prevenir fissuramentos durante a secagem¹²⁰.

d. Beva 371[®]

A Beva 371¹²¹, é uma mistura de resinas de EVA (Etileno-Vinil-Acetato) e parafina, patenteada por Gustav Berger em 1976. Importa dizer que 40% do conteúdo sólido está disperso em solventes aromáticos e alifáticos, resultando numa resina adesiva termoplástica, utilizada principalmente em entretelagem/reentelagem de pinturas em tela, mas também como material de preenchimento, associado a cargas minerais, devido às suas propriedades estruturantes.

A Beva 371 pode ser misturada a cargas minerais, e também a algum pigmento específico visando atingir um determinado tom. É importante referir que a Beva 371 tende a amarelecer com o tempo.

A reintegração cromática sobre massas à base de Beva 371 deve ser feita à semelhança das situações com massas cerosas, uma vez que a massa resultante com a carga mineral é impermeável e hidrofóbica. Recomenda-se, portanto, a utilização de pigmento-verniz.

A retratabilidade do local da lacuna e a aplicação são garantidos através do reaquecimento do material com espátula térmica, seguido da raspagem dos resíduos.

Como desvantagem é importante referir o alto nível de toxicidade, uma vez que a Beva 371 é preparada a partir de uma mistura de hidrocarbonetos aromáticos altamente tóxicos.

¹¹⁷ Cf. STUART, *op. cit.*, 2007, p. 22.

¹¹⁸ Cf. HANNA, S.; DINSMORE, J. - Conservation of central asian wall painting fragments from the Stein Collection in the British Museum. In CATHER, Sharon, ed. – *The conservation of wall paintings*. Londres: Courtauld Institute of Art and The Getty Conservation Institute, 1991, p. 80.

¹¹⁹ Cf. DAVISON, Sandra – *Conservation and restoration of glass*. Oxford: Butterworth Heinemann, 2003, p. 205.

¹²⁰ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 99.

¹²¹ Cf. HORIE, *op. cit.*, 2010, p. 159

CTS Europe. [Acesso em 20/07/2020]. Disponível em <https://www.ctseurope.com/en/scheda-prodotto.php>

2.4 Massas prontas (*ready-mades*)

O uso de massas comerciais prontas pode trazer benefícios, tais como a aplicação imediata, reduzindo assim, o tempo que o conservador-restaurador demora em preparações. Apesar das vantagens, desconhece-se em pormenores a formulação destas massas¹²², em função de confidencialidade industrial, o que para a conservação e restauro, especificamente de pinturas em cavalete, limita muito sua aplicação. O seu uso é restrito a poucas marcas neste segmento, pois sua utilização está sempre condicionada a existência de estudos acadêmicos que comprovam algum benefício, justificando o seu uso.

Estas massas (alguns exemplos na figura 8) foram criadas para uso em diversos segmentos, como a construção civil, a produção artística, a medicina, a marcenaria, a azulejaria, e o seu uso tem sido apropriado pela conservação e restauro a partir do reconhecimento e aproveitamento das propriedades que estas massas possuem, consoante as necessidades específicas para cada tipo de intervenção, sendo respeitados os mesmos critérios que são exigidos nas preparações de massas em ateliê, tal como a removibilidade, e a estabilidade a longo prazo.



Figura 8 - Exemplos de massas prontas, utilizadas em diversos segmentos da conservação e restauro. Fonte: website dos respetivos fabricantes¹²³ (Polyfilla[®], Brummer[®], Alltek[®], Modostuc[®]).

Para este projeto, será utilizada como parte da metodologia a testagem de uma massa industrial. A massa a ser utilizada será a Modostuc[®]. Esta massa é um produto que tem utilização no preenchimento lacunas em pinturas de cavalete e em esculturas policromadas, apesar de ter sido criado originalmente para preenchimento de perdas de

¹²² Cf. FUSTER-LÓPEZ, Laura – Filling. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012, p. 592.

¹²³ Brummer - *Wood filling paste*. [Acesso em 14/05/2020]. Disponível em <https://www.rustins.ltd/brummer>

Gimod - *Modostuc*. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em <https://www.gimod.it/copy-of-modostuc?lightbox=dataItem-jkibpg3l>

Polycell - *Polyfilla Ready Mixed*. [Acesso em 14/05/2020]. Disponível em <https://www.polycell.co.uk/product/polycell-multi-purpose-polyfilla-ready-mixed/>

Sotinco - *Alltek Exterior*. [Acesso em 14/05/2020]. Disponível em <http://www.sotinco.pt/produtos/alltek-exterior>

madeiras em geral, incluindo mobiliário¹²⁴. Suas propriedades de fácil manuseio, texturização após aplicação, boa aceitabilidade de reintegrações aquosas com aguarela e guache, tornaram esta marca conhecida mundialmente¹²⁵.

Como acima mencionado, em termos de formulação, apesar de se conhecerem a maioria dos componentes destas massas¹²⁶, pois muitas delas já foram objeto de investigação através da aplicação de técnicas analíticas, não se conhecem exatamente as proporções de todos os componentes das massas industrializadas, uma vez que há confidencialidade envolvida¹²⁷. Porém sabem-se que há massas feitas com resinas acrílicas¹²⁸, tal como combinações de polímeros de metil, etil e butil-acrilatos, e metacrilatos, e também as vinílicas. Pigmentos e cargas minerais também são adicionados¹²⁹, por exemplo carbonato de cálcio, gesso, caulino, sulfato de bário, talco, e outros tipos de argilo-minerais. Também podem ser adicionados outros agentes, visando aumentar a flexibilidade das massas por mais tempo, bem como sua vida em prateleira, tal como biocidas, emulsificantes.

¹²⁴ Cf. FUSTER-LÓPEZ, Laura. *et al.* - Mind the gap! Some questions regarding the mechanical properties and dimensional response of filling materials for easel paintings. *Paintings and Painted Surfaces Conference*. Maastricht, 2011, p. 113.

¹²⁵ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2012, p. 592.

¹²⁶ Cf. FOX, Marylin – *Searching for the filler of my dreams – an odyssey in gaps and glues*. New Haven: Yale Peabody Museum of Natural History, 2001, p. 3.

¹²⁷ Cf. PROYECTO COREMANS. *Criterios de intervención em pintura de caballete*. Madrid: Ministerio de Cultura e Deporte, 2018, p. 79.

¹²⁸ Cf. CRAFT, Meg; SOLZ, Julie - Commercial Vinyl and Acrylic Fill Materials. *Journal of the American Institute for conservation*. 37, 1 (1998), 23, p. 25.

¹²⁹ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2012, p. 592.

3. Reintegração cromática

3.1 Definição

A reintegração cromática é a etapa da aplicação da cor na lacuna. Esta aplicação pode ser realizada a partir da escolha ponderada de uma dentre as diferentes metodologias existentes¹³⁰, e deve ocorrer em consonância com o tipo de obra, com a localização, extensão e localização das lacunas que afetam a composição pictórica¹³¹. Independente da metodologia escolhida, esta ação tem como objetivo reduzir o impacto visual que a lacuna causa, recuperando (ou mantendo) o valor artístico e iconográfico da obra¹³². Esta ação pode ser realizada a partir de diferentes métodos e técnicas.

Segundo Shawn Digney-Peer¹³³, a reintegração deve ocorrer até o atingimento de um estado que seja condizente e harmonioso com a parte remanescente original. Em termos históricos, aporte decisivo foi dado por Cesare Brandi que consolidou discussões sobre o respeito ao original, a preferência pela não remoção das evidências da passagem de tempo, e sobre o risco da criação dos falsos históricos¹³⁴. Brandi também fez uso de ideias da Gestalt para descrever o impacto da ausência de informação da lacuna, no entendimento global da obra¹³⁵.

Outro nome que podemos citar, como contribuinte de ideias conceituais que ajudaram a consolidar o entendimento moderno da reintegração é Paul Philippot. Em um artigo publicado por Beatriz Kuhl¹³⁶, ela menciona o contributo de Philippot relativo ao respeito pelo passado, pelos traços da história, com grande influência da escola de Brandi, da qual fora contemporâneo no ICR:

“As reconstituições ao idêntico, remetendo a um suposto estado original ou anterior, eliminam o intervalo entre a criação da obra e o presente. Ou seja, eliminam o tempo e as incidências do tempo sobre a materialidade da obra.”

É interessante referir que em termos contemporâneos, independente das divergências que possam existir entre os países, instituições de ensino ou instituições museológicas, os

¹³⁰ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 46.

¹³¹ Cf. BRANDI, *op. cit.*, 2006, p. 89.

¹³² Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 367.

MUIR, Kim - Approaches to the reintegration of paint loss: theory and practice in the conservation of easel paintings. *Reviews in conservation*. 10, (2009), p. 23.

EwaGlos, European Illustrated Glossary of Conservation Terms. Petersberg: Michael Imhof Verlag, 2015, p. 325.

¹³³ Cf. DIGNEY-PEER, *op. cit.*, 2012, p. 607.

¹³⁴ Cf. BRANDI, *op. cit.*, 2006, p. 17.

¹³⁵ Cf. BRANDI, Cesare - *Il Trattamento delle lacune della Gestalt psicologie*. In XX International Congress of History of Art. Nova Iorque: [s.n.]. 1961, pp. 149-151.

BAILÃO, *op. cit.*, 2018, p. 25.

¹³⁶ Cf. KUHLE, Beatriz - Paul Philippot, o restauro arquitetônico no Brasil e o tempo. *Revista Conversaciones*. 1, (2015), 53-64., p. 61.

inúmeros códigos de ética disponíveis em países e instituições dedicadas a conservação e restauro¹³⁷ convergem para pontos em comum, como já citado acima, apontando para a reintegração limitada às lacunas, com critérios de mínima intervenção e a garantida retratabilidade e estabilidade dos materiais aplicados.

3.2 A importância das massas de preenchimento na reintegração cromática

A reintegração cromática, para que possa ser considerada bem sucedida, depende de outros fatores que não somente a apropriada escolha e aplicação das tintas¹³⁸. O efeito convincente que é buscado na reintegração mimética, está muito relacionado com o comportamento da massa que foi utilizada no preenchimento da lacuna¹³⁹, pois suas características físicas, como textura, brilho, encolhimento ou fissuramento após secagem, porosidade, podem em conjunto, afetar a forma como a luz interage com a superfície e a cor. Há uma direta associação entre o preenchimento de lacunas e a percepção de qualidade da reintegração cromática¹⁴⁰.

Parte do processo de escolha da massa para um determinado caso em particular, passa por realizar testes em locais restritos na obra, ou em maquete de ensaio, visando estudar as propriedades físicas das massas, como brilho, textura, maleabilidade, porosidade, cor, e transparência *versus* opacidade, pois é sabido que estas propriedades afetam a percepção da reintegração cromática sobrejacente.

As características topográficas originais da obra, tais como empastes, marcas de pinceladas (figura 9), ou tão somente a textura da trama constituinte da tela, caso existam, só podem ser reconstituídos, dentro de uma proposta mimética, pela massa de preenchimento, e não pela tinta utilizada para o retoque, por melhor que esta tinta possa ser.



Figura 9 - Preenchimento de lacuna com simulação de pincelada do artista (textura mimética)¹⁴¹.

¹³⁷ ICOM. Codes of National or Regional Museums Associations. [Acesso em 11/05/2020]. Disponível em http://archives.icom.museum/other-codes_eng.html

¹³⁸ Cf. FERNÁNDEZ-VILLA, *op. cit.*, 2015, p. 203.

¹³⁹ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 61.

¹⁴⁰ Cf. NICOLAUS, *op. cit.*, 1998, p. 257.

¹⁴¹ Fonte: FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2008a, p. 123.

O mesmo conceito pode ser aplicado a replicação mimética, por meio da massa, dos padrões de fissuramento da camada pictórica. O fissuramento ocorre¹⁴² como consequência do processo de reticulamento cruzado que as moléculas do óleo sofrem ao longo do tempo. O reticulamento endurece a película da tinta a óleo, e conjugado aos movimentos do sistema camada pictórica e suporte, ocorrem as fissuras, em um determinado padrão¹⁴³, popularmente conhecido como rede de microfissuras ou *craquelure*. É desejável que a massa a ser aplicada na lacuna possua suficiente maleabilidade para ser esculpida para a reprodução do padrão similar do fissuramento existente¹⁴⁴ (figura 10), para posterior aplicação da tinta.



Figura 10 - Massa de preenchimento com simulação do padrão de fissuramento (*craquelure*) da obra¹⁴⁵.

Em relação ao uso da massa de preenchimento para a reprodução da textura da trama, que se replica na superfície da pintura, o mercado oferece algumas soluções, tal como espátulas com simulação de diversos tipos de tramas de telas (figura 11), que podem ser usadas sobre massas termoplásticas, harmonizando assim, a superfície da área preenchida com a região original circundante. Fuster-López ressalta¹⁴⁶ que para um efeito mais realista, o fio da trama original deve estar bem alinhado com a trama carimbada na massa, de forma a aumentar a qualidade da recomposição do volume da lacuna, bem como o resultado na recomposição cromática.

¹⁴² Cf. VAN LOON, Annelies, et al. - Ageing and deterioration of traditional oil and tempera paints. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. - *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012, p. 224.

¹⁴³ Cf. CONSTANTINI, Giuseppe, et al. - *Il Restauro dei dipinti "olio su tela"*. Bolonha: Clueb, 2011, p. 30.

BUCKLOW, Spike - The classification of craquelure patterns. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. - *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012, p. 288.

¹⁴⁴ Cf. SUSTIC, Sandra - *Breve manual sobre reintegração cromática*. Porto: Escola Artística e Profissional Árvore, 2015, p. 31.

¹⁴⁵ Fonte: FUSTER-LÓPEZ, *op.cit.*, 2008a, p. 91.

¹⁴⁶ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2012, p. 600.



Figura 11 - Espátulas com simulação de diversas tramas¹⁴⁷.

Massas porosas, por absorverem os aglutinantes e pigmentos de grão fino para o seu interior, principalmente aglutinantes aquosos, alteram as propriedades óticas da tinta sobre elas aplicada. Para evitar este efeito indesejado, Sandra Sustic¹⁴⁸ e Ana Villarquide¹⁴⁹ recomendam que sobre as massas porosas seja feita uma aplicação de um verniz de isolamento, antes da reintegração cromática.

O estudo prévio detalhado antes da intervenção, visando a assertividade na escolha das massas e no modo de texturização, poupará tempo ao conservador-restaurador na etapa de reintegração cromática. O motivo está relacionado com a minimização de efeitos indesejados, tais como: dificuldades no acerto do brilho, problemas na obtenção da correta saturação e luminosidade da cor, efeitos de luz e sombra indesejados devido a irregularidades na massa escolhida.

A correta tomada de decisão contribuirá para a diminuição do número de tentativas para acerto de cor, que são realizados com recurso a remoções ou raspagens mecânicas, ou químicas, visando a eliminação das massas de preenchimento e tintas de reintegração aplicadas equivocadamente. É importante mencionar que as sucessivas tentativas podem igualmente causar danos nas periferias da lacuna e por isso comprometer a intervenção.

3.3 Características associadas aos métodos e técnicas de reintegração

Dados os devidos esclarecimentos sobre os conceitos básicos de reintegração cromática, e a influência que as massas de preenchimento causam sob a mesma, é importante agora, estudar os diferentes métodos que podem ser adotados para a reintegração, e o contexto em que ocorre a escolha. Antes de tudo, é importante a ponderação pela realização ou não, da reintegração. Uma vez decidido pelo sim, é necessário planejar como esta será feita.

¹⁴⁷ Fonte: FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2012, p. 600.

¹⁴⁸ Cf. SUSTIC, *op. cit.*, 2015, p. 31.

¹⁴⁹ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 363.

3.3.1 A opção pela não reintegração

O processo de tomada de decisão pela não reintegração pode ser complexo, pois sua justificação envolve a análise de variáveis que vão desde o estado de conservação estrutural da obra, as extensões das perdas da camada pictórica, ou a relevância da perda, num contexto histórico¹⁵⁰, também, a sua função como objeto expositivo ou acadêmico¹⁵¹.

Uma área científica que costumeiramente opta pela não reintegração é a arqueológica. O objetivo principal é a reconstituição física do objeto, na sua estrutura física e volumétrica¹⁵². A camada pictórica passa assim, a ter valor secundário em detrimento ao valor científico, arqueológico e etnográfico.

3.3.2 Métodos de reintegração

Segundo Ana Bailão¹⁵³:

“A adoção pela intervenção implica o uso de várias técnicas de reintegração. Todas elas, consoante o objecto, permitem obter uma solução estética adequada para uma variedade de problemas e tem como objectivo comum restabelecer o potencial expressivo da obra.”

Posteriormente à escolha do método de reintegração, é necessário decidir sobre os materiais a utilizar. Para esta decisão é preciso ter em consideração o tipo de obra, as características da camada pictórica e a técnica de reintegração escolhida. Nos dois capítulos abaixo serão mais detalhadamente explicitados os métodos e os materiais para a reintegração cromática.

Em séculos passados, e até ao final do século XIX, havia o entendimento que a reintegração cromática se justificava pela necessidade de aprimoramento da obra de arte¹⁵⁴, e a melhoria de sua aparência, com o fim de ajustar a obra ao gosto da época¹⁵⁵.

Com este pretexto, realizavam-se intervenções irreversíveis, com materiais idênticos ao original, muitas não apenas reintegrações pontuais, porém repinturas de áreas mais extensas, que começaram a ser encaradas como falsificações¹⁵⁶, sobretudo, a partir do

¹⁵⁰ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 21.

¹⁵¹ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 46.

¹⁵² Cf. NADOLNY, Jilleen – History of visual compensation for paintings. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012, p. 578.

¹⁵³ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 46.

¹⁵⁴ Cf. NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 578.

¹⁵⁵ Cf. GLANVILLE, Helen – Introductory essay: “Relativity and restoration”. In CONTI, Alessandro – *A History of the Restoration and conservation of works of art*. Oxford: Elsevier, 2007, p. xxi.

No contexto da época, segundo o autor, “aprimoramento” e “aparência” tinham uma conotação mais voltada para o ajuste da obra ao gosto, diferente do entendimento contemporâneo, que visa manter na obra os traços da passagem do tempo, e a máxima preservação do original, com respeito aos códigos de ética profissionais.

¹⁵⁶ Cf. NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 579.

surgimento das preocupações com a manutenção da originalidade desde o fim do século XIX e mais intensamente, no século XX.

Desta forma, a partir do começo do século XX, começaram a ser desenvolvidas novas técnicas para a realização da reintegração cromática¹⁵⁷. Pretendia-se manter a intervenção circunscrita à lacuna e garantir o seu discernimento em relação ao original, bem como a sua reversibilidade, sem apagar o registo da passagem do tempo, com a contribuição acadêmica fundamental de Cesare Brandi¹⁵⁸. No que diz respeito às técnicas imitativas, podem ser utilizadas, desde que contemplem as mesmas regras de reversibilidade, com uso de materiais diferentes do original, e circunscritos às zonas de perda. Segundo Emile-Mâle¹⁵⁹ existe a preocupação de, ao não se distinguir claramente, a olho nu, sem o uso de exames científicos, o que é reintegração do que é o original, a reintegração poderia ser encarada como um falso histórico, principalmente por opositores à técnica.

Para a escolha da técnica, deve-se ponderar¹⁶⁰ o tamanho da lacuna, a região onde ocorreu a perda, a disponibilidade de informações e documentações previamente existentes. Nos dias atuais aumenta o poder de decisão de outras instâncias¹⁶¹, tal como o tutor do objecto, e níveis hierárquicos superiores dentro das instituições, também definido por Lizzie Frasco¹⁶² como sendo os novos atores (*stakeholders*) na arte contemporânea.

Pode-se dividir os principais métodos de reintegração atualmente utilizadas em dois grupos, o mimético, e o diferenciado¹⁶³. Este último possui algumas sub vertentes, que serão melhor explicitadas abaixo.

Método Mimético

Visa reconstruir as perdas de forma a imitar o original, seja do ponto de vista estrutural, seja do ponto de vista estético, mimetizando textura e brilho e minimizando o impacto visual das perdas¹⁶⁴. A distinção entre a reintegração e o original, muitas vezes só é possível a olho nu por pessoas altamente treinadas¹⁶⁵, por observação sob a radiação ultravioleta ou com outros equipamentos analíticos apropriados.

¹⁵⁷ Cf. NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 579.

¹⁵⁸ Cf. BRANDI, *op. cit.*, 2006, p. 6.

¹⁵⁹ MÂLE, Emile, 1976, p. 100, apud BAILÃO, *op. cit.* 2011, p. 47.

¹⁶⁰ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 46.

¹⁶¹ Cf. SEVERINI, Leonardo - *An opportunity to reflect on differentiated retouching techniques used in Italy: methods and materials: Problem solving in a private practice context*. Croacia: Postprints RECH 4, 2017, p. 22.

¹⁶² Cf. FRASCO, Lizzie -The contingency of conservation: changing methodology and theoretical issues in conserving ephemeral contemporary artworks with special reference to installation art. *Undergraduate Humanities Forum*. Pennsylvania: University of Pennsylvania, 2009, p. 56.

¹⁶³ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 47.

¹⁶⁴ *Ibidem*, p. 47.

¹⁶⁵ Cf. NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 575.

De acordo a Kim Muir¹⁶⁶, questionamentos sobre o método mimético, principalmente devido aos abusos e falhas cometidas pelos restauradores em séculos anteriores, inclusive com uso de materiais não removíveis e de baixa qualidade, com alto índice de alteração ao longo do tempo em relação ao original, fizeram florescer defensores dos conceitos de discernimento do original desde o começo do século XX. Dentre estes Victor Bauer-Bolton, em 1914, Max Doerner em 1922, Ruhemann em 1930, e em meados do século XX, a contribuição definitiva de Cesare Brandi, que consolidou o conceito de reintegração discernível do original¹⁶⁷.

No entanto, mesmo com a difusão e aceitação dos conceitos do método diferenciado, a reintegração mimética segue como uma alternativa viável, pois com o desenvolvimento e utilização de materiais mais estáveis e retratáveis, a técnica mantém-se em uso, e no caso de obras clássicas, estando mais restrita a perdas de pequenas dimensões¹⁶⁸, inclusive quando a lacuna é pequena a ponto de o método diferenciado não ser viável de ser aplicado.

No caso da arte moderna e contemporânea, também é utilizada, sobretudo quando se pretende a reintegração de pequenas perdas, tal como acontece com obras clássicas. Porém, para áreas mais extensas, a técnica mimética pode ser utilizada, caso esteja em consonância com a intenção estética do artista¹⁶⁹. Isto se aplica não somente a áreas monocromáticas¹⁷⁰, mas também a elementos geométricos e abstratos.

Caso a intenção do artista esteja documentada em relação aos tratamentos de conservação e restauro por ele desejados¹⁷¹, o processo de escolha da técnica pode ser mais facilitado. Caso não haja documentação neste sentido, a técnica mimética pode ser aplicada desde que seja uma proposta de tratamento que respeite os conceitos associados às ideias originais do artista¹⁷², e onde ocorra a junção, segundo Humberto Farias de Carvalho¹⁷³, “dos elementos conceituais e materiais intrinsecamente relacionados com o resultado estético proposto ao objeto”.

¹⁶⁶ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 22.

¹⁶⁷ Cf. BRANDI, *op. cit.*, 2006, p. 16.

¹⁶⁸ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 367

BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 47.

¹⁶⁹ Cf. FRASCO, *op. cit.*, 2009, p. ii.

¹⁷⁰ Cf. GOTTSCHALLER, Pia – Modern abstract art in Argentina and Brazil. *Conservation Perspectives – The GCI Newsletter*. 31, 2(2016), p. 14.

¹⁷¹ Cf. WHARTON, Glenn - The challenges of conserving contemporary art. In ALTSHULER, Bruce, ed. - *Collecting the New: Museums and Contemporary Art*. Princeton: Princeton University Press, 2006, p. 165. Há de se ponderar também o disposto nas leis de proteção da produção intelectual dos artistas, de acordo a legislação de cada país.

¹⁷² Cf. BASALOCO, Margarida - *A conservação da pintura contemporânea: quatro casos de estudo da coleção da Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto*. Porto: UPT - Universidade Portucalense, 2016. Dissertação de mestrado em Património Artístico, Conservação e Restauro, p. 63.

¹⁷³ Cf. CARVALHO, Humberto - *B8 Bólide Vidro 2 de Hélio Oiticica: procedimientos técnicos y materiales en la conservación de arte contemporáneo*. Madrid: 15ª Jornada de Conservación de Arte Contemporáneo – Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofia, 2014, p. 228.

Método diferenciado

As técnicas aplicadas no método diferenciado têm como função minimizar o impacto visual das perdas, com a garantia do discernimento visual em relação ao original¹⁷⁴. É importante que a reintegração diferenciada não chame mais atenção do que o conjunto da obra, de forma que a obra possa ser entendida em sua unidade¹⁷⁵. Este conceito, como já supracitado, foi desenvolvido a partir do início do século XX, a partir do questionamento em torno das questões éticas envolvendo supostos falsos históricos, e foi consagrado pelas teorias defendidas por Cesare Brandi, diretor do ICR-Instituto Central de Restauro, de Roma, a partir das publicações na década de 1940¹⁷⁶.

São indicadas de seguida algumas das principais técnicas utilizadas:

a. Tom neutro

Técnica difundida desde as primeiras décadas do século XX¹⁷⁷, atingindo sua maior popularidade na metade daquele século. A técnica consiste na aplicação na lacuna de um tom único, representativo do tom médio ao redor da perda, criando um efeito óptico de neutralidade em relação ao conjunto. A escolha correta do tom, causa a diminuição do ruído da lacuna em relação ao todo, diminuindo assim, seu protagonismo¹⁷⁸, ao mesmo tempo, por não contemplar a recriação de elementos faltantes, optando-se por um preenchimento uniforme, elimina-se o risco de criação de falso histórico¹⁷⁹.

No entanto, é uma técnica que está sujeita a questionamentos. Dentre estes, a subjetividade na determinação da tonalidade ideal para a lacuna, principalmente em relação ao matiz e luminosidade. Além disso, em caso de ocorrência de diversas lacunas em uma mesma obra, a escolha por uma única cor para todas as lacunas é uma solução que não irá ser a mais harmônica para todas as situações. Ao mesmo tempo, a depender da quantidade de lacunas, personalizar a cor para cada uma poderá, em função da quantidade de lacunas, aumentar significativamente a complexidade da operação¹⁸⁰.

Já Ruhemann em 1968 referia que esta solução seria inadequada, uma vez que o tom neutro contribui para dar mais importância à lacuna¹⁸¹.

¹⁷⁴ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 22.

¹⁷⁵ Cf. BRANDI, *op. cit.*, 2006, p. 13.

¹⁷⁶ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 23.

¹⁷⁷ Cf. NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 580.

¹⁷⁸ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 49.

¹⁷⁹ Cf. NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 577.

¹⁸⁰ Cf. WIJK, A. Svein – Perception Psychology in Re-integration Processes. In BROWN, A. Jean E., ed. – *The Postprints of the Image Re-integration Conference*. 15-17 September 2003. Inglaterra: Northumbria University Press, 2003, pp. 99,10

¹⁸¹ Cf. RUHEMANN, Helmut – *The cleaning of paintings: problems and potentialities*. Londres: Faber and Faber, 1968, p. 257.

b. *Tratteggio*

Foi uma técnica desenvolvida no ICR em Roma e também é conhecida por *tratteggio romano*. Foi desenvolvida entre os anos de 1945 e 1950 a partir das ideias de Cesare Brandi (diretor do instituto) e com o apoio de Paolo e Laura Mora¹⁸². Nesta técnica diferenciada, a reintegração é executada com finos traços retos verticais justapostos, velaturas de cor entre esses traços, com uso de cores puras em aguarela¹⁸³, de forma a recriar o tom, formatos e elementos perdidos, em consonância ao original circundante. O resultado é discernível a curta distância da obra, porém na distância de apreciação museológica, o observador tem uma leitura harmoniosa¹⁸⁴.

Os traços são realizados na posição vertical. Durante o desenvolvimento da técnica, outras opções foram estudadas, com diversos formatos possíveis, porém o traço vertical, limitado a 1cm de comprimento, foi a opção escolhida¹⁸⁵, posteriormente flexibilizada para maiores comprimentos.

c. Seleção Cromática

Esta técnica de reintegração diferenciada, assim como a Abstração Cromática, que será abordada em seguida, foi desenvolvida no norte da Itália, no *Opificio delle Pietre Dure* em Florença, por Umberto Baldini e Ornella Casazza, entre os anos 1970 e 1980¹⁸⁶. Baldini publicou suas ideias em dois volumes¹⁸⁷ nos anos de 1978 e 1981. A Seleção Cromática, ou *tratteggio fiorentino*, lembra em alguns pontos a técnica desenvolvida por Cesare Brandi no ICR em Roma em décadas anteriores, porém com características próprias¹⁸⁸.

A Seleção Cromática pode ser aplicada em circunstâncias similares em que seria aplicado o *tratteggio romano*¹⁸⁹, ou seja, através de traços justapostos paralelos, porém de cores puras em camadas sucessivas, criando um efeito final semelhante ao tom original¹⁹⁰. Os traços além de justapostos podem ser também sobrepostos, ao contrário do *tratteggio*

¹⁸² Cf. SAMET, Wendy - The philosophy of aesthetic reintegration: Paintings and painted furniture. In DORGE, V; HOWLETT, F. eds. – *Painted wood: History and conservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1994, p. 414.

¹⁸³ Cf. NADOLNY, 2012, p. 581. Também encontrei outro autor que aponta o uso do sistema pigmento-verniz, no lugar da aguarela, porém em época posterior, já após o desenvolvimento da seleção cromática em Florença.

GLANVILLE, *op. cit.*, 2007, xxiii

¹⁸⁴ Cf. GLANVILLE, *op. cit.*, 2007, p. xxiii.

¹⁸⁵ Cf. GAETANI, Maria Carolina – La reintegrazione delle lacune attraverso la tecnica del *tratteggio*: considerazioni sul metodo. In *La teoria del restauro nel nove da Riegl a Brandi. Atti del Convegno Internazionale di Studi*. Florença: Nardini Editore, 2006, p. 278.

¹⁸⁶ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 24.

¹⁸⁷ Cf. BALDINI, U. - *Teoria del restauro e unità di metodologia*. Florença: Nardini Editore, 1978. Vol. 1. e 1981. Vol. 2.

¹⁸⁸ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 54.

¹⁸⁹ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 24.

¹⁹⁰ Cf. CASAZZA, 1981, p. 30-32 apud BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 54.

romano. Os traços são curtos e finos, ligeiramente curvos, aplicados com aguarela, com a aplicação de mínima quantidade de cores, preferencialmente primárias e secundárias, para que se consiga obter o efeito de mistura ótica das cores adjacentes à lacuna¹⁹¹. Adicionalmente, a Seleção Cromática permite que os traços acompanhem o movimento da pincelada do artista, e a orientação das formas ou elementos geométricos da pintura, ou seja, não se limita aos traços verticais¹⁹².

A aplicação prática das teorias de Baldini foi desenvolvida na publicação de Ornella Casazza¹⁹³ de 1981, que detalha não somente esta, como também a Abstração Cromática.

d. Abstração Cromática

Técnica teorizada e desenvolvida em Florença por Umberto Baldini e Ornella Casazza entre as décadas de 1970 e 1980¹⁹⁴. Apesar de também possuir elementos técnicos similares à Seleção Cromática, como a aplicação de finos traços, a Abstração Cromática se aplica quando não há informação suficiente ao redor da lacuna, para suportar uma reintegração sem que haja a criação de um falso¹⁹⁵, o que ocorre geralmente em lacunas de grandes dimensões¹⁹⁶.

Assim, a técnica tem como objetivo a criação de um tom o mais neutro possível, que respeite as cores adjacentes à lacuna¹⁹⁷, de modo que a cor final percebida ocorra pelo efeito da mistura no olho do observador. Há regras para a escolha das cores dos traços e sua aplicação em termos de camadas e orientação (inclinação)¹⁹⁸.

Os traços devem possuir cores puras justapostas e sobrepostas, em sucessivas camadas, que visa criar um preenchimento cujo efeito de vibração de cores, minimiza o impacto das lacunas, também podem ser usados semelhante à técnica anterior, traços curvos, que se adaptam às formas circundantes do original¹⁹⁹. A técnica limita a seleção a 4 possíveis combinações de cores, para que se possa atingir a mesma temperatura de cor da área circundante²⁰⁰.

Para tons frios, há duas combinações:

- Amarelo + vermelho + azul + preto, ou,
- Amarelo + laranja + azul + preto.

¹⁹¹ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 368.

¹⁹² Cf. ROTHE, Andrea – Croce e Delizia. In LEONARD, Mark, ed. – *Personal viewpoints: Thoughts about paintings conservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2003, p. 16.

¹⁹³ Cf. CASAZZA, Ornella - *Il restauro pittorico nell' unità di metodologia*. Florença: Nardini-Centro Internazionale del libro, 1981.

¹⁹⁴ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 24.

¹⁹⁵ Cf. CASAZZA, *op. cit.*, 1981, p. 65.

¹⁹⁶ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 368.

¹⁹⁷ Cf. MUIR, *op. cit.*, 2009, p. 24.

¹⁹⁸ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 369.

¹⁹⁹ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 57.

²⁰⁰ Cf. CASAZZA, *op. cit.*, 1961, p. 67.

Para tons quentes, se utiliza a combinação entre :

- Amarelo + vermelho + verde + preto, ou,
- Amarelo + laranja + verde + preto.

Cada camada aplicada possui uma função e traz um benefício dentro do processo de Abstração Cromática²⁰¹. A primeira camada, realizada em traços na vertical, cobre a massa branca da lacuna. A segunda camada é aplicada na horizontal, com maior liberdade no formato dos traços²⁰² e já se começa a perceber a vibração das cores, pela mistura aos olhos do observador. As duas últimas camadas podem ser oblíquas sem que cubram totalmente as anteriores²⁰³ e dão a homogeneidade final à reintegração, e o atingimento do tom ideal para o preenchimento da lacuna.

e. Pontilhismo

A técnica do pontilhismo foi desenvolvida na década de 1970 na França²⁰⁴. Ségolène Bergeon²⁰⁵, defende, no entanto, que o primeiro trabalho bem discernível foi apresentado em 1980, em uma obra intervencionada denominada *Une Vierge á l'Enfant*, em uma exposição no Louvre. Também considerada como uma técnica diferenciada, consiste na aplicação de pontos distribuídos ao longo da lacuna. Adapta-se a pinturas antigas e pinturas contemporâneas²⁰⁶. O pontilhismo tem como intenção ser discernível a curta distância de observação, e integrar-se com a camada pictórica original, à medida que o observador se afasta da obra, à semelhança da técnica do *tratteggio*.

Os pontos são aplicados de maneira a recriar as formas e cores, mostrando ser uma técnica possível de ser utilizada como diferenciada ou ilusionista, a depender do tamanho e espaçamento entre os pontos, e as características da superfície aplicada e do suporte.

3.3.3 Materiais de reintegração

Na reintegração cromática é essencial conseguir selecionar os materiais de modo adequado, tendo em consideração a natureza da camada pictórica da obra e as condições ambientais de seu futuro local de exposição. A escolha do tipo de aglutinante, de pigmento para a preparação das tintas, ou a seleção de uma tinta já preparada, também deverá ter em consideração a sua inter-relação com a massa de preenchimento empregue, e os vernizes finais.

²⁰¹ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 57.

²⁰² Cf. CASAZZA, *op. cit.*, 1961, p. 69.

²⁰³ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 370.

²⁰⁴ Cf. NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 581. A escola francesa, o *Pointillisme*, foi um expoente desta técnica, em concomitante ao desenvolvimento das técnicas italianas já citadas nos tópicos anteriores.

²⁰⁵ Cf. BERGEON, Ségolène, 1990, p. 193 apud BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 59.

²⁰⁶ Cf. BAILÃO, *op. cit.*, 2011, p. 59.

A escolha das tintas para reintegração, por parte de muitos conservadores, é feita com base a experiência acumulada ao longo dos anos trabalhados²⁰⁷. Apesar das habilidades de muitos profissionais estarem circunscritas a um número por vezes limitado de opções de pigmentos e aglutinantes, e de marcas de tintas comerciais, é recomendável o domínio da maior gama possível destes materiais.

Por exemplo, ao se escolher um pigmento para reintegração cromática, é importante conhecer algumas propriedades. A principal é a permanência da cor, isto é, a sua estabilidade à luz. Será este fator que nos dará garantias de um trabalho bem conseguido a longo prazo. Outra, é o poder de cobertura²⁰⁸, que é a capacidade de uma tinta em recobrir o substrato no qual é aplicado. Dependendo da situação, poderá ser preciso um pigmento com maior ou menor poder de cobertura, e por isso um pigmento opaco ou transparente será necessário²⁰⁹. Geralmente para a primeira camada de reintegração se necessita um pigmento de maior opacidade, enquanto para as capas superiores, pigmentos mais transparentes são demandados.

O efeito final de um pigmento, de uma maneira geral, depende²¹⁰ de seu índice de refração, do aglutinante aplicado, da granulometria do pigmento, e da concentração deles. É recomendável que a paleta de um conservador-restaurador possua pigmentos transparentes e opacos, dentro da mesma tonalidade²¹¹, visando aumentar as opções e a correta aplicação dos pigmentos.

É importante que o conservador-restaurador conheça os efeitos de metamerismo dos pigmentos empregados²¹², pois a depender da luz do ambiente do ateliê, as cores podem se apresentar de uma forma, e com outro tipo de lâmpada, modificarem-se.

Para a arte moderna e contemporânea é normalmente necessária uma maior gama de pigmentos à disposição do conservador-restaurador, devido à grande variedade e oferta comercial de matizes e materiais inovadores, atualmente à disposição dos artistas.

O ideal é realizar, antes da intervenção, a análise dos constituintes químicos de um ponto próximo ao local da perda, cujo objetivo é identificar os pigmentos e demais materiais da camada de preparação e da camada pictórica, de forma a selecionar os mesmos pigmentos utilizados pelo artista, tendo em mente a escolha de materiais com notável estabilidade e retratabilidade.

²⁰⁷ Cf. DIGNEY-PEER et al., *op. cit.*, 2012, p. 615.

²⁰⁸ Cf. MOTTA, *op. cit.*, 1976, p. 165.

²⁰⁹ Cf. DIGNEY-PEER et al., *op. cit.*, 2012, p. 616.

²¹⁰ Cf. FIGUEIREDO Jr., *op. cit.*, 2012, p. 65

²¹¹ Cf. DIGNEY-PEER et al., *op. cit.*, 2012, p. 616.

²¹² *Ibidem*, p. 616.

3.3.3.1 Tintas usadas na reintegração cromática – principais escolhas

Para além do pigmento, outro elemento importante a ter em consideração é o aglutinante. É desejável que seja similar ao utilizado pelo artista, mas não igual ao original para evitar falsos, e que a sua possibilidade de remoção seja possível sem afetar a camada pictórica original²¹³, devido à regra da retratabilidade.

Segundo René de la Rie²¹⁴ há diversas possibilidades de aglutinantes que podem ser utilizados na composição das tintas utilizadas na reintegração cromática, como por exemplo (e não somente): acetato de polivinilo, diversas resinas acrílicas, resina cetônica, gomas (aguarela), resina de mástique, cera e têmpera de ovo. Também informa que os aglutinantes variam bastante em termos de estabilidade. Seu estudo concluiu que as resinas naturais tentem a apresentar amarelecimento com o passar do tempo, enquanto as resinas sintéticas apresentam maior estabilidade, listando a resina Laropal A81[®] (resina de uréia-aldeído) e Paraloid B-72[®] (resina acrílica) como materiais de excelente estabilidade²¹⁵.

Ana Villarquide²¹⁶ divide os aglutinantes usados em tintas para reintegração em alguns tipos: os oleosos (já em desuso devido aos problemas relacionados a dificuldade de remoção e falsificações), têmperas de ovo, gomas (aguarelas, guaches), resinas naturais (mástique), e os sintéticos. Dentro do grupo dos sintéticos, a autora destaca as resinas vinílicas (álcool de polivinilo e acetato de polivinilo), acrílicas (puras e emulsões aquosas), cetônicas.

Ana Bailão e Liliana Cardeira²¹⁷ dividem os aglutinantes em dois grupos, os de base aquosa e os de base solvente. Como materiais base aquosa listam a aguarela, o guache (goma arábica), e a possibilidade de dispersar pigmentos utilizando o Funori[®] e Aquazol[®] como aglutinantes. Como materiais base solvente citam as tintas industriais prontas, das linhas de conservação da Gamblin[®], Golden[®], Maimeri[®], RestaurArte[®] e Kremer[®]. Algumas destas tintas prontas estão dispersas em resinas como a Laropal A-81[®], ou resina de mástique, resinas acrílicas ou vinílicas. Também pode ser utilizado o Paraloid B-72[®] como preparação manual em ateliês. Esta resina possui dispersibilidade e possibilidade de remoção em uma ampla família de solventes, como acetona, álcool isopropílico, etanol ou diacetona-álcool.

De acordo a este levantamento da literatura, percebemos que há uma grande variedade de materiais utilizados como aglutinante, incluindo uma grande variedade nas opções de resinas sintéticas.

²¹³ *Ibidem*, p. 620.

²¹⁴ Cf. DE LA RIE *et al.*, *op. cit.*, 2000, p. 51.

²¹⁵ *Ibidem*, p. 58.

²¹⁶ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 373.

²¹⁷ Cf. BAILÃO, Ana; CARDEIRA, Liliana, *op. cit.*, 2017, p. 23.

Por haver uma grande oferta em termos de formulações e marcas, passa a ser fundamental se entender os critérios para a seleção do aglutinante (e conseqüentemente da tinta), o que segundo Digney-Peer²¹⁸, passa pelos seguintes fatores:

- deve ser inerte em relação ao original remanescente;
- removível sem causar dano ao original;
- estável ao longo do tempo, com a mínima variação de solubilidade com vistas a uma remoção futura;
- possuir as características necessárias para atingimento da textura, cor, transparência e brilho, em comparação à camada pictórica adjacente, ou seja, similaridade em relação às propriedades óticas do original;
- compatível com outros materiais utilizados na intervenção, como consolidantes, massas de preenchimento e vernizes.

No caso de obras de arte contemporâneas, muitos dos aglutinantes utilizados nas tintas escolhidas pelos artistas são comumente utilizados também na formulação de tintas para reintegração, o que deve ser ponto de atenção do conservador-restaurador, pois, como já informado acima, deve-se evitar o uso de materiais idênticos ao original, não apenas pela dificuldade de remoção no futuro, como também pelo risco de atribuição de falsificações²¹⁹.

Esta situação pode ser tornada exceção, quando há alguma informação vinda do artista, seja um depoimento pessoal, ou documentação histórica, ou contratual entre este e o adquirente/tutor da obra, que explicita o pensamento e o desejo do artista quanto às opções de intervenção²²⁰.

Um exemplo são as obras de arte exibidas em áreas externas, tal como esculturas, em que o tipo de tinta deve possuir determinadas características de resistência a ataques físicos, químicos e biológicos em que poucas são as alternativas para escolha dos materiais²²¹, que geralmente recaem sobre os sintéticos.

²¹⁸ Cf. DIGNEY-PEER *et al.*, *op. cit.*, 2012, p.

²¹⁹ Cf. WHARTON, *op. cit.*, 2006, p. 165

²²⁰ Cf. FRASCO, *op. cit.*, 2009, p. 10.

²²¹ Cf. MACK, Abigail, et al. - *How paints formulated for military assets may save outdoor painted sculptures*. The GCI Newsletter, 31, 2 (2016), p. 10.

4. Técnicas analíticas utilizadas

Neste capítulo são apresentadas as técnicas analíticas que foram conduzidas no projeto, bem como os conceitos físicos envolvidos nestas análises.

4.1 Técnicas analíticas utilizadas e seus princípios teóricos

Neste estudo, as técnicas analíticas a serem aplicadas possuíram dois objetivos principais.

O primeiro objetivo, foi confirmar a composição química das cargas minerais e dos pigmentos das tintas utilizadas na construção da maquete do projeto, de forma a confirmar a informação indicada nas embalagens dos produtos. A técnica utilizada foi a fluorescência de raios X, que permitiu a identificação elementar de cada amostra.

O segundo objetivo foi realizar a medição da refletância da radiação visível e medição dos parâmetros de cor quer na carnação da obra do caso de estudo, quer nas 29 amostras a serem testadas. Para esta etapa, foi feito uso das técnicas de refletância da radiação visível por fibra óptica (FORS) e da colorimetria.

Antes de realizar a descrição das técnicas analíticas, é importante primeiro, descrever, ainda que sucintamente, o que é o espectro eletromagnético, uma vez que os resultados obtidos pelas técnicas utilizadas resultam da interação do espectro eletromagnético com a matéria.

4.1.1 Espectro eletromagnético, luz e cor – conceituação

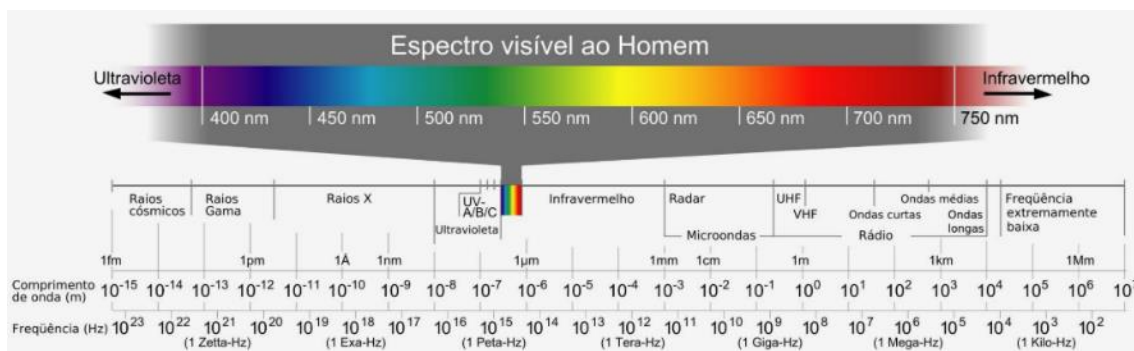
O espectro eletromagnético²²² abrange o conjunto de todas as ondas eletromagnéticas conhecidas. Para cada comprimento de onda do espectro eletromagnético, há uma frequência característica.

As ondas no espectro eletromagnético, em função de suas diferentes frequências, possuem diferentes energias²²³. Quanto maior a frequência, maior é sua energia. Como exemplo, os raios tipo gama, são os mais energéticos, uma vez que possuem as mais altas frequências no espectro eletromagnético. Por outro lado, ondas de rádio possuem pouca energia, pois possuem baixa frequência.

Abaixo, o espectro eletromagnético, com as representações de frequência e comprimento de onda (esquema 1), inclusive com a faixa referente ao espectro visível:

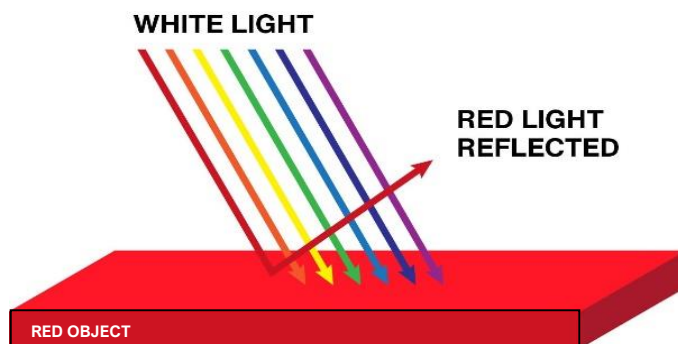
²²² Cf. FIGUEIREDO Jr., *op. cit.*, 2012, p. 193.

²²³ *Ibidem*, p. 194.



A radiação visível posiciona-se²²⁵, no seu limite inferior entre 380-400nm na região do violeta, e na zona superior entre 700-780 nm na região do vermelho.

Ainda em termos físicos, a percepção de cor, ocorre em função da proporção maior de determinados comprimentos de onda que são refletidos por uma substância, em detrimento dos comprimentos que são absorvidos²²⁶. Por exemplo, a cor vermelha (esquema 2), é percebida quando a luz refletida por uma substância possui comprimentos de onda mais intensos nas faixas do espectro acima dos 600 nanômetros. Para cada faixa de comprimento de onda, há uma cor característica.



²²⁴ Fonte: COSTA, Thiago – *Química e patrimônio cultural: materiais, conservação e reações de degradação*. Florianópolis: Fundação Catarinense de Cultura, 2018, p. 74.

²²⁵ A depender do autor esta região limite pode ser apresentada com pequena variação, porém esta representação descreve o espectro em seus termos físicos, independente da percepção humana de cor, que é mais subjetiva. A título de exemplo, cada um dos dois autores abaixo classifica o espectro visível em uma faixa específica, porém dentro dos valores citados no texto.

Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 26. Posiciona o espectro visível entre 380 e 780nm.

HARDIN, Larry - *Color for Philosophers - Unweaving the Rainbow*. Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1998. p. 2. Posiciona o espectro visível entre 400 e 700nm.

²²⁶ Cf. Pantone - *How do we see color? An introduction to color and the human eye*. EUA. [Acesso em 28/05/2020]. Disponível em <https://www.pantone.com/color-intelligence/articles/technical/how-do-we-see-color>

²²⁷ Fonte: Pantone - *How do we see color? op. cit.*, 2020.

Mas e o branco? O branco, por analogia, é o resultado da reflexão com a mesma intensidade, de todas as faixas de cores do espectro visível, e o preto, ao contrário, é a pouca ou nenhuma reflexão, uniformemente, de todas as faixas dos comprimentos de onda da luz visível.

Já a percepção de cor pelo conjunto ocular humano é resultado da ação do sistema denominado triestímulo²²⁸, e em resumo, a cor é fruto do processamento cerebral do impulso elétrico gerado nas células especializadas denominadas “cones” fotorreceptores localizados na retina do olho humano. Estes cones possuem sensibilidade a três faixas espectrais²²⁹ (figura 12), de curto comprimento de onda (pico na região do azul em 430nm), médio (pico na região do verde em 530nm) e longo comprimento de onda (pico na região do vermelho em 560nm), e quando combinadas no cérebro, geram a cor como percebemos. Outras células especializadas, denominadas “bastonetes”, processam a luz em ambientes escuros, e como estas células não possuem a mesma capacidade dos cones no processamento de cores, enxergamos em tons de cinza em locais de pouca iluminação.

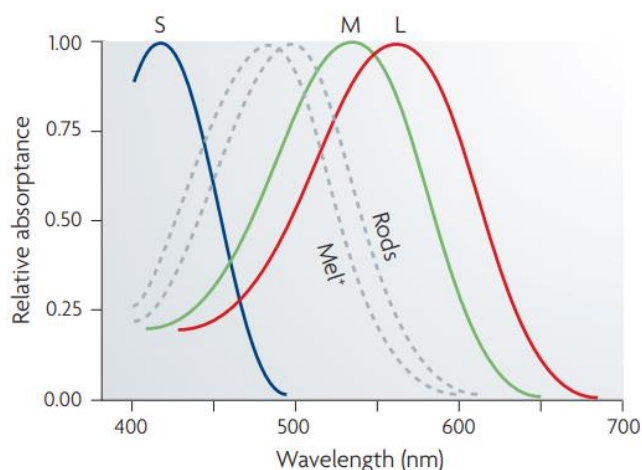


Figura 12 - Zonas de percepção de cor triestímulo dos cones do olho humano²³⁰.

Uma cor, também no âmbito da percepção, é descrita em termos de três variáveis²³¹: matiz, saturação e luminosidade. Uma vez que estes termos serão bastante abordados ao longo do estudo, é importante apresentar sua conceituação:

Matiz²³² é a percepção do tom, é o que nos permite diferenciar a natureza de uma cor. Ocorre geralmente²³³ quando uma determinada porção do espectro visível é isolado, permitindo assim, se distinguir as cores aparentes, tal como azul, verde, amarelo,

²²⁸ Cf. SHEVELL, Steven – *The science of color*. Oxford: Elsevier, 2003, p. 4.

²²⁹ Cf. SOLOMON, Samuel; LENNIE, PETER – The machinery of colour vision. *Nature reviews – Neuroscience*. 8, (2007), p. 278.

²³⁰ Fonte: *Ibidem*, p. 278.

²³¹ Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001. p. 15.

²³² Cf. HARDIN. *op. cit.*, 1998, p. 210.

²³³ Cf. TORRANO, Adriano – *Teorias de visão em cores e aparências*. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

vermelho, violeta, alaranjado. Branco, preto e cinza não possuem matiz e assim são denominados acromáticos.

Saturação²³⁴ é a intensidade de pureza percebida de determinado tom, que pode variar do tom mais intenso (cor mais pura) ao menos intenso (cinza total) dada uma mesma luminosidade.

Luminosidade²³⁵ é o nível de intensidade de luz emitido pela fonte observada e se traduz matematicamente pela percentagem de branco presente na cor.

Há inúmeras variáveis que podem fazer a cor ser percebida de forma diferente de pessoa para pessoa²³⁶, inclusive com respeito a saúde ocular, questões genéticas e de idade do indivíduo, porém a ciência das cores padroniza os valores de forma que a cor possa ser tratada de maneira uniforme, inclusive para uso prático na indústria e na ciência, para tanto, foram desenvolvidos e aprimorados ao longo dos anos, padronização de sistemas de cores²³⁷, visando sua utilização pela comunidade científica.

Em termos de técnicas analíticas para estudos destes fenômenos, é recomendada²³⁸ a utilização combinada de duas técnicas. Uma, que possa caracterizar a cor do ponto de vista espectral, com o uso de um espectrofotômetro, e a outra, que possa realizar uma leitura numérica, através da sua caracterização em termos de espaço de cor, com um colorímetro. Desta forma, abaixo serão descritos os equipamentos que serão utilizados para ambas as leituras.

4.1.2 Espectroscopia de refletância com fibra óptica (FORS)

A FORS é uma técnica que baseia seu princípio de funcionamento na leitura da intensidade da luz refletida após incidência de luz sobre um meio opaco, através de sensores que medem a intensidade da radiação²³⁹ nos diversos comprimentos de onda do espectro visível desta luz refletida.

A refletância é por teoria²⁴⁰ a percentagem da intensidade da radiação refletida (I), em comparação a radiação incidente na amostra (I_0), através da relação $R = I / I_0$, para cada comprimento de onda.

²³⁴ Cf. SHEVELL, *op. cit.*, 2003, p. 162.

²³⁵ Cf. GUIMARÃES, Luciano - *A cor como informação: a construção biofísica, linguística e cultural da simbologia das cores*. São Paulo: Annablume, 2000, p. 54.

²³⁶ Cf. SHEVELL, *op. cit.*, 2003, p. 4.

²³⁷ Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 20.

²³⁸ *Ibidem*, p. 2.

²³⁹ Cf. SILVA, Ana Margarida – *History, materials and techniques of an artist's book: La Légende de Saint Julien l'Hospitalier by Amadeo de Souza-Cardoso*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa, 2017. Dissertação de doutoramento em Conservação e Restauro do Património, p. 173.

²⁴⁰ Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 6.

O conjunto destes valores de intensidade de refletância, ordenados em função do seu comprimento de onda respectivo, formam a visualização gráfica do que se chama de espectro de refletância.

O formato deste espectro, em função das intensidades e dos posicionamentos dos picos dos comprimentos de onda, em nanômetros, é intrínseco para cada substância. Ao comparar, portanto, o espectro obtido com uma base de dados pré-existente para cada substância (ou pigmento) é identificado a qual pigmento a análise se refere. Seu uso na conservação e restauro é massivamente voltado para este fim

O principal objetivo do uso do FORS nesse projeto, será identificar qual das amostras terá uma refletância mais similar à da obra que irá ser intervencionada, por comparação dos respectivos espectros e desta forma, escolher a formulação de massa mais apropriada para a reintegração cromática.

4.1.3 Colorimetria

A colorimetria é uma técnica que visa decodificar a luz refletida por uma superfície opaca, em uma informação numérica, dentro dos possíveis sistemas colorimétricos, modelos e espaço de cor, que se conhecem²⁴¹, seja este o CIE²⁴² Lab, RGB (*Red, Green, Blue*), CMYK (*Cian, Magenta, Yellow*), HSV (*Hue, Saturation, Value*), HSL (*Hue, Lightness Saturation*).

De forma semelhante para que ocorra a refletância, é necessária uma fonte de luz que incida sobre a superfície do objeto, de forma que a parte da radiação refletida, em diferentes comprimentos de onda do espectro visível, seja captada e medida por detetores.

O sistema CIE Lab, representado no esquema 3, foi criado em 1976²⁴³ pela CIE em aprimoramento ao sistema anterior, denominado CIE XYZ, pois o novo sistema era mais adaptado à percepção humana, ao adotar a escala de 0 a 100.

Este sistema utiliza a representação da luminosidade da cor (L), em uma escala de 0 a 100, em um eixo vertical, e em função das variações dos eixos vermelho a verde (eixo a, do positivo, +100, para negativo, -100), e do eixo amarelo para azul (eixo b, do positivo, +100, para negativo, -100), estando representados nestes eixos a saturação de cor²⁴⁴.

Com estes 3 eixos, qualquer cor pode ser representada, em termos de matiz, saturação e luminosidade, e qualquer cor se encaixará em algum ponto circunscrito a esta esfera (esquema 3).

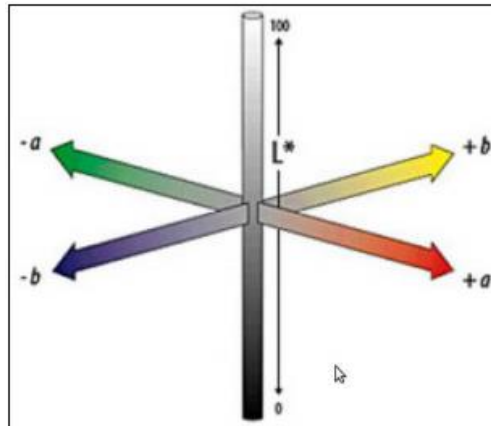
²⁴¹ Cf. BERTOLINI, *op. cit.*, 2010, p. 33.

²⁴² CIE – *Commission Internationale de l'Éclairage*.

²⁴³ Cf. SAUNDERS, *op. cit.*, 1990, p. 70.

²⁴⁴ Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 34.

A título de exemplo, no centro desta esfera está o cinzento médio sendo representado pelas coordenadas (50,0,0). Em direção à parte externa, aumenta-se a saturação da cor. Por exemplo, uma cor com matiz muito acentuado em amarelo, terá o eixo “b” com alto valor positivo. O branco absoluto está no topo da esfera, com luminosidade máxima, com as coordenadas (100, 0, 0). No ponto mais inferior, o nível zero de luminosidade, o preto absoluto, representado por (0,0,0).



Esquema 3 - Representação do espaço de cor CIE Lab²⁴⁵.

O que se espera com o uso desta técnica, é obter a informação de leitura de cor, das 29 amostras preparadas em maquete e da superfície de carnação da obra da FBAUL, o caso de estudo de Veloso Salgado, de forma que possamos usar estes resultados em conjunto com os resultados do FORS.

Para a comparação de cores, de forma a escolher a cor mais aproximada a uma referência na obra de arte, através do Espaço de cor CIE Lab, é necessário calcular a distância Euclidiana²⁴⁶ ΔE entre os três parâmetros da cor²⁴⁷, da referência de cor que queremos atingir após a reintegração cromática, com a amostra gerada em maquete:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

Onde L_1 , a_1 , e b_1 , são as informações da referência, e L_2 , a_2 e b_2 são as informações da amostra da maquete.

²⁴⁵ Fonte BERTOLINI, *op. cit.*, 2010, p. 33.

²⁴⁶ LÓPEZ, Fernando et al. - Fast surface grading using color statistics in the CIE Lab Space. *Lecture Notes in Computer Science*. 1, (2005), p. 668.

²⁴⁷ Inúmeras publicações dão informação acerca do cálculo do vetor resultante ΔE , conforme:

Konica Minolta - Identifying Color Differences Using Lab. EUA. [Acesso em 26/04/2022]. Disponível em <https://sensing.konicaminolta.us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates>

SAUNDERS, *op. cit.*, 1990, p. 70.

BERTOLINI, *op. cit.*, 2010, p. 36.

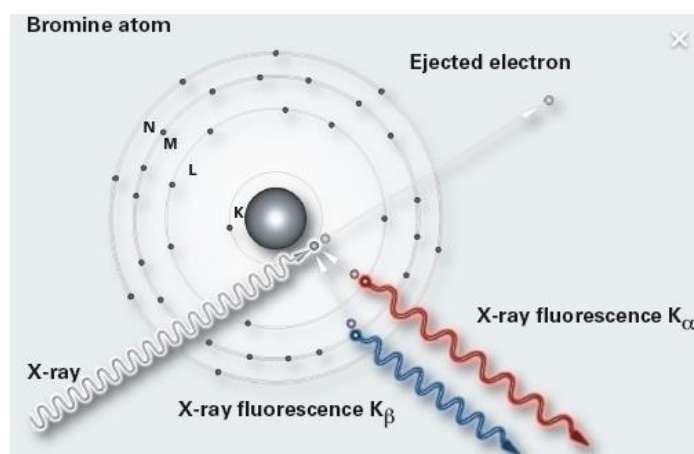
Foi consultada mais de uma fonte para se ter certeza da metodologia de cálculo.

Como as cores estão representadas em um espaço tridimensional, por suas coordenadas, quanto menor o ΔE , mais próximas estas cores estão, e por analogia, mais “parecidas” uma a outra.

4.1.4 Espectroscopia de fluorescência de raios X (XRF)

A fluorescência de raios X tem o seu princípio de funcionamento baseado na leitura das energias de ondas eletromagnéticas emitidas por um átomo (fenômeno da fluorescência), após este ser submetido ao bombardeamento por raios X, vindas de uma fonte emissora.

Em nível atômico, durante este bombardeamento, elétrons das camadas mais internas, são ionizados por fótons de raios X e durante a reorganização eletrônica dos átomos (retorno a uma condição estável)²⁴⁸, ou seja, quando outro elétron é reposicionado das camadas superiores nas camadas mais internas, são emitidos fótons (esquema 4 abaixo) com energia característica de cada tipo de átomo – elemento.



Esquema 4 - Fluorescência de raios X a nível atômico²⁴⁹.

Cada elemento químico responde a esse bombardeio de maneira única, emitindo fótons com energias de raios X característicos. Esta informação é captada por um detector e transformada em uma informação gráfica (nº de fótons x energia), o espectro, com picos característicos próprios²⁵⁰. Cada pico presente nestes espectros permite a identificação dos elementos presentes nos materiais e a sua intensidade/área estará relacionada com a quantidade desse elemento no mesmo material, e desta forma, através da comparação a uma base de dados de energias de transição, (K α , K β ...) para cada elemento, se consegue identificar os elementos da amostra.

²⁴⁸ Cf. TAFT Jr., W. Stanley; MAYER, James - *The Science of Paintings*. Nova Iorque: Springer, 2000, p. 150.

²⁴⁹ Fonte: Bruker Instruments - *How does X-Ray Fluorescence (XRF) works?* [Acesso em 27/03/2020]. Disponível em <https://www.bruker.com/products/x-ray-diffraction-and-elemental-analysis/x-ray-fluorescence/what-is-xrf.html>

²⁵⁰ Cf. TAFT & MAYER, *op. cit.*, 2000, p. 150.

Nesse estudo, com esta técnica pretende-se identificar os elementos químicos constituintes das massas a serem formuladas e dos pigmentos que iremos aplicar sobre as mesmas, de forma a confirmar a informação constante na embalagem dos materiais empregados.

4.1.5 Espectroscopia Raman

A espectroscopia Raman utiliza como princípio, a emissão de radiação em diversos comprimentos de onda que é gerada por uma substância de forma inelástica (com troca de energia) durante sua exposição a um feixe de radiação monocromática (ultravioleta, visível ou infravermelho). Cada substância analisada possui uma resposta em termos de dispersão de energia (Stokes) e esta dispersão ocorre em comprimentos de onda específicos para cada substância.

Esta emissão de energia (fotões) é captada em um sensor CCD, sensor digital e ocorre a transformação em informação gráfica (espectro).

Como cada substância responde a esta radiação de forma única, é possível, comparar os picos gerados no espectro a um banco de dados previamente existente e determinar qual composto químico em questão se refere.

Neste estudo, apesar de identificada a existência de estudos prévios suficientes sobre a obra a ser usada no caso de estudo, aproveitou-se a existência de uma amostra para fins de leitura de FORS e colorimetria e aplicou-se a espectroscopia Raman para observar o corte estratigráfico da camada de carnação, e confirmar os pigmentos utilizados pelo artista, tal qual publicações anteriores.

5. Metodologia para escolha da massa de preenchimento

O primeiro passo da metodologia tem início com o **levantamento de informação bibliográfica existente acerca da obra do caso de estudo**, inclusive a busca da existência de estudos científicos previamente existentes. Esta informação vai subsidiar a preparação da maquete de ensaio.

Já com as informações da literatura, procede-se com a **leitura do espectro de refletância e dos parâmetros de cor CIE Lab na zona de carnação** em uma amostra milimétrica da pintura em análise. Os dados recolhidos serão utilizados para comparação com as 29 amostras a serem preparadas.

O terceiro passo é a **caracterização química por XRF dos materiais escolhidos para utilização na maquete de ensaio**, o que inclui as tintas e as cargas minerais.

O quarto passo é a **construção de uma maquete de ensaio**, com dimensões suficientes para acomodar todas as 29 amostras, incluindo a aplicação das massas conforme formulações pré-estabelecidas.

O passo seguinte é a **aplicação de tintas sobre as massas 1 a 21**, conforme posicionamento pré-estabelecido da maquete. Para as massas 22 a 29 a metodologia contempla a **pigmentação da própria massa**, dispensando a aplicação de tintas.

O último passo consiste na **leitura de refletância no visível e de colorimetria** da maquete pronta, das 29 massas, e a comparação com a leitura de referência na carnação da obra para fins de seleção da massa ideal. Serão selecionadas duas massas para execução prática na obra, em locais distintos. Uma será proveniente da sequência 1 a 21, e a outra proveniente da sequência 22 a 29.

O objetivo de se escolher uma massa de cada grupo é compará-las enquanto à facilidade da aplicação, avaliar o aspeto estético final, e também realizar leituras com a técnica de FORS nas lacunas já reintegradas comparadas a uma leitura na carnação original, para avaliar as diferenças encontradas.

5.1 Apresentação da obra do caso de estudo e levantamento bibliográfico

A obra escolhida tem a representação de um modelo nu masculino completo (*Académia*) e faz parte do vasto acervo da FBAUL, composto por obras acumuladas ao longo de mais de 180 anos de existência²⁵¹, produzidas principalmente no contexto acadêmico e que

²⁵¹ Cf. ALVES, Alice; FRANCO, Luís - A coleção de pintura da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa. In *Adriano de Sousa Lopes: conservação e restauro das obras académicas pertencentes ao espólio da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa*. Lisboa: CIEBA, 2018, p. 15

remetem para a antiga Academia Real de Belas-Artes de Lisboa²⁵², e a Escola de Belas-Artes de Lisboa. A coleção detém diversas tipologias e suportes, tais como esculturas e painéis em gesso, esculturas em pedra, azulejaria, pintura de cavalete, seja em tela ou madeira, seja a óleo ou acrílico, e obras de outras tipologias. Em termos de acervo de pintura em tela, estima-se um volume de mais de 2.000 obras.

A obra em questão é de autoria do artista português Veloso Salgado (1864–1945), concebida a título de exercício prático enquanto aluno da Academia de Belas-Artes de Lisboa²⁵³. Veloso Salgado também frequentou a *École des Beaux-Arts* em Paris, enquanto bolseiro, onde absorveu técnicas clássicas de professores como Alexandre Cabanel, Jules-Élie Delaunay e Jean-Paul Laurens²⁵⁴.

A obra é uma pintura a óleo sobre tela, de dimensões de 95 cm x 65 cm, representando a figura de um nu masculino, provavelmente produzida²⁵⁵ entre os anos de 1884 e 1891. As figuras 2 e 15 mostram o aspeto geral frontal e a figura 16 o verso da obra.

A mesma representa um homem em nu frontal, com a cabeça voltada para o ombro esquerdo. Os braços estão para baixo, e a perna esquerda levemente contorcida para o lado esquerdo.

No que diz respeito ao suporte, este é do tipo tela, e possui trama simples, em tafetá, com 32 fios/polegada linear na trama e igualmente na teia (figura 13), e foi fabricada pela *Maison Merlin Paul Denis Succ*, de Paris, informação adquirida através do carimbo existente na parte posterior da obra (figura 14).

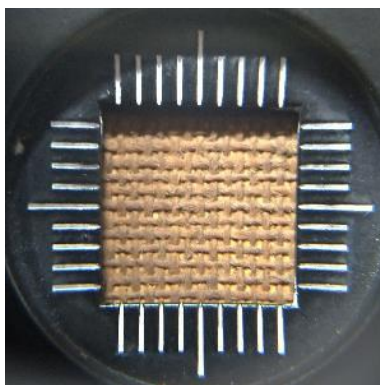


Figura 13 – Fotografia ampliada do conta-fios (1x1 cm). Crédito: AX, 2020.

²⁵² Cf. PAMPLONA, Fernando - *Da Academia de Belas-Artes de D. Maria II e Passos Manuel (1836) à Academia Real de Belas-Artes (1862) e à Academia Nacional de Belas-Artes (1932)*. In *Revista e Boletim da Academia Nacional de Belas-Artes*. Lisboa. 3ª série, nº 4-6 (1983-1984), p. 45.

²⁵³ Cf. CARDEIRA, Ana Mafalda - *Caracterização material e técnica das “Acadêmias de Nu” de José Veloso Salgado, pertencentes à coleção da FBAUL*. Lisboa: Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, 2014. Dissertação de Mestrado em Ciências da Conservação, Restauro e Produção de Arte Contemporânea, p. 14.

²⁵⁴ Cf. FRANCO, Luís Lyster - *Uma viagem pela coleção de pintura da FBAUL*. In *O restauro regressa às Belas-Artes*. Lisboa: Faculdade de Belas Artes - CIEBA, 2011, p. 20.

²⁵⁵ *Ibidem*, p. 25.



Figura 14 – Fotografia do carimbo do fabricante. Observar a inscrição “Paul Denis Succ” na região central da fotografia, apesar da difícil leitura. Crédito: AX, 2020.

Na data de execução da pintura em análise era comum a preparação do suporte com uma camada de cola animal²⁵⁶, procedimento designado por encolagem. Supõe-se por isso que nas telas adquiridas pela Academia de Belas-Artes de Lisboa para uso por seus alunos, constasse este estrato. É possível que a encolagem desta tela em específico também tivesse sido feita como parte do processo industrial²⁵⁷ na *Maison*.

Numa observação atenta da obra (figura 15) verifica-se que a mesma apresenta alguns problemas de conservação, ao nível da camada pictórica. Há uma perda da camada pictórica pontual no rosto e pescoço (região A), assim como perdas pontuais na região do tronco, que são mais evidentes no lado direito do abdómen (região B). Nos braços, há perda pontual no antebraço direito (região C) e, no braço esquerdo, a perda é mais esparsa, em pequenos pontos. A região do ventre também apresenta perdas pontuais. Na perna esquerda, há um rasgão com perda de camada pictórica (região D). Em ambas as pernas, perdas pontuais de camada pictórica.

²⁵⁶ Cf. FERRAZ, Ângela Sofia Alves - *Materiais e Técnicas da Pintura a Óleo em Portugal (1836-1914): Estudo das fontes documentais*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, 2017. Tese de Doutoramento em Conservação e Restauro do Património, p. 143.

²⁵⁷ Cf. AGUIAR, Maria - *Os materiais e a técnica de pintura a óleo na obra de Aurélia de Souza e a sua relação com a conservação*. Porto: Escola das Artes, Universidade Católica Portuguesa, 2012. Tese de Doutoramento em Conservação de Pintura, p. 119.

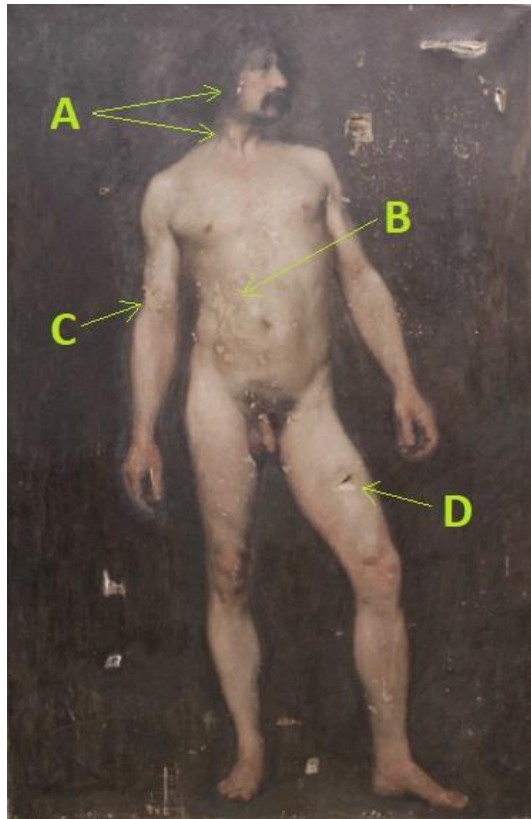


Figura 15 – Aspecto geral frontal com indicação por setas de algumas perdas de camada pictórica da carnação. Crédito: AX, 2020.



Figura 16 - Verso da obra de Veloso Salgado²⁵⁸.

²⁵⁸ Fonte: CARDEIRA, *op. cit.*, 2012, p. 34.

5.1.1 Composição das carnações – levantamento bibliográfico

Acerca do estudo sobre a paleta de cores de carnação podem-se encontrar informações através de tratados e manuais de pintura, e em investigações acadêmicas, realizadas sobre artistas contemporâneos de Veloso Salgado. Em seguida são mencionados alguns dos trabalhos mais relevantes.

Fora dada a instrução para a composição de carnações, no tratado de Manuel de Macedo²⁵⁹, datado de 1898, o uso do Branco de Chumbo, o Ocre Amarelo²⁶⁰, Azul Ultramarino, e Vermelhão, contemporaneamente a Veloso Salgado.

Um trabalho científico publicado por Cristiane Calza²⁶¹ em 2010, buscou identificar através da aplicação de técnicas analíticas, a paleta de carnação de artistas brasileiros do final do século XIX, tal como Almeida Júnior, Rodolfo Amoedo e Eliseu Visconti, todos estes, alunos da *École des Beaux-Arts*, contemporâneos a Veloso Salgado. As paletas de carnação destes artistas eram compostas por Ocre Amarelo, Vermelhão, Brancos de Chumbo e Zinco.

Analogamente, durante a época de estudos acadêmicos na escola preparatória *Académie Julian*, em Paris, ao final do século XIX²⁶², Veloso Salgado conviveu, na mesma escola de artes, com a artista portuguesa Aurélia de Souza, conforme estudo de Maria Aguiar²⁶³ em 2012, e conforme estudo de Ana Carneira²⁶⁴, em 2012.

As carnações de Aurélia de Souza, eram em sua maioria, compostas por misturas de Branco de Chumbo com tons Ocre²⁶⁵, sejam amarelados ou avermelhados, o que também reforça a ideia da composição da paleta de carnação de Veloso Salgado a partir dos mesmos tons.

Outro estudo, realizado por Sonia Santos Gómez²⁶⁶ em 2005, mais voltado para pintura em retábulo, cita a aplicação dos tons vermelhos, no caso Carmín ou Vermelhão, também os Brancos e Ocre, em um fundo verde, na busca do que se chamaria de “cor de carne”.

²⁵⁹ Cf. MACEDO, Manuel de - *Desenho e Pintura*. Lisboa: Companhia Nacional Editora, 1898, p. 45.

²⁶⁰ Cf. CRUZ, António João - A cor e a substância: sobre alguns pigmentos mencionados em antigos tratados portugueses de pintura - pigmentos amarelos. *ARTIS – Revista do Instituto de História da Arte da Faculdade de Letras de Lisboa*. 6, (2007), p. 156.

²⁶¹ Cf. CALZA, Cristiane, *et al.* - Characterization of Brazilian artists' palette from the XIX century using EDXRF portable system. *Applied radiation and isotopes journal*. 68, (2010), p. 867.

²⁶² Cf. AGUIAR, *op. cit.*, 2012, p. 7.

²⁶³ *Ibidem*, p. 13.

²⁶⁴ Cf. CARDEIRA, *op. cit.*, 2012.

²⁶⁵ *Ibidem*, p. 299.

²⁶⁶ Cf. SANTOS GÓMEZ, *op. cit.*, 2005, p. 235.

Por fim, a respeito de informação acerca do histórico de estudo desta obra de Veloso Salgado em particular, o estudo já citado, de Ana Carneira²⁶⁷, apresenta uma informação extremamente relevante relacionada com o resultado de caracterização química do corte estratigráfico da camada de preparação e camada pictórica específica da zona de carnação.

Este estudo aponta para o uso de uma fina camada de preparação, composta por uma mistura de Branco de Chumbo e gesso. A carnação é composta pela mistura dos pigmentos Branco de Chumbo, Ocre amarelo, Vermelhão e Azul Ultramarino, onde reproduzimos abaixo a fotografia da ampliação do corte, informado em tal estudo (figura 17), onde [1] representa a camada de preparação e [2] a carnação.

Pela observação do corte estratigráfico, percebe-se, portanto, que a carnação é constituída por uma única camada, oriunda da mistura de todas as tintas utilizadas pelo artista. Esta estrutura será replicada na maquete, para posterior leitura com os equipamentos.



Figura 17 - Corte estratigráfico da carnação da mesma obra objeto de estudo, encontrada em fonte bibliográfica, em estudo previamente realizado²⁶⁸.

5.2 Leitura de refletância e colorimetria - zona de carnação da obra

Para a leitura de refletância no visível foi utilizado um espectrômetro de refletância com fibra ótica - FORS²⁶⁹, modelo Gorgias®, conforme as especificações técnicas descritas no Anexo I. Os ensaios de preparação para as medições podem ser vistos na figura 18²⁷⁰.

Para a leitura dos parâmetros de cor, foi utilizada a aplicação digital para telemóvel *Color Picker*®. Os resultados de colorimetria apresentados referem-se à média de 3 leituras

²⁶⁷ *Ibidem*, p. 119.

²⁶⁸ Fonte: CARDEIRA, *op. cit.*, 2011, p. 111.

²⁶⁹ Nos capítulos que se seguem, de forma mais conveniente e objetiva, o termo “FORS” pode ser usado em substituição ao termo “Gorgias”.

²⁷⁰ Os ensaios de preparação da medição contemplaram os testes mínimos para se atestar o correto funcionamento do equipamento e do *software*. Estes puderam ser feitos na Faculdade, apesar das restrições de permanência nas suas instalações, durante o Estado de Emergência da Covid-19, pois demandaram pouco tempo.

consecutivas, nas mesmas condições ambientais, dos parâmetros de cor L , a e b , do espaço CIE Lab.



Figura 18 - Preparação para medição de refletância na zona de carnação. Crédito: AX, 2019.

Abaixo o processo de remoção da amostra milimétrica e sua localização na obra (figura 19).



Figura 19 - Ponto de recolha de amostra da carnação. Crédito: AX, 2020.

A remoção se deu pela suave aplicação do bisturi em uma região vizinha a uma lacuna pré-existente, e a amostra (figura 20), de dimensões aproximadas 5mm x 2mm, foi acondicionada em uma placa para seu transporte.



Figura 20 - Amostra da carnação para leitura com FORS e colorímetro. Crédito: AX, 2019.

5.3 Preparação da maquete de ensaio

5.3.1 Critérios para escolha das formulações de massas e dos materiais

Foram definidas algumas premissas para a escolha das formulações de mistura de massas, que se passa a elencar:

a. Compromisso de testar pelo menos uma formulação de cada natureza: tradicional, sintética e industrial;

Desde o começo do projeto que se considerou que o teste das três vertentes iria enriquecer o trabalho, pois sabe-se que as três naturezas de formulação são utilizadas, portanto há interesse em conhecer o efeito das cores sobre as mesmas. Além disso, ao utilizar as três possibilidades de formulação, iremos abranger um público mais alargado que poderá beneficiar na divulgação dos resultados desta investigação, pois há conservadores-restauradores que tem predileção sobre a escolha de cada material, de acordo a suas vivências profissionais.

b. Compatibilidade com os materiais da obra original;

Uma vez conhecidos os pigmentos e demais materiais empregues na obra, seja por revisão bibliográfica ou aplicação de técnicas de exame e análise, é possível conhecer os materiais empregues na obra, e selecionar formulações que não causem reações químicas inesperadas ao entrar em contacto com o original.

c. Disponibilidade e facilidade de aquisição comercial dos materiais;

O objetivo é criar uma metodologia que possa ser facilmente aplicada pela comunidade de conservadores-restauradores. E por isso, os materiais escolhidos devem possuir boa

disponibilidade e ser encontrados nas lojas para materiais artísticos e lojas especializadas para conservação e restauro.

Outros requisitos importantes no âmbito da conservação e restauro também foram seguidos;

d. *Recurso a materiais frequentemente utilizados pela conservação e restauro, com ampla literatura científica no seu estudo;*

e. *Ensaaios práticos atestando a sua aplicação, inclusive com possibilidade de remoção futura.*

5.3.2 Materiais escolhidos

Como carga mineral, iremos utilizar o carbonato de cálcio e o gesso, dos seguintes fornecedores:

- Carbonato de Cálcio (CaCO_3) da Kremer Pigmente²⁷¹
- Gesso - Sulfato de Cálcio Di-Hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) da Inart²⁷²

O aglutinante tradicional será a Cola de Coelho, amplamente utilizada em preparação de massas de preenchimento tradicionais. Com respeito ao aglutinante sintético utilizaremos duas formulações, uma com resina acrílica e outra com uma resina vinílica, de forma a ampliar o conhecimento sobre o comportamento destas massas.

- Aglutinante tradicional: Cola de coelho – fornecedor: R&C²⁷³
- Aglutinante Vinílico: Mowilith DS 5/2 - fabricante: Celanese²⁷⁴
- Aglutinante Acrílico: Plextol B500 – fabricante: Synthomer²⁷⁵

A massa pronta industrial, será a seguinte²⁷⁶:

²⁷¹ Ficha técnica disponível em Kremer Pigmente. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/58490_SDS.pdf

²⁷² Informação disponível em Inart. [Acesso em 27/12/2020]. <https://www.inartsupplies.com/gesso>

²⁷³ Informação disponível em R&C. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em <http://www.restaurarconservar.com/Cola-de-coelho>

²⁷⁴ Ficha técnica disponível em Celanese. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em https://www.celanese.com/-/media/Emulsion-Polymers/Files/Technical-Data-Sheets/Mowilith_DS_5_2.pdf

²⁷⁵ Ficha técnica disponível em Synthomer. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em https://www.synthomer.com/pkt/pdf_3.php?ProdId=141&TdsId=48288&template_id=3&ProdBez=PLEXTOL%20B%20500

²⁷⁶ Cf. FUSTER-LÓPEZ, *op. cit.*, 2011, p. 2.

Modostuc é um exemplo de formulação industrial de massa de preenchimento, que, apesar de concebida para nivelamento de superfícies de madeira em trabalhos de marcenaria, teve seu uso incorporado pela comunidade de conservadores-restauradores devido a suas propriedades de facilidade de uso, e estabilidade, e hoje é amplamente utilizado para preenchimento de perdas de camada pictórica em pinturas de cavalete em diversos tipos de suportes, técnicas ou idade das obras, o que justificou sua escolha para uso neste projeto. Também há no estudo citado, críticas a esta massa, no que toca a pouca plasticidade e resistência

- Modostuc Bianco – fabricante GIMOD SRL²⁷⁷

Com respeito às tintas para recobrimento das massas serão utilizadas duas de base aquosa, a aguarela (Winsor & Newton) e o guache (Talens), e uma tinta à base resina natural, no caso, a resina de mástique²⁷⁸ (Maimeri Restauro Varnish Colors[®]). As primeiras são selecionadas por serem duas das opções aquosas mais comumente empregues na reintegração cromática²⁷⁹; as tintas Maimeri foram selecionadas por apresentarem excelente cobertura e aderência à superfície, e por não alterarem significativamente a cor após secagem²⁸⁰.

As cores selecionadas tiveram como referência, pigmentos similares aos utilizados na paleta de carnação de Veloso Salgado, após a informação obtida pelo levantamento bibliográfico de estudos anteriores.

Para além das tintas industrialmente produzidas, também serão preparadas massas de preenchimento com adição de pigmentos. Para este fim é necessário recorrer a pigmentos em pó. Foram selecionados pigmentos em pó da marca Ferrario Color, para pigmentação das oito massas em escala de luminosidade.

5.3.3 Caracterização química dos materiais da maquete de ensaio

Todos os materiais escolhidos para aplicação na maquete, foram submetidos a caracterização por técnica analítica, visando confirmar a sua composição química tal qual informado nas embalagens, evitando resultados inesperados no desenvolvimento da metodologia.

Para a caracterização dos pigmentos inorgânicos das tintas a serem aplicadas sobre as massas 1 a 21 e dos pigmentos inorgânicos em pó para a preparação das massas 22 a 29, bem como das cargas minerais utilizadas na maquete foi utilizada a fluorescência de raios X.

Os resultados estão disponíveis no Anexo III.

mecânica, porém, para as demandas deste projeto, atende perfeitamente como sendo a representante da categoria industrial (*ready-made*).

²⁷⁷ Informação disponível em Gimod – Modostuc. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em <https://www.gimod.it/copy-of-modostuc?lightbox=dataItem-jkibpg3l>

Ficha técnica disponível em CTS Europe. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em <https://www.ctseurope.com/scheda-prodotto.php?id=650#>

²⁷⁸ A escolha pela resina de mástique também está referida no capítulo 1.2, nota de rodapé 17.

²⁷⁹ Cf. VILLARQUIDE, *op. cit.*, 2005, p. 373.

²⁸⁰ Cf. DIGNEY-PEER et al., *op. cit.*, 2012, p. 627.
NADOLNY, *op. cit.*, 2012, p. 582.

5.3.4 Formulações

Serão no total 21 composições do sistema “massa - tinta”, e 8 composições do sistema “massa - pigmento”, numeradas de 1 a 29, descritas abaixo (tabela 1):

Tabela 1 - Formulações da maquete de prova.

Número	Fórmula		
	Carga Mineral	Aglutinante	Tinta utilizada para reintegração
Componentes tradicionais, sem pigmentação de massas, seguido por recobrimento de tintas			
1	Carbonato de Cálcio	Cola de Coelho a 5% em volume	Aguarela Winsor & Newton
2	Carbonato de Cálcio	Cola de Coelho a 5% em volume	Guache Talens
3	Carbonato de Cálcio	Cola de Coelho a 5% em volume	Maimeri Restauro
4	Gesso	Cola de Coelho a 5% em volume	Aguarela Winsor & Newton
5	Gesso	Cola de Coelho a 5% em volume	Guache Talens
6	Gesso	Cola de Coelho a 5% em volume	Maimeri Restauro
Formulações com aglutinante sintético do tipo dispersão aquosa vinílica (PVAc), sem pigmentação das massas, seguido de recobrimento por tintas			
7	Carbonato de Cálcio	Mowilith DS 5/2	Aguarela Winsor & Newton
8	Carbonato de Cálcio	Mowilith DS 5/2	Guache Talens
9	Carbonato de Cálcio	Mowilith DS 5/2	Maimeri Restauro
10	Gesso	Mowilith DS 5/2	Aguarela Winsor & Newton
11	Gesso	Mowilith DS 5/2	Guache Talens
12	Gesso	Mowilith DS 5/2	Maimeri Restauro
Formulações com aglutinante sintético do tipo dispersão aquosa acrílica, sem pigmentação de massas, seguido por recobrimento por tintas			
13	Carbonato de Cálcio	Plextol B500	Aguarela Winsor & Newton
14	Carbonato de Cálcio	Plextol B500	Guache Talens
15	Carbonato de Cálcio	Plextol B500	Maimeri Restauro
16	Gesso	Plextol B500	Aguarela Winsor & Newton
17	Gesso	Plextol B500	Guache Talens
18	Gesso	Plextol B500	Maimeri Restauro
Massa pronta industrial, cor branca, recoberta por tinta			
19	Modostuc <i>Bianco</i>		Aguarela Winsor & Newton
20	Modostuc <i>Bianco</i>		Guache Talens
21	Modostuc <i>Bianco</i>		Maimeri Restauro
Componentes tradicionais, sem pigmentação de massas, seguido por recobrimento de tintas			
22 a 29	Modostuc <i>Bianco</i> misturada a pigmentos em pó numa escala de oito níveis de luminosidade		

Assim exposto, segue abaixo, o esquema 5, que indica o posicionamento das amostras na maquete de ensaio, conforme seus componentes e numeração. No mesmo esquema, é exibida a simulação de aspeto visual de coloração antes da aplicação das tintas sobre as massas 1 a 21 das massas 22 a 29 pigmentadas em laboratório para a aplicação na maquete.

AGLUTINANTE	Cola de Coelho		Mowilith DS5/2		Plextol B500		Modostuc
	CaCO3	Gesso	CaCO3	Gesso	CaCO3	Gesso	
CARGA MINERAL							
Massas "em branco" antes do recobrimento por tintas	1	4	7	10	13	16	19
	2	5	8	11	14	17	20
	3	6	9	12	15	18	21
Massas pigmentadas	22	23	24	25	26	27	28
	29						

Esquema 5 – Posicionamento teórico das amostras na maquete de ensaio.

5.3.5 Construção da maquete

A maquete de ensaio foi construída a partir de uma tela de linho puro, presa a uma grade de madeira. Possui o mesmo tipo de tecelagem, tipo tafetá, semelhante à da obra de Veloso Salgado, e igual densidade de fios (trama x teia), com 14 fios/cm linear.

A maquete possui dimensão suficiente para comportar as 29 amostras. Tem como dimensões 50 cm de largura por 40 cm de altura.

Foi aplicado na maquete um encolamento, utilizando-se a cola de coelho (figura 21), com o objetivo de vedar os interstícios entre a teia e a trama, e agregar os fios soltos das mesmas (figura 22).



Figura 21 – Aplicação de encolagem na maquete de ensaio. Créditos: AX, 2020.

Abaixo pode ser observada a tecelagem com maior pormenor após aplicação da encolagem (figura 22).

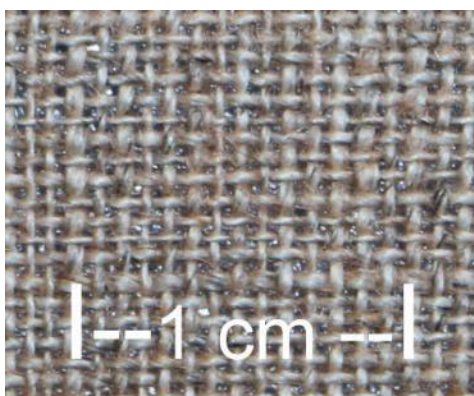


Figura 22 - Ampliação da tela após aplicação da encolagem. Créditos: AX, 2020.

Após a secagem da encolagem durante 24 horas, foram preparadas as divisões para acomodar as 29 amostras, utilizando fita-cola de papel como separador temporário.

Sobre a maquete foram aplicadas as massas 1 a 21, com ajuda de um extensómetro, para manter uniforme a espessura do filme, e garantir a homogeneidade na aplicação e equiparação de resultados entre todas as amostras. Após secagem, foi removida a fita cola (figura 23) e o aspeto final, antes da aplicação das tintas, pode ser vista na figura 24.

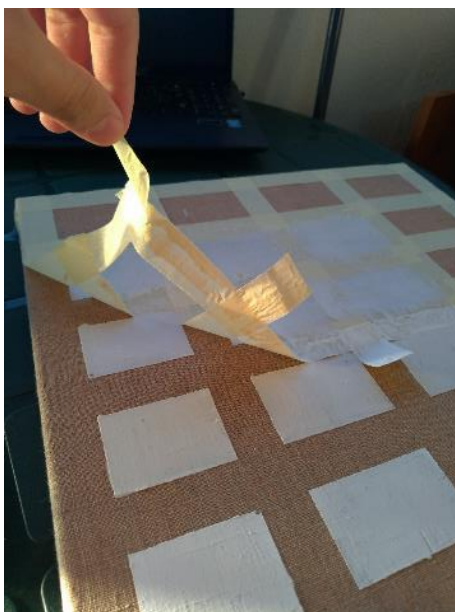


Figura 23 – Remoção da fita de separação das massas 1 a 21. Crédito: AX, 2020.

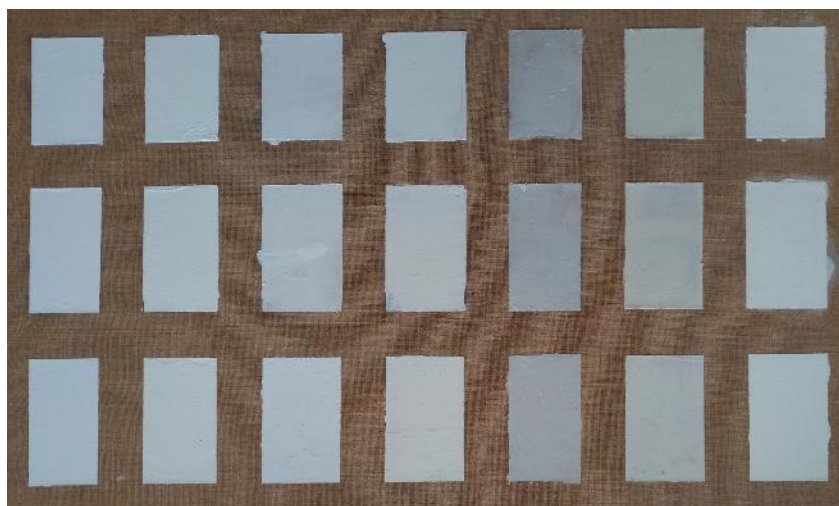


Figura 24 - Detalhe da maquete na região das amostras 1 a 21, antes da aplicação das tintas. Crédito: AX, 2020.

5.3.6 Aplicação das tintas sobre as massas 1 a 21

Foi realizada a aplicação dos três tipos de tintas escolhidas para o estudo, retratado abaixo na figura 26, seguindo posição pré-estabelecida.

As cores das tintas utilizadas na construção da maquete de ensaio (tabela 2 e figura 25) foram escolhidas conforme resultado do levantamento das informações bibliográficas²⁸¹.

²⁸¹ Em função de toxicidade e disponibilidade para aquisição, algumas substituições foram feitas, como por exemplo, para todas as tintas, ocorreu a substituição do Branco de Chumbo por Branco de Titânio, em função de toxicidade. Para aguarela, ocorreu a substituição do Vermelho por Vermelho Indiano, e do Azul Ultramarino por Ultramarino Francês, em função de disponibilidade comercial. Para o guache, ocorreu a substituição do Azul Ultramarino por Azul Ultramarino Claro. Para a resina de mástique Maimeri,

Tabela 2 - Tintas utilizadas na parte prática.

Tipo	Aguarela	Guache	Resina de mástique
Marca	<i>Winsor & Newton</i>	<i>Royal Talens</i>	<i>Maimeri</i>
Linha	Professional	Extra fine quality	Colore a vernice per restauro
Nome comum e índice de cor	- Branco de Titânio (PW6) - Ocre Amarelo (PY43) - Vermelho Indiano (PR101) - Ultramarino Francês (PB29)	- Branco de Titânio (PW6/PW5) - Ocre Amarelo (PY42) - Vermelhão (PR4) - Azul Ultramarino Claro (PB29)	- Branco de Titânio (PW6/PW4) - Ocre Amarelo (PY43) - Vermelho de Cadmio Médio (PR108) - Azul Ultramarino (PB29)



Figura 25 - Tintas utilizadas. Aguarela W&N, Guache Talens e Maimeri Restauro. Crédito: AX, 2020.

As 4 tintas de cada cor foram misturadas manualmente em paleta e a aplicação foi realizada manualmente com pincel spatulado, número 10, de forma a criar um filme homogêneo e de igual espessura para todas amostras (figura 26).

Vermelho de Cádmiio Médio foi utilizado em substituição ao Vermelhão, também devido a disponibilidade comercial no momento da execução da parte prática.



Figura 26 - Aplicação de tinta em maquete. Crédito: AX, 2020.

Abaixo o detalhe da maquete após a aplicação das tintas (figura 27):

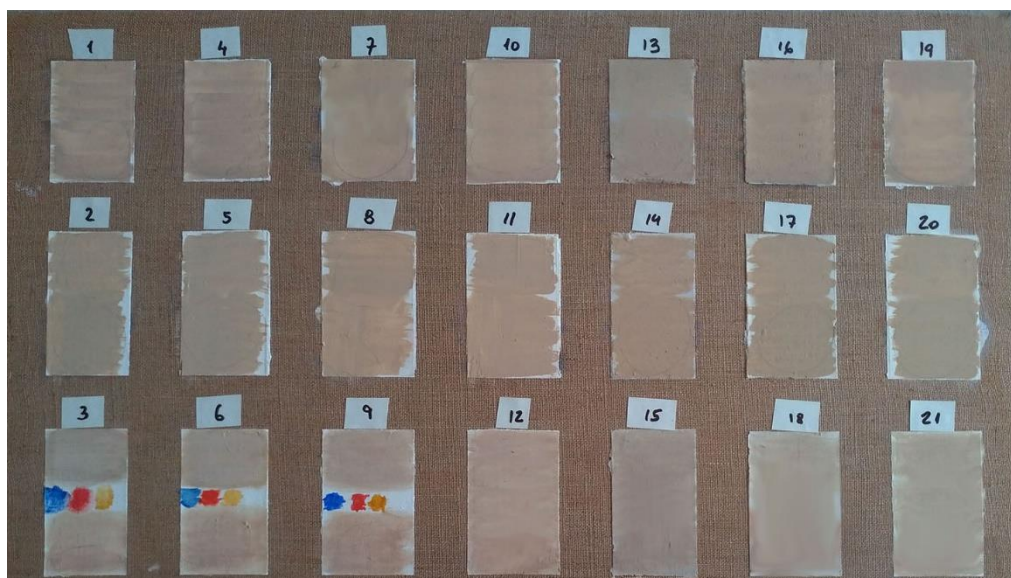


Figura 27 - Detalhe da maquete somente das amostras 1 a 21, após a aplicação das tintas. Crédito: AX, 2020.

As tintas utilizadas nas massas 1 a 21, também foram aplicadas separadamente na maquete, sem a mistura entre si, e podem ser visualizadas nas posições correspondentes a um espaço reservado nas amostras 3, 6 e 9 (figura 27).

Na posição da amostra 3 estão as 4 cores de aguarela. Na posição 6, estão as 4 cores de guache, e na posição 9, encontram-se as 4 cores da resina de mástique. O objetivo desta aplicação é confirmar o indicado na embalagem das tintas com o seu conteúdo, utilizando o FORS como ferramenta de identificação de pigmentos, através da comparação do espectro gerado com a base de dados do software.

5.3.7 Preparação das massas pigmentadas 22 a 29

Neste capítulo será descrita a metodologia para a preparação das oito massas pigmentadas (22 a 29). É necessário determinar qual o pigmento a ser usado para adicionar e misturar à massa²⁸², logo na etapa de construção da maquete. Para a construção desta escala, a ideia é utilizar preferencialmente um único pigmento, ou a menor quantidade possível de misturas de pigmentos, cujo resultado cromático seja o mais parecido possível a cor percebida na superfície da carnação da obra de referência. O FORS foi utilizado nesta etapa.

O espectro do pigmento Terra de Sombra Queimada (PBr 7), foi apontado como sendo o mais similar, dentro da base de dados fornecida com o equipamento²⁸³, conforme figura 28:

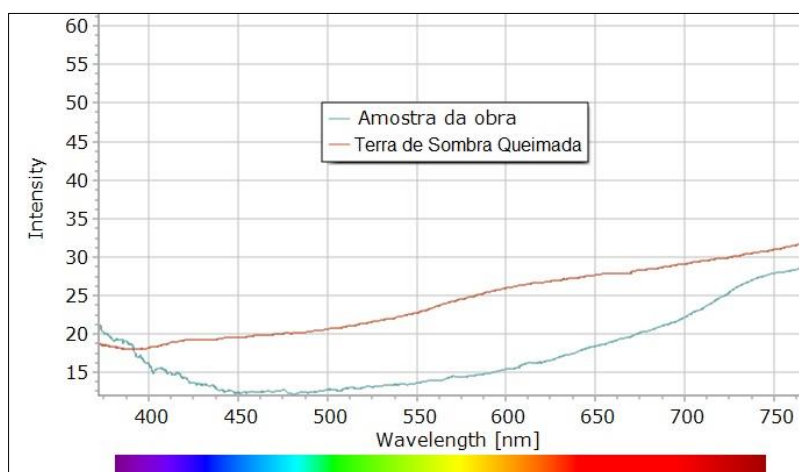


Figura 28 - Espectro da Amostra da obra, comparada a Terra de Sombra Queimada. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

No entanto, ao observar os dois espectros (amostra da obra e referência da base de dados) podemos ver que não apresentam exatamente as mesmas intensidades de refletância ao longo do espectro visível²⁸⁴ (formatos diferentes).

Também, é importante dizer que a olho nu, a carnação apresentava-se ligeiramente mais amarelada e mais “quente” que o pigmento indicado, o que indica coerência entre o indicado pelo equipamento e a percepção humana, corroborado pela leitura dos parâmetros

²⁸² Para o estudo das massas pigmentadas, foi escolhida a massa industrial Modostuc, devido a sua garantia de homogeneidade, por ser oriunda de um processo industrial, eliminando erros de heterogeneidade na preparação de massas manuais.

²⁸³ O banco de dados utilizado, fornecido pela CHS Opensource, denomina-se Pigments Checker v.1.0, e é composto por 70 pigmentos, ou seja, 70 espectros.

²⁸⁴ A probabilidade de coincidência absoluta dos espectros é reduzida pois a comparação está limitada a quantidade de cores (espectros) disponíveis no banco de dados do software do equipamento, e neste caso, 70 possibilidades. Descartando-se as cores explicitamente diferentes, como por exemplo os azuis, verdes, brancos, pretos, dentre outras, as opções dos pigmentos terrosos é, todavia mais limitada. Esta limitação pode ser solucionada através da mistura de pigmentos, similar ao que pode ocorrer em uma situação prática da reintegração cromática mimética, visando o atingimento da cor ideal para a reintegração.

de cor, que apontou que a carnação possuía tom ligeiramente amarelado, refletindo-se num valor mais alto do eixo “+b” (resultado disponível na tabela 3, cap. 6.1).

Desta forma, foi necessário misturar o Terra de Sombra Queimada a outro pigmento, de matiz mais amarelado, para a preparação das massas. Para esta mistura, foi escolhido o pigmento Terra de Siena Natural (PY43), que possuía as características necessárias para este ajuste²⁸⁵. Graficamente, este processo traduz-se por agregar um pigmento que possua elevação de curva na região dos tons amarelados (a partir de 575nm), conforme a figura 29 abaixo, até que a cor obtida nesta mistura possa representar o mais semelhantemente possível, a cor da referência na obra.

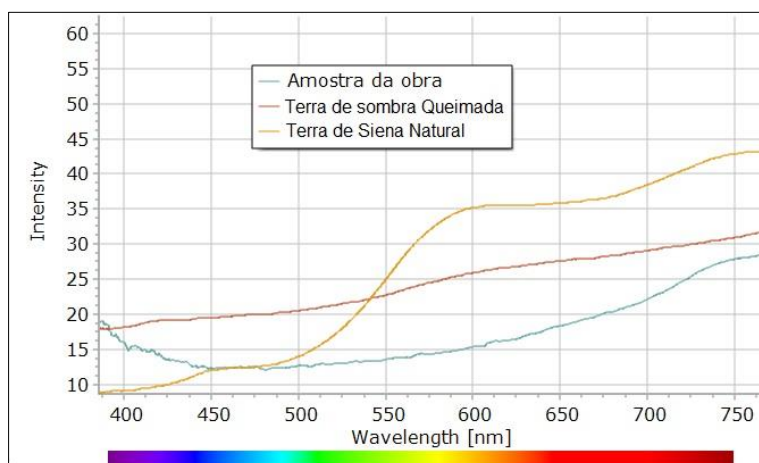


Figura 29 – Espectros da carnação e dos pigmentos terrosos.

(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

Abaixo, a título de exemplo, espectro de refletância de uma das massas obtidas, após esta mistura destes pigmentos, comparada a referência da carnação da obra (figura 30).

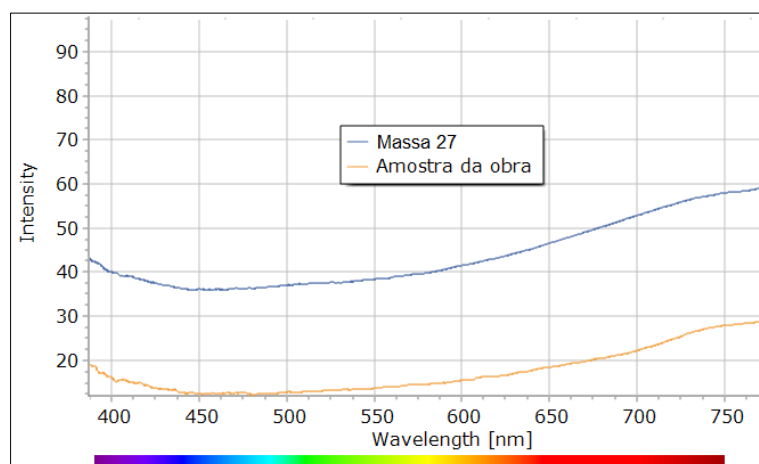


Figura 30 - Comparativo da Amostra da Obra com uma das massas pigmentadas.

(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

²⁸⁵ Foi escolhido para o ajuste, um outro pigmento terroso, pois os pigmentos terrosos possuem curvas espectrais com formatos similares, variando-se entre si a intensidade da inflexão da curva e a posição do início da curva de inflexão, tornando o ajuste mais preciso.

Assim, foi feita a preparação e aplicação das oito massas, utilizando-se Modostuc® como massa base, misturada com Terra de Sombra Queimada e Terra de Siena Natural, em proporção 1:1 entre ambos, dobrando-se a quantidade total de pigmento a cada preparação, para criar o efeito de escala de luminosidade. Segue abaixo detalhe da maquete com as oito massas aplicadas (figura 31):



Figura 31 – Detalhe da maquete com as massas pigmentadas. Crédito: AX, 2020.

Na figura abaixo podemos ver a maquete completa (figura 32), pronta para leitura de refletância e de cor. A figura abaixo também apresenta de maneira esquemática, os componentes da maquete, em termos de cargas minerais e aglutinantes da massa, e a distribuição das tintas nas massas 1 a 21.

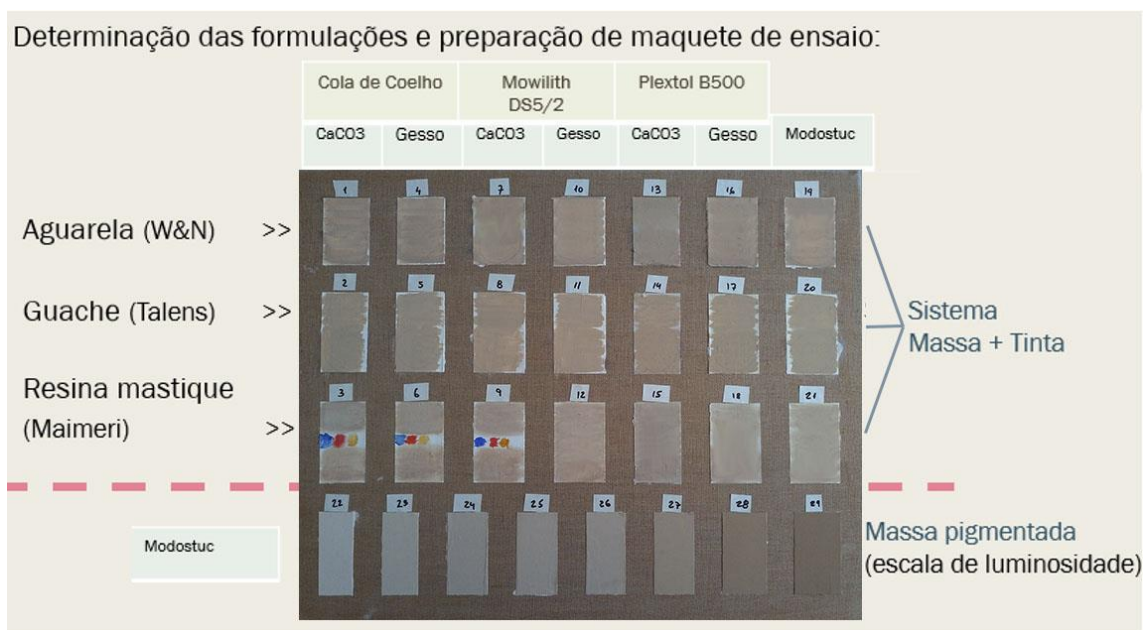


Figura 32 - Aspecto final da maquete com esquema de aplicação de tintas sobre as massas 1 a 21, e massas pigmentadas em laboratório (22 a 29), na linha inferior.

6. Apresentação dos resultados

6.1 Caracterização da carnação da obra - refletância e parâmetro de cor

Segue abaixo (figura 33) o espectro de refletância obtido²⁸⁶, após leitura na amostra da zona de carnação da obra. Este espectro já foi apresentado no capítulo anterior, nas figuras 28 a 30, pois no âmbito desta metodologia de preparação das massas pigmentadas, esta informação era essencial para a escolha dos pigmentos a usar na preparação das massas 22 a 29.



Figura 33 - Espectro de refletância da amostra de carnação da pintura. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

O espectro mostra que há pouca participação na cor, dos tons frios, devido a baixa refletância dos comprimentos de onda nesta zona (entre 450 e 500nm). A curva se acentua (há maior refletância) na região dos tons quentes, com a notada subida da curva a partir dos 500nm.

Também a leitura com o colorímetro (tabela 3) indica que a cor tende para um tom quente, pois o eixo “a” está com tendência para a cor vermelha, e o eixo “b”, está no campo do amarelo. A luminosidade “L”, por possuir o valor 54, aponta para uma cor clara. Os valores dos eixos “a” e “b”, por estarem muito baixos, em uma escala de 0 a 100, apontam para uma cor de baixa saturação.

Tabela 3 - Leitura com colorímetro da Amostra da Obra²⁸⁷.

Medição de cor CIE Lab da carnação			
	Luminosidade	- a +	- b +
Amostra da Obra	54	+3	+13

²⁸⁶ Os espectros de refletância foram gerados pelo *software* específico do equipamento FORS, e posteriormente exportados para o *software* Spectragryph, para tratamento visual, tal como adição de legenda e a barra colorida indicativa do espectro do visível.

²⁸⁷ A leitura informada refere-se a média de 3 leituras consecutivas, dentro das mesmas condições do ambiente e do equipamento.

6.2 Identificação química dos materiais da maquete de ensaio

Os resultados obtidos, utilizando-se a técnica de fluorescência de raios X, confirmaram os elementos químicos típicos indicadores dos pigmentos informados nas embalagens dos materiais, inclusive as cargas minerais.

Mais detalhes sobre a identificação, bem como a sua comparação dos espectros gerados com os bancos de dados, permitindo a identificação dos elementos químicos, estão disponíveis no Anexo III.

Confirmou-se para as aguarelas W&N, os elementos característicos dos pigmentos. No caso do Ocre Amarelo, o ferro (Fe). Para o Vermelho Indiano, o elemento ferro (Fe). Para o Azul Ultramarino, os elementos alumínio (Al), sílica (Si), enxofre (S) e sódio (Na). Para o Branco de Titânio, detetou-se a presença do elemento titânio (Ti).

Para os guaches Talens, foi confirmado o elemento característico do Ocre Amarelo, o ferro (Fe), para o Azul Ultramarino, o sódio (Na), o alumínio (Al), o silício (Si), o enxofre (S), e o tom vermelho, apesar de denominado na embalagem “Vermelhão”, não se detetou a presença dos elementos enxofre (S) ou mercúrio (Hg), e conclui-se que se trata de um pigmento imitativo do Vermelhão, possuindo como elemento indicador o ferro (Fe).

Para as tintas Maimeri, confirmou-se a presença dos elementos indicativos do Ocre Amarelo, o elemento ferro (Fe). Do Vermelho de Cádmio Médio confirmou-se a presença dos elementos enxofre (S), cádmio (Cd) e selênio (Se). Do Azul Ultramarino confirmou-se a presença dos elementos sódio (Na), alumínio (Al), silício (Si) e enxofre (S), típicos deste pigmento.

Para os tons brancos do guache Talens e da resina de mástique Maimeri, especial comentário deve ser feito. A tinta guache Talens Branco de Titânio (PW6/PW5), foi confirmada ser composta por mistura entre os pigmentos Branco de Titânio (devido a presença do elemento titânio) e Litopônio (devido a presença do elemento bário) e a tinta Maimeri Branco de Titânio (PW6/PW4), composta pela mistura entre Branco de Titânio e Branco de Zinco, devido a presença dos elementos titânio e zinco ambos detetados.

Os dois pigmentos utilizados para preparação das massas tonalizadas em laboratório (massas 22 a 29) também foram confirmados, pois foi detetada a presença dos elementos típicos dos pigmentos. Para o Terra de Siena Natural, o ferro (Fe), e para o Terra de Sombra Queimada, o manganês (Mn) e o ferro (Fe).

O elemento indicador do Carbonato de Cálcio, o cálcio (Ca) e os elementos indicadores do Gesso, o enxofre (S) e o cálcio (Ca), utilizados na preparação da maquete nas massas 1 a 21, também foram confirmados.

6.3 Leitura das massas antes do recobrimento por tinta para reintegração

Para efeito comparativo entre as massas “em branco” (figura 34), foi realizada a leitura com FORS e colorímetro, visando compreender se haveria diferenças nos espectros em função da influência dos aglutinantes e das cargas minerais das tintas, uma vez que a olho nu, era possível reconhecer que as massas se apresentavam com tonalidades e luminosidades diferentes.

Pela observação visual (figura 34), percebe-se que a massa 13, composta pelo aglutinante Plextol B500, apresentava-se mais acinzentada que as demais.

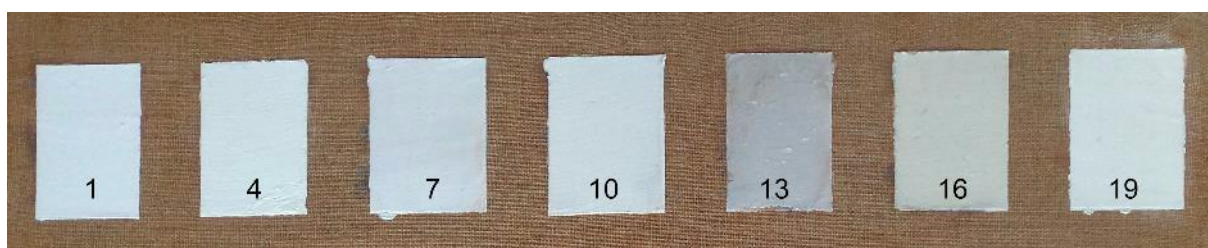


Figura 34 – Detalhe da maquete evidenciando as massas sem pigmentação antes do recobrimento por tinta para reintegração. Crédito: AX, 2020.

A leitura com colorímetro, apresentou os seguintes resultados (tabela 4):

Tabela 4 – Leitura de cor das massas "em branco".

Medição de cor no Espaço CIE Lab das massas em branco			
Massa	Luminosidade	- a +	- b +
1 CaCO ₃ + Cola de Coelho	69	0	1
4 Gesso + Cola de Coelho	69	-2	1
7 CaCO ₃ + Mowilith	70	-1	-2
10 Gesso + Mowilith	72	-2	1
13 CaCO ₃ + Plextol	63	-1	-2
16 Gesso + Plextol	66	-2	1
19 Modostuc	71	-1	2

O que podemos concluir, ao observar esta tabela, é que a amostra 13, produzida com Plextol B500 como aglutinante, possui menor luminosidade, o que é coerente com a observação visual, conforme a figura 34.

Também percebemos que, em contrapartida, as massas produzidas com Mowilith DS 5/2 (de números 7 e 10) e a massa industrial Modostuc (número 19) são as que apresentam maior luminosidade, como pode ser comprovado pelo eixo “L”. A massa 1, produzida com carbonato de cálcio e cola de coelho, é a que apresenta menor saturação, em função dos menores valores nos eixos “a” e “b”.

A Modostuc é uma massa de cor mais saturada, o que é comprovado pela tabela de colorimetria, pois é a massa que tem o valor mais elevado no eixo “b”, ou seja, é uma massa com matiz mais amarelo.

A leitura dos espectros obtidos por FORS (figura 35) indicam que as amostras produzidas com carbonato de cálcio possuem maior refletância em todo visível e também uma menor inclinação da curva espectral (à exceção da massa produzida com Plextol B500), o que indica que são massas levemente mais brancas que as produzidas com gesso.

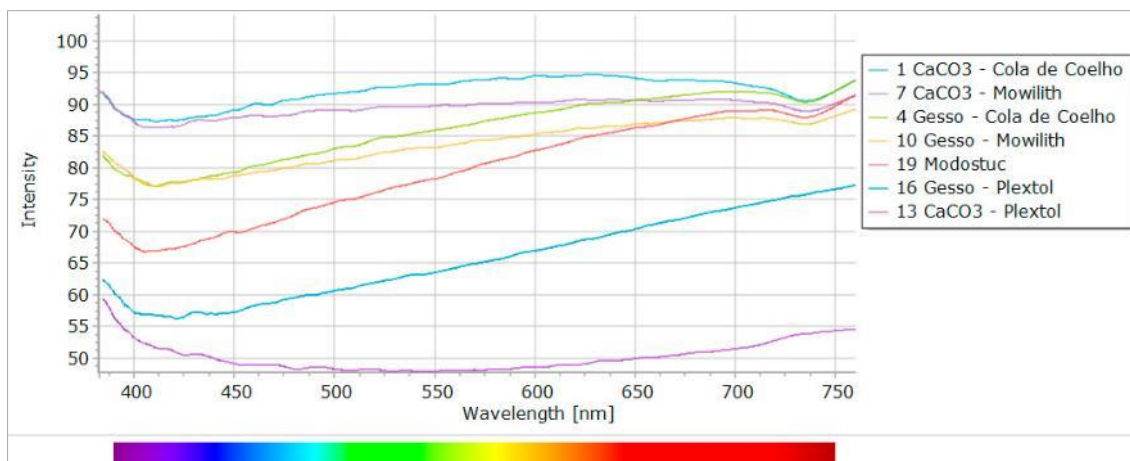


Figura 35 - Espectros das massas “brancas”, antes do recobrimento por tinta para reintegração. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

No caso das massas preparadas com Plextol B500, foi percebida uma grande dificuldade de dispersão das cargas minerais, com a formação e grumos, de alta persistência. Portanto, conclui-se que o aspecto mais escuro das amostras preparadas com a Plextol B500 não está relacionado a questões cromáticas do aglutinante, pois este é incolor.

O aspecto mais escurecido da massa 13, e devidamente detectado pelo FORS (figura 35) pode estar relacionado com a maior quantidade de vazios no meio, uma vez que as cargas não se dispersaram totalmente com o Plextol B500. Em função destes vazios, e após secagem, as massas 13 e 16 apresentaram-se mais translúcidas e assim, pelo reflexo da camada de encolagem, as massas preparadas com Plextol B500 aparentavam ser mais escuras que as demais.

6.4 Leitura individual das tintas utilizadas no caso prático

Objetivando o uso do FORS também para a confirmação dos pigmentos das 12 tintas utilizadas no estudo, (4 aguarelas, 4 guaches e 4 tintas à base de resina de mástique), foram aplicadas numa região da maquete visando a sua identificação (figura 36).

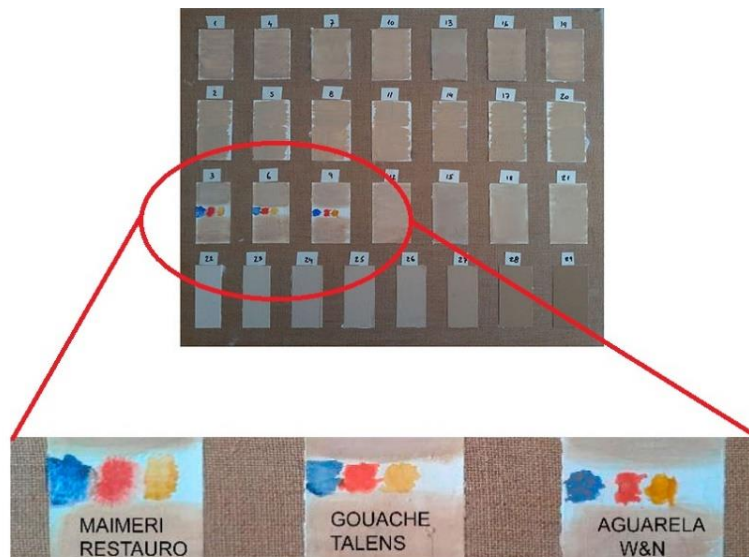


Figura 36 - Tintas utilizadas no estudo, separadamente em maquete.

Foram realizadas as leituras, dos 12 pontos apresentados acima. Abaixo seguem os resultados (figuras 37 a 40), e para cada uma das quatro figuras abaixo, inclui-se a curva padrão para cada cor, da base de dados de espectros da CHS OpenSource, para comparação por similaridade²⁸⁸, de forma qualitativa.

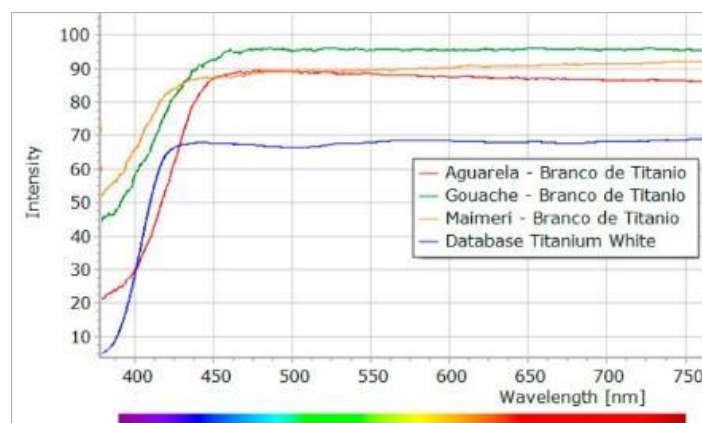


Figura 37 - Comparação dos espectros das tintas brancos de titânio usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

²⁸⁸ A base de dados utilizada foi a Pigments Checker v. 1.0, utilizando goma arábica como aglutinante, pois nas versões iniciais da base de dados, havia apenas esta opção. Atualmente, a base de dados, na versão 5.0, possui 5 opções de aglutinante e também a leitura direta no pigmento em pó. Pigments Checker. [Acesso em 10/06/2020]. Disponível em <https://chsopensource.org/pigments-checker/>

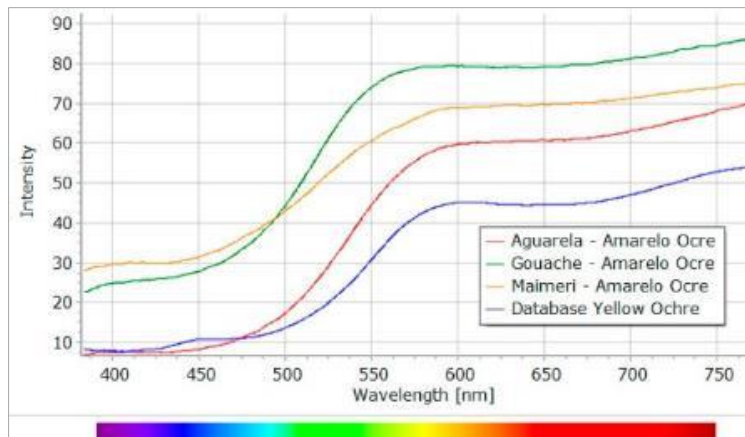


Figura 38 - Comparação dos espectros das tintas ocre amarelas usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

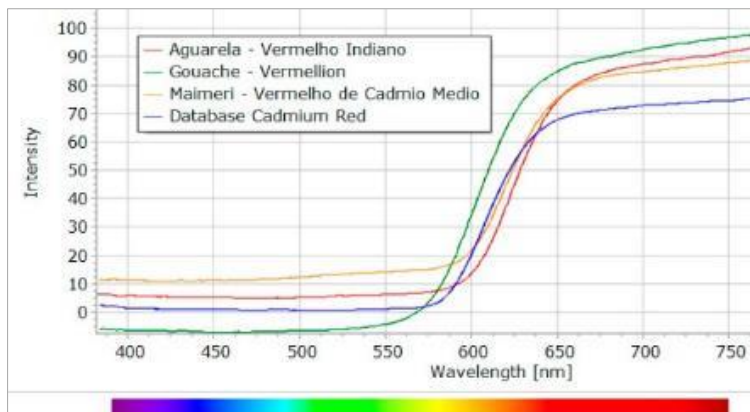


Figura 39 - Comparação dos espectros das tintas vermelhas usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

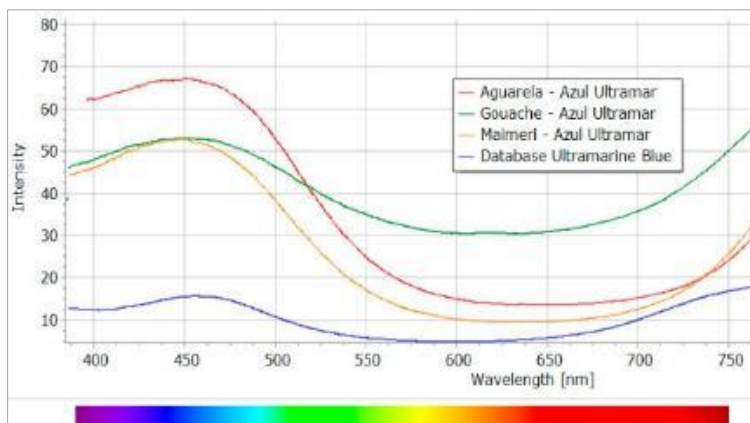


Figura 40 - Comparação dos espectros das tintas azuis usadas na parte prática. (Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

Os espectros acima evidenciam que o FORS conseguiu confirmar os pigmentos tal qual descritos na embalagem (bispnaga) das tintas, pois vemos que os formatos das curvas estão

muito aproximados da base de dados consultadas²⁸⁹. As pequenas diferenças no formato dos espectros eram previstas, uma vez que diversas são as variáveis envolvidas, tal como:

- Influência do aglutinante das tintas, uma vez que a base de dados da CHS Opensource, denominada Pigments Checker, na versão 1.0, foi produzida com aglutinante goma arábica;
- Influência relativa à concentração de pigmentos sobre a superfície branca, que origina diferentes intensidades de refletância;
- Pureza e qualidade dos pigmentos;
- Condições de calibração, iluminação e diferenças entre equipamentos;

Nota adicional deve ser dada em relação aos vermelhos. Em função de disponibilidade comercial, os vermelhos escolhidos não puderam ser todos iguais, porém, os seus formatos espectrais confirmam que se trata de pigmentos vermelhos (figura 39), tal qual confirmado pelas análises químicas, cujos resultados se encontram no anexo II. Tipicamente, os vermelhos possuem grande refletância dos comprimentos de onda na região a partir dos 600 nm²⁹⁰, e para as 3 tintas analisadas, este fenômeno físico é observado.

6.5 Leitura das massas recobertas por tintas

A estratégia de análise se baseou na comparação do espectro obtido com a leitura da carnação da obra de Veloso Salgado, com os espectros das massas 1 a 21 da maquete.

Para se conseguir obter uma visualização mais clara, pois ficaria confuso analisar 21 espectros ao mesmo tempo, a análise foi dividida por tipo de tinta para a reintegração. A análise por grupos facilitou a comparação de resultados.

²⁸⁹ IFAC – Institute of Applied Physics Nello Carrara. *FORS database for pictorial materials*. Italia. [Acesso em 27/04/2020]. Disponível em <http://fors.ifac.cnr.it/index.php>

CHS Opensource - *Reflectance Spectroscopy (FORS)*. Italia. [Acesso em 28/03/2020]. Disponível em <https://chsopensource.org/category/spectroscopy/fors-fiber-optics-reflectance-spectroscopy/>

²⁹⁰ JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p.228.

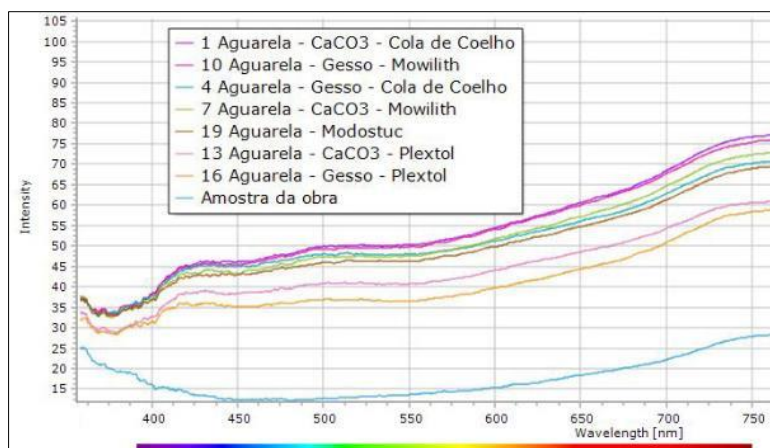


Figura 41 - Comparação dos espectros das tintas de aguarela (*amostras 1, 4, 7, 10, 13, 16 e 19*) com a Amostra da Obra.

(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

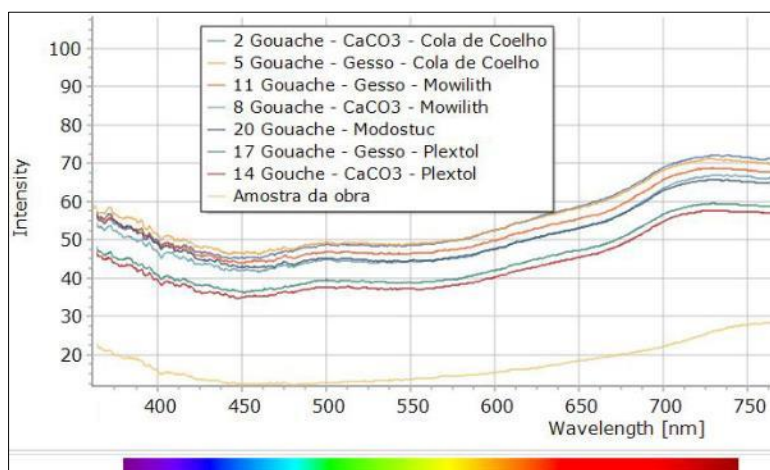


Figura 42 - Comparação dos espectros das tintas guache (*amostras 2, 5, 8, 11, 14, 17 e 20*) com a Amostra da Obra.

(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

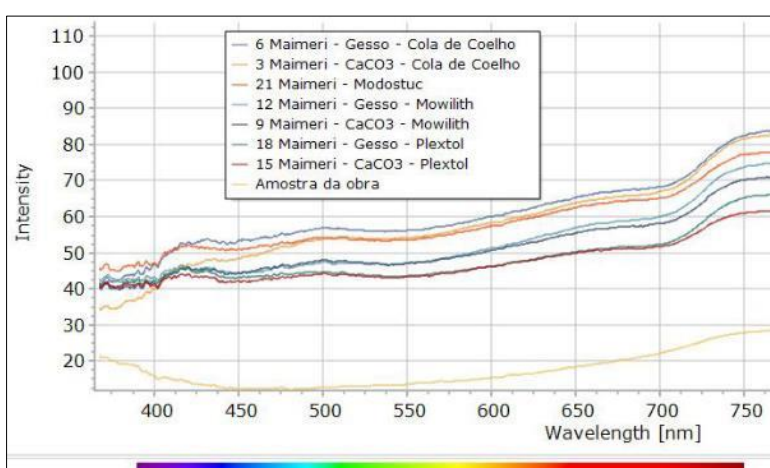


Figura 43 - Comparação dos espectros das tintas Maimeri (*amostras 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21*) com a Amostra da Obra.

(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

Por uma comparação qualitativa dos espectros gerados na leitura das massas em maquete, comparado com o espectro da carnação tomada na amostra da obra, dá os espectros dos guaches como sendo os mais similares a amostra da carnação da obra.

No entanto, a observação da maquete (figura 27) aponta uma similaridade visual entre as 21 massas, pois o processo de mistura de tinta em paleta foi realizado com critérios de dosagem manual dos pigmentos, objetivando a criação de amostras com um máximo de similaridade visual.

Levantou-se a dúvida se as diferenças observadas entre os 21 espectros não eram suficientemente significativas, que impactassem uma escolha qualitativa. Assim, tentou-se entender o motivo das diferenças entre o formato dos espectros, e se estas diferenças poderiam ser razões suficientes para se manter a escolha do guache como sendo a tinta ideal e realizar a colorimetria apenas com estes, ou realizar a colorimetria com todas as 21 massas.

Como pode ser observado nas três figuras acima, houve uma forte influência do aglutinante da tinta analisada, na configuração do formato do espectro. Todas as aguarelas (figura 41), possuem formato parecido entre si. O mesmo se pode dizer para o guache (figura 42), e para a Maimeri (figura 43). O poder de influência dos aglutinantes no formato dos espectros pode ser confirmado pela literatura²⁹¹.

Além da diferença causada pela influência dos aglutinantes, há as diferenças causadas pelos pigmentos destas mesmas tintas.

Quando analisamos o conjunto total dos 21 espectros gerados, percebemos que a diferenciação no que diz respeito às tintas, se dá em duas situações. A primeira, na região de baixo comprimento de onda, na região do UV próximo (abaixo de 380nm). A segunda, ocorre na região de maior comprimento de onda, quase na região do IR (por volta de 750nm).

A primeira diferenciação, além da influência do aglutinante, é causada provavelmente pelo pigmento branco de titânio e branco de zinco.

Estes dois pigmentos brancos, quando submetidos a análise de refletância no visível, apresentam espectro com uma diminuição abrupta da refletância muito pronunciada na região do ultravioleta próximo²⁹² aos 380nm. Quando misturado a outros pigmentos, esta característica é atenuada, porém se mantém²⁹³, o que pode explicar os formatos observados nas aguarelas (figura 41), composta por somente dióxido de titânio (PW6) e

²⁹¹ Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 58 e DERRICK, *op. cit.*, 1999, p. 101.

²⁹² Cf. COSENTINO, *op. cit.*, 2014, p. 58 e PRONTI, *op. cit.*, 2018, p. 4.

²⁹³ Misturas de pigmentos tendem a possuir um espectro de refletância que possua as características individuais dos pigmentos utilizados, e sua influência no formato final será proporcional a quantidade deste pigmento na mistura. Cf. DERRICK, *op. cit.*, 1999, p. 120.

Maimeri (figura 43), composta por óxido de titânio e óxido de zinco em sua composição (PW6/PW4).

O guache branco utilizado, por sua vez, é uma mistura entre dióxido de titânio e litopônio (PW6/PW5).

O litopônio, quando analisado via refletância de luz visível²⁹⁴, não possui um vale pronunciado na região dos 380nm, porém na região dos 750nm, o que pode justificar a segunda diferenciação entre o formato dos espectros das tintas, diferenciando o guache das demais.

Realizar uma escolha qualitativa sob estas circunstâncias²⁹⁵, ou seja, onde se identificou a presença de inúmeras variáveis causantes das diferenças entre os espectros, tanto por parte dos aglutinantes quanto por parte dos pigmentos, tornou-se mais prudente considerar também as amostras produzidas com aguarela e resina de mástique para uma comparação quantitativa, neste caso, a colorimetria²⁹⁶, pelo cálculo do ΔE .

- **Análise com colorímetro:**

Na tabela 5 que se segue são apresentados os vetores do Espaço CIE Lab, e também o ΔE . É importante evidenciar que quanto menor o ΔE , mais próxima a cor analisada será da referência, isto é, da amostra da carnação de Veloso Salgado previamente analisada.

²⁹⁴ Espectro disponível no Anexo III. O litopônio é um pigmento branco, que possui Sulfato de Bário e Sulfeto de Zinco em sua composição.

Cf. PICOLLO, Marcello et al. - Modern white pigments: their identification by means of noninvasive ultraviolet, visible, and infrared fiber optic reflectance spectroscopy. In LEARNER, Thomas *et al.*, eds. – *Modern paints uncovered – Tate Modern Symposium*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2006, p. 119.

²⁹⁵ Há *softwares* que podem ser aplicados na análise de espectros buscando sua comparação quantitativa, valendo-se do cálculo avançado de primeira e segunda derivativa dos espectros e utilizando a Teoria Kubelka-Munk. O uso destas ferramentas não estava contemplado no escopo deste estudo. A possibilidade de uso destas ferramentas matemáticas em continuidade a esta linha de estudos no futuro poderá propiciar uma nova perspectiva para a interpretação dos espectros e dar mais peso ao resultado da espectroscopia de refletância no visível para a escolha da massa ideal.

DUPUIS, G.; MENU, M., *op. cit.*, 2006, pp. 469-474 e JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 78.

²⁹⁶ Importa ressaltar que a técnica da colorimetria, possui como fim exclusivamente a medição de cor. Fatores como brilho especular, metamerismo, ou topografia da superfície, não estão considerados. Há um campo e pesquisa para o futuro, no sentido de estender o estudo a tais variáveis, de forma que a tomada de decisão para a escolha do conjunto “massa-tinta” ocorra com a ponderação de um maior número de variáveis.

Tabela 5 - Leitura com colorímetro das 21 amostras recobertas por tinta para reintegração.

Medição de cor pelo Espaço CIE Lab das massas 1 a 21 após aplicação de tinta					
Massa	Tinta de restauro	Luminosidade	- a +	- b +	ΔE
21 Modostuc	Maimeri	61	2	6	9,9
4 Gesso + Cola de Coelho	Aguarela	58	1	3	11,0
17 Gesso + Plextol	Gouache	58	-2	4	11,0
7 CaCO ₃ + Mowilith	Aguarela	61	0	4	11,8
8 CaCO ₃ + Mowilith	Gouache	61	-1	4	12,1
16 Gesso + Plextol	Aguarela	58	0	2	12,1
3 CaCO ₃ + Cola de Coelho	Maimeri	62	1	4	12,2
14 CaCO ₃ + Plextol	Gouache	59	-2	3	12,2
18 Gesso + Plextol	Maimeri	60	1	2	12,7
6 Gesso + Cola de Coelho	Maimeri	64	2	5	12,8
1 CaCO ₃ + Cola de Coelho	Aguarela	63	1	4	12,9
12 Gesso + Mowilith	Maimeri	63	1	4	12,9
20 Modostuc	Gouache	60	-3	3	13,1
9 CaCO ₃ + Mowilith	Maimeri	62	0	3	13,2
19 Modostuc	Aguarela	61	0	2	13,4
5 Gesso + Cola de Coelho	Gouache	60	-2	2	13,5
10 Gesso + Mowilith	Aguarela	64	0	4	13,8
11 Gesso + Mowilith	Gouache	61	-2	2	14,0
2 CaCO ₃ + Cola de Coelho	Gouache	63	-2	3	14,4
13 CaCO ₃ + Plextol	Aguarela	57	-1	-1	14,9
15 CaCO ₃ + Plextol	Maimeri	59	-1	-1	15,4
Amostra da Obra		54	+3	+13	

Desta tabela, podemos tirar algumas conclusões:

Podemos concluir que, apesar da combinação (massa + tinta) mais parecida ao original ser constituída por uma tinta à base de resina de mástique (amostra 21), as amostras compostas por aguarela ou gouache também tiveram bons resultados, e nas melhores posições em termos de ΔE todas as três encontram-se representadas.

Para a seleção da massa ideal, a análise quantitativa ganhou peso nesta decisão, influenciada também pela situação apresentada anteriormente, na qual a análise qualitativa dos espectros de refletância levantou alguns pontos de dúvida acerca de sua interpretação e definição dos critérios de similaridade.

Desta forma, por não haver nenhuma ressalva observada no que toca aos componentes da amostra 21, e reforçando o fato da mesma possuir o menor valor de ΔE , esta será a massa escolhida para a intervenção na obra, em conjunto com a massa pigmentada, cuja escolha será apresentada abaixo.

6.6 Leitura das massas pigmentadas

Com respeito às massas pigmentadas, os espectros obtidos (figura 44), estão bastante similares entre si e com o da Amostra da Obra, o que indica por analogia ao formato do espectro²⁹⁷, que o matiz da cor se aproximou muito do original, com diferenças no que se refere à luminosidade, pois no gráfico, os espectros mostram-se com diferentes intensidades.

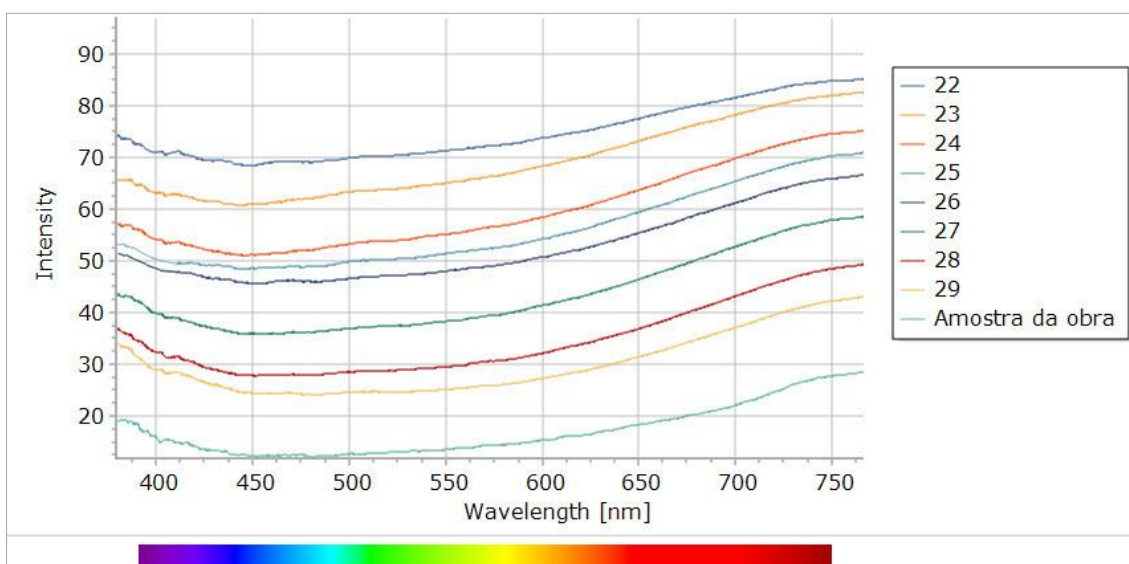


Figura 44 - Espectros das massas pigmentadas e da Amostra da obra.
(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

A leitura com colorímetro também mostra coerência entre os resultados, e da mesma forma que o FORS, foi possível comprovar a gradação na escala de luminosidade “L”, e também, da intensidade da cor, nos eixos “a” e “b”.

A tabela 6 abaixo, apresenta as leituras com o colorímetro, e também, o resultado comparativo através da aplicação da fórmula do cálculo do vetor ΔE , para cada uma das oito amostras, comparadas ao original:

²⁹⁷ Cf. instruções dadas por JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 98, para comparação de espectros.

Tabela 6 - Espaço CIE Lab das massas pigmentadas²⁹⁸.

Medição de cor pelo espaço CIE Lab das massas pigmentadas				
Massa	Luminosidade	- a +	- b +	ΔE
22	70	-6	-4	25,0
23	69	-8	-4	25,2
24	64	-4	-1	18,6
25	62	-3	-1	17,2
26	62	-2	-2	17,7
27	60	-1	+2	13,2
28	54	+1	+5	8,2
29	48	+2	+6	9,3

Amostra da Obra	54	+3	+13
-----------------	----	----	-----

A metodologia teve como fim, a escolha da amostra que mais se aproxime ao original, em termos de cor, no âmbito da proposta de *filling as retouching*²⁹⁹, utilizando o colorimetria e a refletância para as medições.

Neste cenário, a escolha recairia sobre a amostra 28, pois é a que mais se aproxima da cor pelo cálculo do ΔE no Espaço CIE Lab. E pelo FORS, as amostras 27, 28 e 29, pelo critério de proximidade ao espectro da Amostra da Obra. No entanto, sabe-se que a aplicação de um verniz final pode saturar o tom da reintegração cromática, causando o efeito ótico de escurecimento no local da reintegração, a depender dos componentes dos materiais utilizados no preenchimento da lacuna e do verniz³⁰⁰. Desta forma, recomenda-se a escolha na maquete, da amostra que possua um tom acima de luminosidade, o que recai, portanto, sobre a massa número 27, para assim, já compensar o efeito ótico de escurecimento após a aplicação do verniz final.

Para redimir qualquer dúvida a respeito da influência dos vernizes, um estudo futuro que contemple a aplicação e testes de vernizes seria recomendável, de forma a entender as diferenças de luminosidade após a aplicação dos mesmos, porém não são objetos deste projeto.

²⁹⁸ Os valores de “L”, “a” e “b” apresentados representam a média de 3 leituras consecutivas, realizadas nas mesmas condições de ambiente e equipamento.

²⁹⁹ Apropriação do termo utilizado por Silvia Garcia Fernandez-Villa, ao se referir em artigo científico publicado pela autora, correspondente a massas pigmentadas para preenchimento de lacunas, visando unificar as etapas de nivelamento e reintegração cromática em uma única operação.

FERNANDEZ-VILLA, *op. cit.*, 2015.

³⁰⁰ Cf. TAFT & MAYER, *op. cit.*, 2000, p. 74.

7. Caso prático na obra do acervo

7.1 Aplicação da metodologia e apresentação dos resultados

Conforme os resultados obtidos no capítulo 6, as massas que mais se aproximaram dos resultados pretendidos, de acordo à metodologia executada, foram as de número 21 e 27.

A primeira (21), é uma massa sobreposta com tinta comumente usada na conservação e restauro. A segunda (27), é uma massa pigmentada em laboratório.

Estas duas massas foram preparadas e aplicadas em lacunas selecionadas numa zona específica da obra, uma vez que o escopo desta atividade não incluiu a intervenção completa em todas as perdas existentes, em função das limitações já informadas.

A área selecionada se localiza na região da perna direita³⁰¹. A massa 21 foi aplicada na parte superior da perna, e a massa 27 em perdas localizadas na parte inferior, conforme figura 45. As lacunas selecionadas possuem dimensão suficiente para uma avaliação do antes e depois que permita uma boa visualização em termos estéticos e da compreensão do resultado miméticos pretendido. Estas mesmas lacunas após reintegradas serão submetidas a uma leitura com a técnica de FORS para comparativo com a leitura em uma região vizinha, da carnação original.

³⁰¹ A região intervencionada (perna direita) difere da região submetida as técnicas de exame e análise (tronco). Esta troca não trouxe prejuízo a metodologia, pois a região escolhida é possuidora das mesmas características estruturais da composição da carnação (sequência de camadas e pigmentos utilizados), e também da mesma característica de cor (escolhi uma região de semelhante matiz, luminosidade e saturação, evitando-se tom mais avermelhado, esverdeado ou de sombreamento escuro).

Esta troca ocorreu, pois, em termos de cronograma, a obra deveria haver sido intervencionada previamente por um outro colega. Sua atividade contemplaria a estabilização das perdas da camada cromática existentes na região do tronco, com aplicação do devido adesivo, pois a região estava extremamente debilitada. Esta etapa prévia não ocorreu, porque as atividades da Faculdade foram suspensas, em função do Estado de Emergência da Covid-19, e o cronograma de trabalho original foi prejudicado. Se escolheu, portanto, outra região, mais estável, para ser intervencionada neste estudo de caso.



Figura 45 – Pontos escolhidos para intervenção na obra. Crédito: AX, 2020.

7.1.1 Intervenção com a massa 21

Abaixo (figura 46) segue o registo da intervenção com a massa 21. Foi realizada aplicação da massa seguida da reintegração cromática.



Figura 46 - Preenchimento de lacuna com a massa 21 e recomposição cromática. Crédito: AX, 2020.

A fotografia abaixo (figura 47) mostra o aspeto final após a reintegração cromática. A tinta utilizada foi a Maimeri Restauro, conforme resultado da aplicação da metodologia.



Figura 47 - Aspeto após intervenção com a massa 21. Crédito: AX, 2020.

O que pôde ser observado, é que o aspeto final, em termos de cor, foi satisfatório, dentro de uma proposta mimética. Outros fatores, porém, destoaram do original: o brilho e a textura da superfície da lacuna. Em relação ao brilho³⁰², a massa apresentou-se mais mate que o original, o que exigiu a aplicação de um verniz para a equalização do brilho.

O verniz utilizado³⁰³ foi o Laropal A81[®]. Em relação à textura superficial, a massa mostrou-se de difícil ajuste, pois a rápida secagem impedia sua manipulação e modelagem. A superfície final apresentou-se mais lisa que o original, em função desta dificuldade.

7.1.2 Intervenção com a massa 27

Abaixo segue o registo da intervenção com a massa 27. Foi realizada a preparação da massa pigmentada, de acordo ao resultado obtido pela aplicação da metodologia, ou seja, a massa industrial, misturada com Terra de Siena Natural e Terra de Sombra Queimada (figura 48).

³⁰² Brilho, no contexto deste estudo, refere-se a percentagem da reflexão especular em comparação ao total da luz incidente em uma superfície, em igual ângulo, porém oposto. Não confundir com o termo luminosidade, ou *brightness*.

³⁰³ O verniz Laropal A81 foi escolhido em função e sua comprovada estabilidade fotoquímica. LEONARD, Mark et al. – Development of a new material for retouching. *Studies in Conservation*. 45, 1, (2000), p. 111; E também, por possuir brilho final similar à superfície original da obra de Veloso Salgado.



Figura 48 - Preenchimento de lacuna com a massa pigmentada 27. Crédito: AX, 2020.

Após a aplicação da massa pigmentada e sua secagem, ficou bastante evidente a diferença de brilho em relação ao original, ou seja, a massa também se apresentava muito mate, e intencionalmente mais clara que o original (figura 48), de acordo com o explicitado na metodologia.

A luminosidade foi corrigida após a aplicação do verniz sobre a massa. Adicionalmente, foi necessária uma correção com tinta sobre a massa pigmentada, para aferição do efeito mimético pretendido, pois a lacuna, homogênea em termos de cor, contrastou com a carnção original, levemente heterogênea, em função das pinceladas do artista, que criaram o efeito de realismo de sombras e das próprias variações tonais da pele humana.

Para esta reintegração cromática de ajuste, também foram utilizadas as tintas Maimeri Restauro, para um efeito comparativo imparcial com a massa 21, e o resultado pode ser verificado na figura 49.

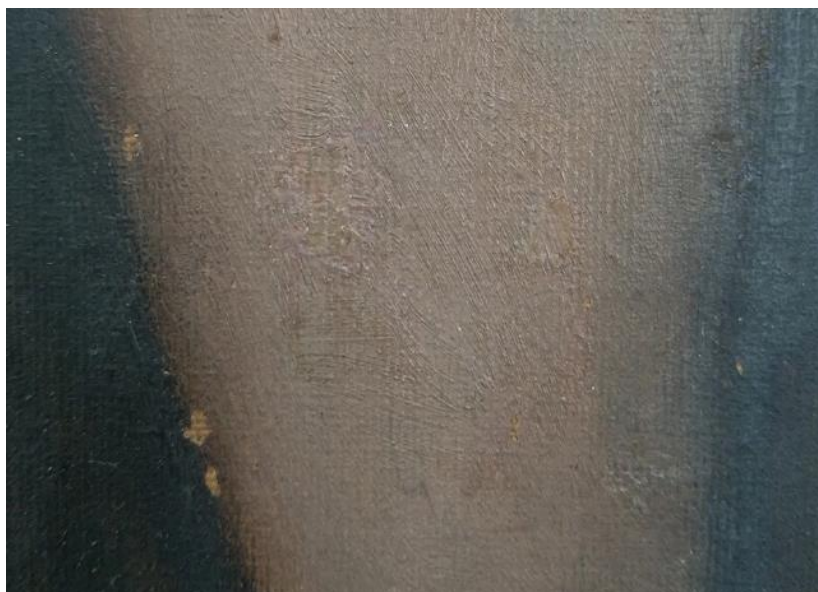


Figura 49 - Aspeto após intervenção com a massa 27 já com aplicação de verniz final. Crédito: AX, 2020.

Em comparação, o resultado obtido com a massa 27 foi mais aceitável, em termos estéticos e miméticos. Esta vantagem está também associada a outro objetivo pretendido no uso desta massa, a menor intervenção possível na obra, pois a massa, quando já pigmentada, demanda o mínimo ajuste com tinta para reintegração cromática, diminuindo também, o risco para a obra.

Durante o acerto do brilho, em ambas as massas, ficou evidente que a influência desta variável deverá ser mais aprofundadamente investigada, o que pode justificar um novo projeto no futuro.

7.1.3 Comparativo através da leitura de FORS

Após finalizado o processo de reintegração, foram realizadas leituras com a técnica de FORS visando avaliar a similaridade da refletância na superfície reintegrada com a superfície da carnação original da obra.

A figura 50 refere-se à reintegração de lacuna com a massa 21, em comparação à leitura da carnação da obra, em um ponto vizinho à lacuna. A figura 51 refere-se à leitura da reintegração de lacuna com a massa 27, em comparação a uma leitura em um ponto vizinho à lacuna.

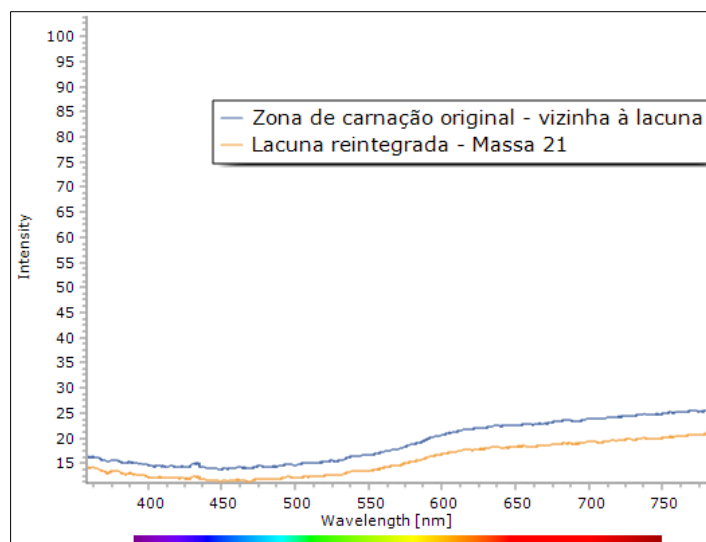


Figura 50 - Espectros de refletância no visível da lacuna após reintegração e referência na carnação original comparado a massa 21.
(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

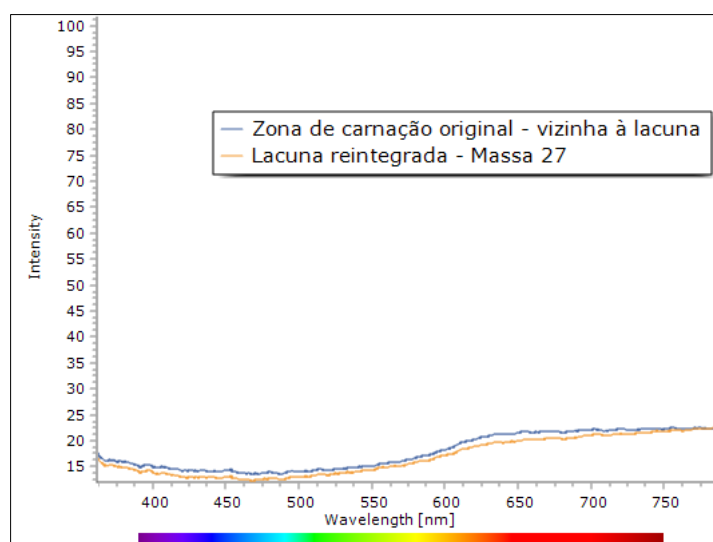


Figura 51 - Espectros de refletância no visível da lacuna após reintegração e referência na carnação original comparado a massa 27.
(Eixo y: Intensidade de refletância, em %. Eixo x: comprimento de onda, em nm).

Nota-se que em ambos os casos, os espectros de FORS das lacunas reintegradas estão ligeiramente com menor intensidade de refletância, o que na prática se traduz em uma cor menos iluminada que as regiões da carnação original. Porém é importante observar que apesar desta diferença de intensidade, os espectros apresentam-se muito similares qualitativamente, quase paralelos entre si, o que indica que se trata da mesma tonalidade de cor.

Pela figura 51, percebe-se que o espectro da massa 27 está mais próximo do espectro da carnação original, quando comparado à massa 21 (figura 50), o que leva a crer que a

reintegração com a massa 27 tem maior similaridade visual em relação ao original, comparado à massa 21 com seu respectivo ponto de leitura.

O FORS mostrou-se assim, uma boa ferramenta para o controlo de qualidade da reintegração cromática, no que tange a medição do atingimento da cor.

Segue abaixo o aspeto final de toda a região intervencionada (figura 52):

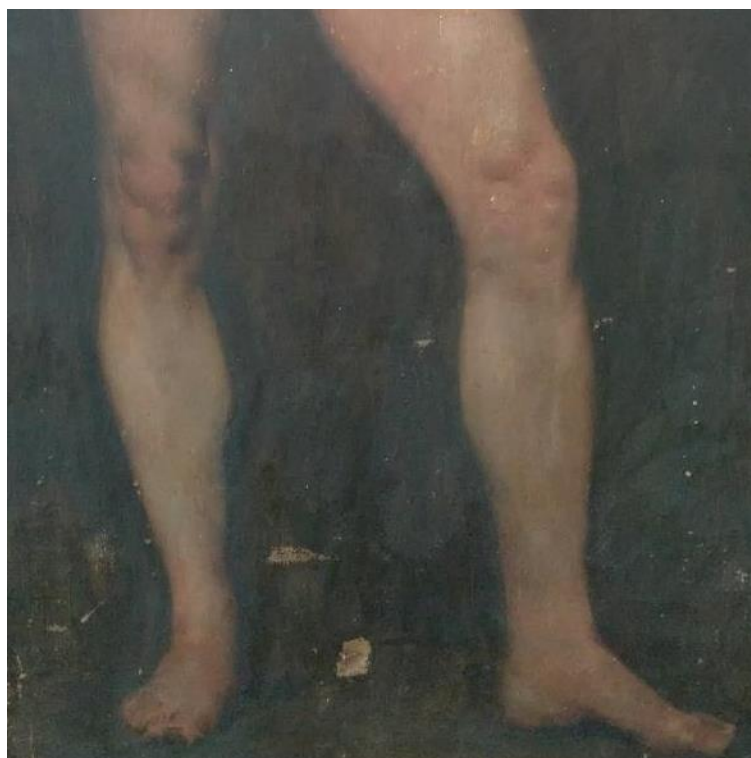


Figura 52 - Aspeto da região intervencionada. Crédito: AX, 2020.

Conclusões

Foi possível medir e comprovar, através de estudos de refletância no visível e colorimetria, que massas de preenchimento, preparadas com diferentes formulações, apresentam entre si, diferentes espectros de refletância e parâmetros cor, antes mesmo do recobrimento por tintas, e que estas características continuam a ser detetadas nos espectros gerados e na cor medida, após o recobrimento pelas tintas.

Com respeito às massas que passaram pelo processo de recobrimento por tintas (amostras 1 a 21 da maquete), concluímos que os aglutinantes das massas de preenchimento e das tintas tiveram grande influência na refletância do conjunto, o que se pode observar nos respetivos espectros. Também concluímos que devido à imensa similaridade entre os espectros de refletância das massas em maquete, se torna difícil fazer a melhor escolha para intervenção na obra, utilizando somente a técnica de FORS. Por esta razão, usamos uma segunda técnica, a colorimetria, que nos permitiu medir a distância euclidiana (ΔE) entre os parâmetros de cor da obra de referência e os das amostras da maquete, dando-nos um valor de proximidade entre eles.

As massas preparadas com o aglutinante acrílico Plextol B500 foram de difícil e ineficaz dispersão das cargas minerais, tanto para o carbonato de cálcio quanto para o gesso, o que ocasionou uma visível diferença na maquete, antes e após a aplicação das tintas. Este facto pôde ser comprovado pela colorimetria, como também pelo FORS, uma vez que estas amostras tiveram menor luminosidade e menor intensidade de refletância. Uma das conclusões, portanto, é que a boa afinidade física entre o aglutinante e a carga mineral, no que toca a capacidade de dispersão, gera massas com melhor resposta às tintas sobre ela aplicadas.

Em relação às oito massas pigmentadas (amostras 22 a 29 da maquete), houve excelente correlação entre os espectros de refletância, com as informações obtidas por colorimetria, o que mostra que a pigmentação de massas é uma alternativa muito prática, e que se apoia com segurança nos resultados analíticos, em função da boa correlação.

O FORS, assim, se mostrou uma ferramenta prática para a leitura e obtenção de resultados instantâneos, dando uma maior abertura para este tipo de equipamento, que não somente para o seu uso em identificação de pigmentos, além de ser uma ferramenta economicamente acessível para a comunidade de conservadores-restauradores e portátil.

Importante destacar que o outro equipamento utilizado nesta etapa, o telemóvel com aplicação de colorimetria, mostrou-se uma solução confiável pois gerou dados coerentes com o resultado apurado pela refletância de luz visível, ou seja, a ordem da intensidade de refletância lida pelo FORS foi compatível com a percepção visual na maquete e com a leitura do telemóvel, o que pode ser visto pelos resultados do eixo “L”, do Espaço CIE Lab.

Podemos concluir que o uso do telemóvel com aplicação de colorimetria, e reforçado por estudos científicos pré-existentes, é uma alternativa economicamente acessível e confiável para a comunidade de conservadores-restauradores, neste tipo de necessidade de uso, ou seja, quando os parâmetros de cor não necessitam de extrema precisão, porém uma boa repetibilidade.

Com respeito à pigmentação das massas, por ter sido realizada com pigmentos puros, em pó, e uma massa industrial, se reduziu em muito o efeito das variações das misturas manuais dos ingredientes das massas, ou seja, as cargas e os aglutinantes, deixando o processo de comparação, e conseqüentemente, a escolha da massa ideal, mais fácil e evidente.

Há um campo aberto a estudo, no que toca ao efeito que a aplicação de verniz poderá causar no processo de escolha das massas, e recomenda-se a continuidade deste estudo, pois o processo de escolha da massa pigmentada em laboratório teve como uma das variáveis mais importantes de decisão, o efeito final do verniz sobre a mesma.

Se conclui, que para a arte contemporânea, a estratégia de atingimento de cor utilizada para as oito massas pigmentadas, pode ser bem apropriada, uma vez que a metodologia permite o atingimento da cor da camada pictórica perdida, ajustando a curva de refletância com uma mistura mínima de pigmentos tradicionais. Sabendo-se que muitas das obras produzidas pela arte moderna e contemporânea não possuem verniz final, esta metodologia torna-se ainda mais interessante, pois seu sucesso não depende das alterações de saturação após a aplicação de verniz final, quando este não é utilizado.

A vantagem de uma mistura com o mínimo de pigmentos simplifica o processo de atingimento da cor e minimiza as alterações cromáticas futuras. A busca pelo pigmento para reintegração em arte contemporânea é muito dificultada, pois a indústria oferece atualmente, uma imensa variedade de pigmentos nos seus mais diferentes matizes, com centenas de opções. Em se tratando da realidade econômica dos ateliês privados de conservação e restauro, é financeiramente inviável para muitos destes ateliês possuir em seu estoque, todas estas centenas e centenas de pigmentos, e a metodologia simplifica o processo de seleção dos pigmentos para a reintegração.

Referências bibliográficas

AGUIAR, Maria - *Os materiais e a técnica de pintura a óleo na obra de Aurélia de Souza e a sua relação com a conservação*. Porto: Escola das Artes, Universidade Católica Portuguesa, 2012. Tese de Doutoramento em Conservação de Pintura.

ALDRIDGE, Tim – *Restoring oil paintings – a practical guide*. Londres: Bishopsgate Press, 1984.

ALMADA, Agelissau, *et al.* - As réplicas em gesso das obras do mestre Aleijadinho: Um trabalho de conservação e restauração. *Boletim do CEIB*. ISSN 1806-2237. 19, 60 (2015), 1-5.

ALVES, Alice; FRANCO, Luís - A coleção de pintura da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa. In *Adriano de Sousa Lopes: conservação e restauro das obras académicas pertencentes ao espólio da Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa*. Lisboa: CIEBA, 2018. pp. 15–18.

APPELBAUM, Barbara – *Conservation treatment methodology*. Burlington: Elsevier, 2007. ISBN 978-0-7506-8274-9

APPOLONIA, Lorenzo *et al.* - Combine use of FORS, XRF and Raman spectroscopy in the study of mural paintings. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 395, 7 (2009), 2005-2013.

ARAÚJO, Isabella *et al.* - Caracterização química dos caulins de Junco do Seridó-PB. *Revista Cerâmica Industrial*. 17, 2 (2012), 36-38. DOI: 10.4322/cerind.2014.012

BACCI, Mauro - Fibre optics applications to works of art. *Sensors and actuators – B*. 29, (1995), 190-196.

BAILÃO, Ana - *O gestaltismo aplicado à reintegração cromática de pintura de cavalete*. ECR – Estudos de conservação e restauro. ISSN 1647-2098. 1, 9 (2018), 128-139.

BAILÃO, Ana - As Técnicas de Reintegração Cromática na Pintura: revisão historiográfica. *Ge-Conservacion*. ISSN 1989-8568. 2, (2011), 45-65. DOI: 10.37558/gec.v2i2.41

BAILÃO, Ana - Avaliação colorimétrica da alteração de cor de alguns guaches e aguarelas utilizados na reintegração cromática de bens culturais. In CALVO, Ana; VIEIRA, Eduarda, eds. - *Matrizes da Investigação em Conservação e Restauro I*. Porto: UCP/CITAR, 2014. pp. 13-41.

BAILÃO, Ana; SAN ANDRÉS, Margarita; CALVO, Ana - Colorimetric analysis of two watercolours used in retouching. *International Journal of Conservation Science*. 5, 3 (2014), pp. 329-342.

BAILÃO, Ana; CARDEIRA, Liliana - *Mixing and matching. A survey of retouching Materials*. RECH4 Postprints. Croacia: Academy of Arts, University of Split, 2017, pp. 248-255. ISBN 978-953-6617-42-5.

BALDINI, U. - *Teoria del restauro e unità di metodologia*. Florença: Nardini Editore, 1978. Vol. 1.

BALDINI, U. - *Teoria del restauro e unità di metodologia*. Florença: Nardini Editore, 1978. Vol. 2.

BASALOCO, Margarida - *A conservação da pintura contemporânea: quatro casos de estudo da coleção da Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto*. Porto: UPT - Universidade Portucalense, 2016. Dissertação de mestrado em Património Artístico, Conservação e Restauro.

BERTOLINI, Cristiano - *Sistema para medição de cores utilizando espectrofotômetro*. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2010.

BRANDI, Cesare - *Teoria da restauração*. Amadora: Edições Orion, 2006. ISBN 972-8620-08-X. Tradução de Cristina Prats *et al.* a partir da edição original de 1963.

BRANDI, Cesare – *Il Trattamento delle lacune della Gestalt psychologie*. In XX International Congress of History of Art. Nova Iorque: [s.n.]. 1961, pp. 149-151.

BUCKLOW, Spike – The classification of craquelure patterns. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012. ISBN: 978-0-08-094169-1. pp. 285-290.

BULLOCK, Linda – Reflectance spectrophotometry for measurement of colour change. *National Gallery Technical Bulletin*. Londres: The National Gallery, v. 2, 1978. pp.48-55.

CALZA, Cristiane *et al.* - Characterization of Brazilian artists' palette from the XIX century using EDXRF portable system. *Applied radiation and isotopes journal*. 68, (2010), 866-870. DOI:10.1016/j.apradiso.2009.10.049

CARDEIRA, Ana Mafalda - *Caracterização material e técnica das “Académias de Nu” de José Veloso Salgado, pertencentes à coleção da FBAUL*. Lisboa: Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, 2014. Dissertação de Mestrado em Ciências da Conservação, Restauro e Produção de Arte Contemporânea.

CARVALHO, Humberto - *B8 Bólido Vidro 2 de Hélio Oiticica: procedimentos técnicos y materiales en la conservación de arte contemporáneo*. Madrid: 15ª Jornada de Conservación de Arte Contemporáneo – Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofia, 2014. ISBN 978-84-8026-504-1. p. 225-232.

CASAZZA, Ornella - *Il restauro pittorico nell' unità di metodologia*. Florença: Nardini-Centro Internazionale del libro, 1981.

CHEILAKOU, Eleni *et al.* - Identification of Pigments on Byzantine wall paintings from Crete using FORS. *Journal of Archeological Science*. 41, (2014), 541-555.

CLARKE, Carl - *Pictures, their Preservation and Restoration*. Maryland: The Standard Arts Press, 1959.

CONSTANTINI, Giuseppe *et al.* – *Il Restauro dei dipinti “olio su tela”*. Bolonha: Clueb, 2011. ISBN 978-88-491-3566-4

COSENTINO, Antonino - FORS spectral database of historical pigments in different binders. *E-conservation journal*. ISSN 2183-1335. 2, (2014), 53-65.

COSENTINO, Antonino - Transmittance Spectroscopy and transmitted multispectral imaging to map covered paints. ISSN 2182-9942. *Conservar património*. 24, (2016), 37-45. DOI:10.14568/cp2015021

COSTA, Thiago – *Química e patrimônio cultural: materiais, conservação e reações de degradação*. Florianópolis: Fundação Catarinense de Cultura, 2018

CRAFT, Meg; SOLZ, Julie - Commercial Vinyl and Acrylic Fill Materials. *Journal of the American Institute for conservation*. 37, 1 (1998), 23-34.

CRUZ, António João - A cor e a substância: sobre alguns pigmentos mencionados em antigos tratados portugueses de pintura - pigmentos amarelos. *ARTIS – Revista do Instituto de História da Arte da Faculdade de Letras de Lisboa*. 6, (2007), 139-160.

DAVISON, Sandra – *Conservation and restoration of glass*. Oxford: Butterworth Heinemann, 2003. ISBN–13: 978-0-7506-4341-2

DE LA RIE, René *et al.* - An investigation of the photochemical stability of urea-aldehyde resin retouching paints: removability tests and colour spectroscopy. *Studies in Conservation*. ISSN 0039-3630. 45, 1 (2000), 51-59.

DUPUIS, G.; MENU, M. - Quantitative characterization of pigment mixtures used in art by FORS. *Applied Physics – Materials Science & Processing*. 83, (2006), pp. 469-474. DOI: 10.1007/s00339-006-3522-3.

DERRICK, Michele *et al.* – *Infrared spectroscopy in conservation science*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1999. ISBN 0-89236-469-6

DIETEMANN, Patrick *et al.* - Influence of sunlight during harvest on the oxidation and yellowing of natural mastic resins used as varnishes on artworks. *CHIMIA - International Journal for Chemistry*. 55, 1 (2010), 972-980.

DIGNEY-PEER, Shawn *et al.* - The imitative retouching of easel paintings. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012. ISBN: 978-0-08-094169-1. pp. 607-634.

ERDOGAN, Necmettin; EKEN, Haci - Precipitated calcium carbonate: Production, synthesis and properties. *Physicochemical Problems of Mineral Processing Journal*. ISSN 2084-4735. 53, 1 (2016), 57-68.

EVANS, Stig *et al.* – Colour theory and the application of a portable spectrophotometer for retouching. In ELLISON, Rebecca *et al.*, eds. - *Mixing and Matching: Approaches to retouching paintings*. Londres: Archetype Publications, 2010. ISBN 978-1-904982-50-0. pp. 105-115.

EwaGlos, European Illustrated Glossary of Conservation Terms. Petersberg: Michael Imhof Verlag, 2015.

FENN, Michael *et al.* – Raman spectroscopy for clinical oncology. *Advances in Optical Technologies*. 1, (2011), pp. 1-20. DOI: 10.1155/2011/213783

FERNÁNDEZ-VILLA, Silvia *et al.* - *Evaluación de sistemas de limpieza en seco sobre pinturas mates contemporáneas*. In *Conservación de Arte Contemporáneo*. Madrid: 15ª Jornada MNCARS, 2014, p. 137-150. ISBN 978-84-8026-504-1

FERNÁNDEZ-VILLA, Silvia - *Filling as retouching: the use of colored fillers in the retouching of contemporary matte paintings*. RECH3 Postprints. Porto: Escola Artística e Profissional Árvore, 2015, pp. 199-208.

FERRAZ, Ângela Sofia Alves - *Materiais e Técnicas da Pintura a Óleo em Portugal (1836-1914): Estudo das fontes documentais*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, 2017. Tese de Doutoramento em Conservação e Restauro do Património.

FIGUEIREDO JR., J. C. - *Química aplicada a conservação e restauração de bens culturais*. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012. ISBN 978-85-64670-02-0.

FORNI, Ulisse – *Manuale del pittore restauratore*. Florença: Le Monnier, 1866.

FOX, Marylin – *Searching for the filler of my dreams – an odyssey in gaps and glues*. New Haven: Yale Peabody Museum of Natural History, 2001.

FRANCO, Luís Lyster - Uma viagem pela coleção de pintura da FBAUL. In *O restauro regressa às Belas-Artes*. Lisboa: Faculdade de Belas Artes - CIEBA, 2011, p. 12-34.

FRASCO, Lizzie –The contingency of conservation: Changing methodology and theoretical issues in conserving ephemeral contemporary artworks with special reference to installation art. *Undergraduate Humanities Forum. Pennsylvania: University of Pennsylvania*, 2009.

FUSTER-LÓPEZ, Laura - *El estuco en la restauración de pintura sobre lienzo*. Valencia: Editorial de La UPV, 2008a. ISBN 978-84-8363-221-5

FUSTER-LÓPEZ, Laura *et al.* - Filling materials for easel paintings: when the ground reintegration becomes a structural concern. In TOWNSEND, J. *et al.*, ed. - *Preparation for painting: The artist's choice and its consequences*. Londres: Archetype Books, 2008b. pp. 180-186.

FUSTER-LÓPEZ, Laura *et al.* - Mind the gap! Some questions regarding the mechanical properties and dimensional response of filling materials for easel paintings. *Paintings and Painted Surfaces Conference*. Maastricht, 2011.

FUSTER-LÓPEZ, Laura – Filling. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012. ISBN: 978-0-08-094169-1. pp. 586-606.

GAETANI, Maria Carolina – La reintegrazione delle lacune attraverso la tecnica del tratteggio: considerazioni sul metodo. In *La teoria del restauro nel nove da Riegl a Brandi. Atti del Convegno Internazionale di Studi*. Florença: Nardini Editore, 2006, p. 278.

GAROFANO, Isabel *et al.* - An innovative combination of non-invasive UV-Visible-FORS, XRD and XRF techniques to study Roman wall paintings from Seville, Spain. *Journal of cultural heritage*. ISSN 1296-2074. (2016), DOI: 10.1016/j.culher.2016.07.002

GETTENS, Rutherford - *Painting materials, a short encyclopedia*. Nova Iorque: Nostrand, 1947.

GLANVILLE, Helen – Introductory essay: “Relativity and restoration”. In CONTI, Alessandro – *A History of the Restoration and conservation of works of art*. Oxford: Elsevier, 2007. ISBN 978-0-7506-6953-5

GOTTSCHALLER, Pia – Modern abstract art in Argentina and Brazil. *Conservation Perspectives – The GCI Newsletter*. 31, 2(2016), pp. 13-15.

GUIMARÃES, Luciano - *A cor como informação: a construção biofísica, linguística e cultural da simbologia das cores*. São Paulo: Annablume, 2000. ISBN 978-8574191683

GUNN, Maurice – *Print restoration and picture cleaning*. Londres: L. Upcott Gill, 1911.

HANNA, S.; DINSMORE, J. - Conservation of central asian wall painting fragments from the Stein Collection in the British Museum. In CATHER, Sharon, ed. – *The conservation of wall paintings*. Londres: Courtauld Institute of Art and The Getty Conservation Institute, 1991. pp. 77-86. ISBN 0-89236-162X

HAIML, Christa – Restoring the immaterial: Study and treatment of Yves Klein's Blue Monochrome (IKB42). In LEARNER, Thomas *et al*, eds. – *Modern paints uncovered*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2006. ISBN 978-0-89236-906-5. pp. 149-156.

HARDIN, Larry - *Color for Philosophers - Unweaving the Rainbow*. Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1998. ISBN 978-0872200395

HORIE, Velson - *Materials for Conservation*. Nova Iorque: Routledge, 2010. ISBN 978-0-75-066905-4

HUANG, Chao-Nan – *Utilization of smartfone as a colorimetric detector for chemical analyses*. Pomona: Faculty of California State Polytechnic University, 2017. Tese de Mestrado.

JOHNSTON-FELLER, Ruth - *Color science in the examination of museum objects: nondestructive procedures*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2001. ISBN 0-89236-586-2

KARAKAS, Firat *et al*. - Effect of precipitated calcium carbonate additions on waterborne paints at different pigment volume concentrations. *Progress in Organic Coatings*. 83, (2015), pp. 64-70. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2015.02.003

KILIÇ, Volkan *et al*. – From sophisticated analysis to colorimetric determination: smartphone spectrometers and colorimetry. In ZENG, Lingwen, ed. - *Color Detection*. Londres: IntechOpen, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.82227

KUHL, Beatriz - Paul Philippot, o restauro arquitetônico no Brasil e o tempo. *Revista Conversaciones*. ISSN: 2395-9479. 1, (2015), pp. 53-64.

LEARNER, Tom – Modern paints. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012. ISBN: 978-0-08-094169-1. pp. 242-251.

LEONARD, Mark et al. – Development of a new material for retouching. *Studies in Conservation*. 45, 1, (2000), pp. 111-113. DOI: 10.1179/sic.2000.45.Supplement-1.111

LÓPEZ, Fernando *et al.* - Fast surface grading using color statistics in the CIE Lab Space. *Lecture Notes in Computer Science*. 1, (2005), pp. 666–673. DOI: 10.1007/11492542_81

MACEDO, Manuel de – *Restauração de quadros e gravuras*. Lisboa: Ed. David Corazzi, 1885.

MACEDO, Manuel de - *Desenho e Pintura*. Lisboa: Companhia Nacional Editora, 1898.

MACK, Abigail *et al.* - *How paints formulated for military assets may save outdoor painted sculptures*. The GCI Newsletter, 31, 2 (2016). pp. 10-12.

MANSO, M.; CARVALHO, M. - Elemental identification of document paper by X-ray fluorescence spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 22, (2007), pp. 164–170. DOI: 10.1039/b608361g

MARUCCI, G. *et al.* - Raman spectroscopic library of medieval pigments collected with five different wavelengths for investigation of illuminated manuscripts. *The Royal Society of Chemistry*. 10, (2018), p. 1219-1236. DOI: 10.1039/c8ay00016f

MASSCHELEIN-KLEINER, Liliane - *Los solventes*. Santiago: Centro Nacional de Conservación y Restauración, 2004. ISBN 956-244-166-0

MAYER, Ralph - *The artist's handbook of materials and techniques*. Nova Iorque: Viking Press, 1991. ISBN 9780670837014

MECKLENBURG, Marion - *The structure of canvas supported paintings*. Valencia: Preprints of the International Conference on Painting Conservation, 2005. pp. 119-155.

MELO, Gonçalo – *Optimização e desenvolvimento de processos numa empresa produtora de carbonato de cálcio*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2010. Projeto de Mestrado.

MERRIFIELD, Mary - *The art of fresco painting*. Londres: Alec Tiranti Ltd., 1952.

MILLS, John S.; WHITE, Raymond – *The organic chemistry of museum objects*. Londres: The National Gallery, 1987, p. 41. ISBN 0-408-11810-5

MOTTA, Edson - *Iniciação à Pintura*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira Editora, 1976.

MUÑOZ-VIÑAS, Salvador - *Contemporary Theory of Conservation*. Oxford: Elsevier, 2005. ISBN 0 7506 6224 7

MUÑOZ-VIÑAS, Salvador - *Teoría Contemporánea de la Restauración*. Madrid: Editorial Síntesis, 2010. ISBN M-37794-2010

MUIR, Kim - Approaches to the reintegration of paint loss: theory and practice in the conservation of easel paintings. *Reviews in conservation*. 10, (2009), 19-28.

MULCARE, Daniel *et al.* - Suitability of a mobile phone colorimeter application for use as an objective aid when matching skin color during the fabrication of a maxillofacial prosthesis. *Journal of Prosthodontics*. 0, (2018), 1–10. DOI: 10.1111/jopr.12955

NADOLNY, Jilleen – History of visual compensation for paintings. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012. ISBN: 9780080941691. pp. 573-585.

NICOLAUS, Knut – *Manual de restauración de cuadros*. Colonia: Konemann, 1999.

OTERO, Vanessa *et al.* - Barium, zinc and strontium yellows in late 19th–early 20th century oil paintings. *Heritage Science*. 5, 46 (2017). DOI 10.1186/s40494-017-0160-3

PAMPLONA, Fernando - *Da Academia de Belas-Artes de D. Maria II e Passos Manuel (1836) à Academia Real de Belas-Artes (1862) e à Academia Nacional de Belas-Artes (1932)*. In *Revista e Boletim da Academia Nacional de Belas-Artes*. Lisboa. 3ª série, nº 4-6 (1983-1984), pp. 45-46.

PICOLLO, Marcello *et al.* - Modern white pigments: their identification by means of noninvasive ultraviolet, visible, and infrared fiber optic reflectance spectroscopy. In LEARNER, Thomas *et al.*, eds. – *Modern paints uncovered – Tate Modern Symposium*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2006, pp. 118-128. ISBN 978-0-89236-906-5.

POLERÓ, Vicente - *Tratado de la pintura en general*. Madrid: Cuesta. 1886.

PROYECTO COREMANS. *Criterios de intervención em pintura de caballete*. Madrid: Ministerio de Cultura e Deporte, 2018.

PRONTI, Lucilla *et al.* - Spectral behavior of white pigment mixtures using reflectance, ultraviolet-fluorescence spectroscopy, and multispectral imaging. *Applied Spectroscopy*. 71, 12 (2017), 2616-2625. DOI: 10.1177/0003702817717969.

RAMOS, Mariana – *O gesso na escultura contemporânea: A história e as técnicas*. Lisboa: Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, 2011. Tese de mestrado em escultura.

RAVA, Antonio – *Conservare l'arte contemporanea*. Milão: Electa. 2005. ISBN 88-370-3000-2.

RIEGL, Aloïs - *El culto moderno a los monumentos*. Madrid: Visor, 1999.

ROTHER, Andrea – Croce e Delizia. In LEONARD, Mark, ed. – *Personal viewpoints: Thoughts about paintings conservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2003. ISBN 0-89236-698-2. pp. 13-26.

RUHEMANN, Helmut – The cleaning of paintings: problems and potentialities. Londres: Faber and Faber, 1968, pp. 258-265.

SAMET, Wendy - The philosophy of aesthetic reintegration: Paintings and painted furniture. In DORGE, V; HOWLETT, F. eds. – *Painted wood: History and conservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1994. ISBN 0-89236-501-3. pp. 412-423.

SOLOMON, Samuel; LENNIE, PETER – The machinery of colour vision. *Nature Reviews Neuroscience*. 8, (2007), pp. 276-286. DOI: 10.1038/nrn2094

SANTOS GÓMEZ, Sonia - *Las preparaciones de yeso en la pintura sobre tabla de la escuela española*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2005. Tese de Doutoramento. ISBN 84-669-2720-4

SAUNDERS, David - Detecting and measuring colour changes in paintings at the National Gallery. In BOOTH, Peter *et al.* - *Appearance, opinion, change: evaluating the look of paintings*. Londres: UK Institute for Conservation, 1990. pp. 68-70. ISBN 1-871656-09-5

SÁNCHEZ ORTIZ, Alicia *et al.* - *Investigación sobre la estabilidad química y óptica de materiales contemporáneos para reintegración cromática*. Cáceres: IV congreso del GEIIC, 2009. pp. 195-206.

SÁNCHEZ ORTIZ, Alicia *et al.* - Evaluación de diferencias de color en tres materiales contemporáneos para la reintegración cromática de bienes culturales. *Óptica pura y aplicada*. 43, (2010), 141-151.

SECCO-SUARDO, Giovanni – *Manuale ragionato per la parte meccanica dell'arte del restauratore dei dipinti*. Milão: Tipografia de Pietro Agnelli, 1866.

SELLA, Nisha *et al.* Use of smartfone as a handy colorimeter. *DU Journal of Undergraduate Research and Innovation*. 3, 2 (2017), 56-63.

SELVASEKARAPANDIAN, S. *et al* - Laser Raman and FTIR studies on Li⁺ interaction in PVAc–LiClO₄ polymer electrolytes. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 65, 5 (2006), pp. 1234-1240. DOI: 10.1016/j.saa.2006.02.026

SEMENZATO, Chiara - *Studio e analisi del degrado di leganti polimerici utilizzati per il ritocco pittorico*. Venezia: Università Ca' Foscari Venezia, 2015. Tese de Mestrado em Conservação e Restauro.

SEVERINI, Leonardo - *An opportunity to reflect on differentiated retouching techniques used in Italy: methods and materials: Problem solving in a private practice context*. Croacia: Postprints RECH 4, 2017. pp. 22-27. ISBN 978-953-6617-42-5

SHEVELL, Steven – *The science of color*. Oxford: Elsevier, 2003. ISBN 0-444-512-519

SILVA, Ana Margarida – *History, materials and techniques of an artist's book: La Légende de Saint Julien l'Hospitalier by Amadeo de Souza-Cardoso*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2017. Dissertação de doutoramento em Conservação e Restauro do Património.

SKORJA, Simona - *Use of colored synthetic fillers: the case of St Nicholas, a baroque painting by Fortunat Bergant*. Croacia: Postprints RECH4, 2017. pp. 121-128. ISBN 978-953-6617-42-5

STUART, Barbara - *Analytical Techniques in Materials Conservation*. West Sussex: John Wiley & sons, 2007. ISBN 978-0-470-01280-2

SUSTIC, Sandra - *Breve manual sobre reintegração cromática*. Porto: Escola Artística e Profissional Árvore, 2015.

TAFT Jr., W. Stanley; MAYER, James - *The Science of Paintings*. Nova Iorque: Springer, 2000. ISBN 0-387-98722-3

TAGLIERI, Giuliana *et al.* - The nano limes in Cultural Heritage conservation: Characterization and analysis of the carbonatation process. *Journal of Cultural Heritage*. 9, (2008), pp. 294-301. DOI: 10.1016/j.culher.2007.10.007

TELLECHEA, Domingo - *BEVA vermiculita: um novo material para nivelamento de lacunas em pinturas*. Rio de Janeiro: Congresso ABRACOR, 1996, pp. 327-331.

TELLECHEA, Domingo - *Pintura en Restauro*. Buenos Aires: Editora Instituto Domingos Tellechea, 1998. ISBN 9788587088017

TORRANO, Adriano – *Teorias de visão em cores e aparências*. Porto Alegre: UFRGS, 2007. Trabalho de conclusão licenciatura em Física.

VAN LOON, Annelies *et al.* - Ageing and deterioration of traditional oil and tempera paints. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012. ISBN: 978-0-08-094169-1. p. 214-241.

VILLARQUIDE, Ana - *La pintura sobre tela I. Historiografía, técnicas y materiais*. San Sebastián: Nerea, 2004. ISBN 84-89569-30-4

VILLARQUIDE, Ana - *La pintura sobre tela II. Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*. San Sebastián: Nerea, 2005. ISBN 84-89569-50-9

VON DER GOLTZ, Michael *et al* - Consolidation of flaking paint and ground. In STONER, Joyce; RUSHFIELD, Rebecca, eds. – *The conservation of easel paintings*. Nova Iorque: Routledge, 2012. ISBN: 978-0-08-094169-1. pp. 369-383.

VUGA, Martina - *Filling and colour reintegration in a single step*. Croacia: Postprints RECH4, 2017. 98-105. ISBN 978-953-6617-42-5

WESS, Tim - Smartphone citizen science: Can a conservation hypothesis be tested using non specialist technology? *Heritage Science*. 5, 1 (2017), 35-46.

WHARTON, Glenn - The challenges of conserving contemporary art. In ALTSHULER, Bruce, ed. - *Collecting the New: Museums and Contemporary Art*. Princeton: Princeton University Press, 2006, pp. 164-178.

WIIK, A. Svein – Perception Psychology in Re-integration Processes. In BROWN, A. Jean E., ed. – *The Postprints of the Image Re-integration Conference*. 15-17 September 2003. Inglaterra: Northumbria University Press, 2003, pp. 99,10

Páginas de internet consultadas

Artis Creation. *The Color of Art Site Map - Pigments, Paints and Formulas*. [Acesso em 25/11/2020]. Disponível em <http://www.artiscreation.com/>

Brucker Instruments - *How does X-Ray Fluorescence (XRF) works?* [Acesso em 27/03/2020]. Disponível em <https://www.bruker.com/products/x-ray-diffraction-and-elemental-analysis/x-ray-fluorescence/what-is-xrf.html>

Bruker Instruments - *M4 Tornado*. [Acesso em 13/06/2021]. Disponível em <https://www.bruker.com/pt/products-and-solutions/elemental-analyzers/micro-xrf-spectrometers/m4-tornado.html>

Brummer - *Wood filling paste*. [Acesso em 14/05/2020]. Disponível em <https://www.rustins.ltd/brummer>

Celanese – *Mowilith DS 5/2*. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em https://www.celanese.com/-/media/Emulsion-Polymers/Files/Technical-Data-Sheets/Mowilith_DS_5_2.pdf

CHS Opensource - *Reflectance Spectroscopy (FORS)*. Italia. [Acesso em 28/03/2020]. Disponível em <https://chsopensource.org/category/spectroscopy/fors-fiber-optics-reflectance-spectroscopy/>

CHS Opensource - *Measuring degradation to Sun exposure*. Italia. [Acesso em 04/05/2020]. Disponível em <https://chsopensource.org/gorgias-for-paper-conservation/>

Ciarte – A Ciência e a Arte - *Tratados antigos: pintura*. Portugal. [Acesso em 10/04/2020]. Disponível em <http://www.ciarte.pt/tratados/temas.html>

Colourlex - *Pigments by colour*. [Acesso em 18/03/2020]. Disponível em <https://colourlex.com/pigments/pigments-colour/>

CTS Europe. [Acesso em 20/07/2020]. Disponível em <https://www.ctseurope.com/en/scheda-prodotto.php?id=2750#>

CTS España. Disolventes de baja toxicidad. [Acesso em 05/07/2021]. Disponível em <https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/3.1disolventes2016/relaciones-brochure/disolventesatoxicos.pdf>

Gamblin. Pigmented wax resin. [Acesso em 10/04/2021]. Disponível em <https://conservationcolors.com/pigmented-wax-resin/>

ICOM - *Codes of National or Regional Museums Associations*. [Acesso em 11/05/2020]. Disponível em http://archives.icom.museum/other-codes_eng.html
Inart - *Gesso*. [Acesso em 27/12/2020]. <https://www.inartsupplies.com/gesso>

IFAC – Institute of Applied Physics Nello Carrara - *FORS Database for Pictorial Materials*. Italia. [Acesso em 27/04/2020]. Disponível em <http://fors.ifac.cnr.it/index.php>

Konica Minolta – Gloss Meters. EUA. [Acesso em 20/06/2021]. Disponível em <https://sensing.konicaminolta.us/br/technologies/gloss-meters/>

Konica Minolta - *Identifying Color Differences Using Lab*. EUA. [Acesso em 26/04/20202]. Disponível em <https://sensing.konicaminolta.us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/>

Kremer Pigmente – *Calcium Carbonate*. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/58490_SDS.pdf

Kvv Creates - *Spectrophotometer introduction*. EUA. [Acesso em 10/04/2020]. Disponível em <https://kvvcreates.com/spectrometer-introduction-tear-down-and-data-analysis-for-plant-phenotyping/>

Maimeri. *Restauro Varnish Colors*. [Acesso em 30/12/2020]. Disponível em <https://www.maimeri.it/en/products/restauro-and-pigments/restauro>

Pantone - *How do we see color? An introduction to color and the human eye*. EUA. [Acesso em 28/05/2020]. Disponível em <https://www.pantone.com/color-intelligence/articles/technical/how-do-we-see-color>

Pigments through the ages. [Acesso em 15/03/2020]. Disponível em <http://www.webexhibits.org/pigments/>

Polycell - *Polyfilla Ready Mixed*. [Acesso em 14/05/2020]. Disponível em <https://www.polycell.co.uk/product/polycell-multi-purpose-polyfilla-ready-mixed/>

R&C – *Cola de Coelho*. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em <http://www.restaurarconservar.com/Cola-de-coelho>

Royal Talens. *Gouache Ultrafine*. [Acesso em 30/01/2021]. Disponível em <https://www.royaltalens.com/en/brands/talens/gouache-extra-fine/?productCode=0804P>

Sotinco – *Alltek Exterior*. [Acesso em 14/05/2020]. Disponível em <http://www.sotinco.pt/produtos/alltek-exterior>

Synthomer – *Plextol B500*. [Acesso em 27/12/2020]. Disponível em https://www.synthomer.com/pkt/pdf_3.php?ProdId=141&TdsId=48288&template_id=3&ProdBez=PLEXTOL%20B%20500

Universidade Federal do Espírito Santo. Laboratório de Física Experimental - *Grade de Difração*. Brasil. [Acesso em 10/4/2020]. Disponível em http://www.fisica.ufes.br/sites/fisica.ufes.br/files/field/anexo/fis.exp_iv-a5.grade_.de_.difracao.pdf

University of Washington - *Causes of color*. EUA. [Acesso em 10/04/2020]. Disponível em <https://www.washington.edu/doit/causes-color-1>

Winsor & Newton. *Professional watercolor*. [Acesso em 30/12/2020]. Disponível em <https://www.winsornewton.com/na/paint/watercolour/professional-watercolour/>

Anexos

Anexo I – Equipamentos analíticos utilizados: descrição e condições de análise.

Anexo II – Resultados da caracterização do corte estratigráfico

Anexo III – Resultado da caracterização química dos materiais utilizados

Anexo IV – Espectro de refletância do Litopônio

Anexo V – Protocolo de Intervenção

Anexo VI – Tabela de emissão de energias raio X (keV)

Anexo I – Equipamentos analíticos utilizados: descrição e condições de análise.

a. FORS

Neste tipo de equipamento, a luz é direcionada para a amostra através de um feixe de fibras ópticas³⁰⁴, que também tem a função de captar a luz refletida até o detetor do equipamento.



Figura 1 - *Gorgias*, equipamento do tipo FORS³⁰⁵.

O equipamento do tipo FORS que será utilizado neste estudo é o modelo denominado *Gorgias*[®], fabricado pela Cultural Heritage Science Open Source (figura 1). É um equipamento portátil, leve, e de baixo custo, e que opera sem a necessidade de extração de amostra da obra e, portanto, pode ser levado até o local onde a obra se encontra, tal como museus, ateliers de conservação, laboratórios, entre outros, e realizar análises não destrutivas e não invasivas.

Como fonte de luz no espectro visível, o equipamento possui uma lâmpada de halogéneo, com filamento de Tungstênio, que opera em temperatura de cor ao redor de 3.000K, um detetor CCD Toshiba TCD1304DG com 3648 pixels, e cabo de fibra óptica com 7 feixes de 600micron de espessura cada, sendo 6 para transmissão de luz até a amostra e 1 para retorno até o detetor. A leitura com o FORS foi realizada a 45° de inclinação em ambiente com iluminação reduzida, para evitar a influência da luz solar ou luz artificial do ambiente. Quando a luz refletida regressa ao equipamento, a placa registadora e o *software* transformam a informação eletrônica em uma informação gráfica visível, o espectro.

A leitura com o equipamento foi realizada com o feixe de fibra óptica posicionado a 45° de inclinação com a superfície da obra, com fins de evitar ao máximo possível os ruídos

³⁰⁴ Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 246.

³⁰⁵ Fonte: CHS Opensource - Reflectance Spectroscopy (FORS). Italia. [Acesso em 28/03/2020]. Disponível em <https://chsopensource.org/category/spectroscopy/fors-fiber-optics-reflectance-spectroscopy/>

de leitura causado por reflexão especular³⁰⁶. Também, a leitura foi realizada em ambiente com iluminação reduzida, para evitar a influência da luz solar ou luz artificial do ambiente.

b. Colorímetro (via aplicação em telemóvel)

Neste projeto, utilizaremos um telemóvel³⁰⁷ ASUS modelo Zenfone 5, com câmara de 12 *Megapixel* de resolução, e a aplicação será a *Color Picker*, versão 4.2.1, operando em ambiente *Android 9.0* (exemplo da interface operacional na figura 2).

O *software* realiza a leitura dentro de diversos espaços de cor, porém utilizaremos o modelo CIE Lab. As leituras de colorimetria foram realizadas com iluminação artificial ambiente do tipo LED, com temperatura de cor ao redor de 4.500K. A configuração do balanço de brancos foi do tipo “*day light*”. Para cada amostra foram realizadas 3 leituras e calculada a média das três, para os três parâmetros analisados (L, a, b).

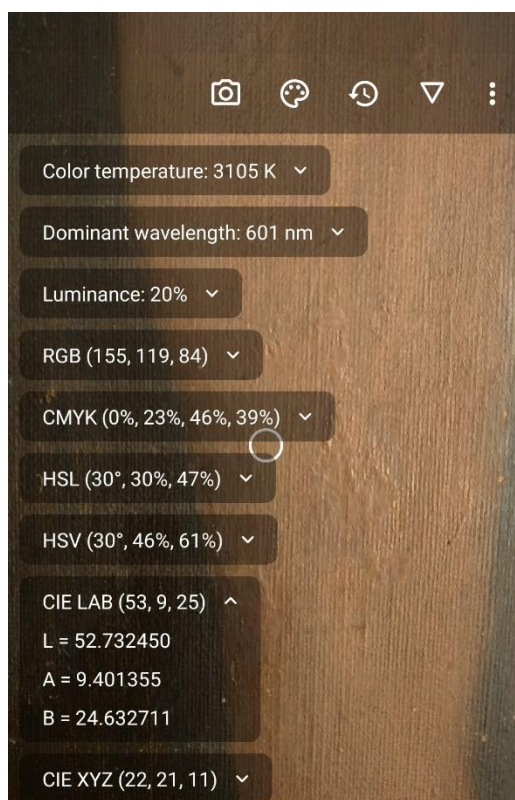


Figura 2 - Exemplo de ecrã da aplicação Color Picker. AX, 2020.

c. Espectrómetro de XRF

Nesse estudo, com este equipamento pretende-se identificar os elementos químicos constituintes das massas a serem formuladas e dos pigmentos que iremos aplicar sobre as

³⁰⁶ Cf. JOHNSTON-FELLER, *op. cit.*, 2001, p. 191.

³⁰⁷ A opção pelo uso de telemóvel se deu pelo disposto nas notas de rodapé 18.

mesmas, de forma a confirmar a informação constante na embalagem dos materiais empregados.

Para cada tinta a ser aplicada, e para cada carga mineral, será recolhida uma alíquota, que servirá para a execução da análise.

O equipamento usado será o Tornado M4 da Bruker (figura 3), que possui as seguintes características: equipado com tubo de raio-X com ânodo de ródio (Rh) e um detetor SDD com cristal de silício (Si) com resolução de 142 eV para a risca Mn-ka. Tubo com policapilar à saída permitindo obter um feixe de raio-X de alta intensidade, com um diâmetro de 25 μm sobre a amostra. Os espectros foram captados com 50 kV de tensão, corrente de 300 μA e pressão de 20 mBar. A aquisição e tratamento dos espectros realizou-se com o software Esprit da Bruker.



Figura 3 - Equipamento Micro XRF Bruker da FCT-NOVA, 2019. Crédito: AX, 2019.

d. Lupa binocular

Observação e registo de imagem realizados através de lupa binocular Leica 205C com ampliação até 160 x e resolução de 1050 lp/mm. A captação de imagens foi efetuada com uma câmara Leica IC80HD, e o processamento das mesmas pelo software Leica Application 4.0

e. Espectrómetro Raman

O equipamento utilizado³⁰⁸ foi o espectrómetro confocal Raman modelo X-Plora da Horiba-Jobin Yvon GmbH (figura 4).

³⁰⁸ Deve se salientar que os estudos bibliográficos já realizados previamente sobre a obra já foram suficiente fonte de informação para o desenvolvimento da metodologia e foi realizada a análise química com esta técnica por já existir uma amostra do corte estratigráfico e por assim, apenas confirmar o já existente na literatura.

Este é equipado com um detetor iDus CCD refrigerado a ar. Os espectros foram obtidos usando um laser de 785nm, um aumento de objetiva de 100x, diâmetro de 300 μ m de furo confocal, fenda de 200 μ m e grade de difração de 1.200 linhas/mm. O software para exibição dos espectros é o LabSpec (V5.78). O equipamento é calibrado com banda Raman de silício de 520.7 cm^{-1} . Os pigmentos foram identificados com a base de dados Horiba Spectral ID database e usando espectros de referência na literatura.

Com este equipamento, foi possível identificar os elementos químicos indicativos dos pigmentos da camada pictórica da obra da Faculdade de Belas-Artes.

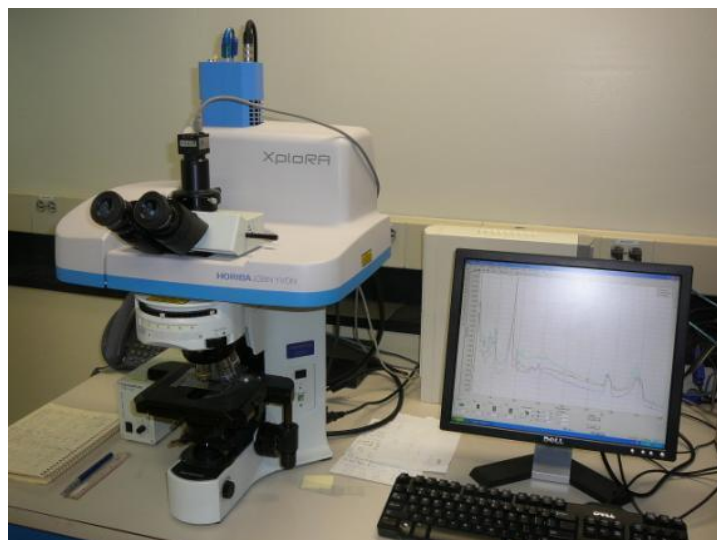


Figura 4 - Micro-Raman da FCT-NOVA, modelo Xplora, da Horiba. Crédito: AX, 2019.

Anexo II – Resultados da caracterização do corte estratigráfico

Abaixo, a fotografia ampliada do corte estratigráfico (figura 1) na escala: 1:200 mm. Pôde-se detetar a presença de duas camadas. A primeira, a camada preparatória [A], e a segunda, a camada pictórica [B].

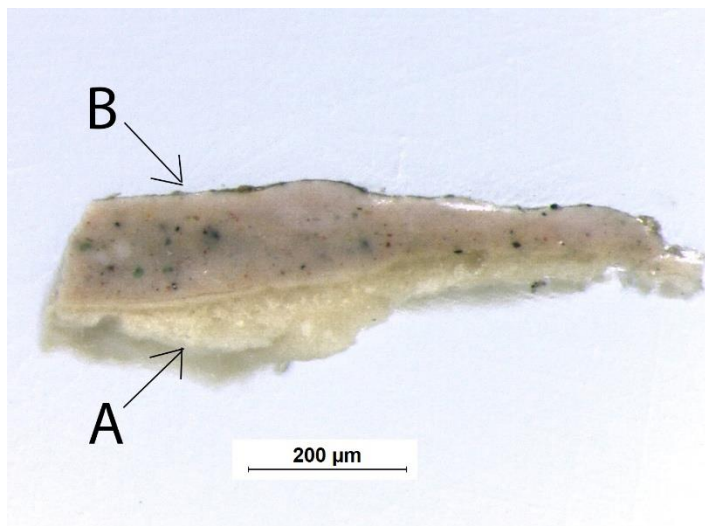


Figura 1 - Corte estratigráfico da carnação realizado na FCT-NOVA

Esta mesma amostra, foi submetida a espectroscopia de micro-Raman. Foram identificados na camada de preparação [A], o Carbonato de Cálcio e o Branco de Chumbo, e na camada pictórica [B], os pigmentos Vermelhão, Branco de Chumbo, Verde Esmeralda e Negro de Fumo.

O equipamento possibilitou a identificação dos pigmentos utilizados pelo artista por comparação dos respectivos espectros com bases de dados na literatura. As análises foram realizadas no Laboratório de Física Atômica e molecular da FCT - Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade NOVA de Lisboa. O espectrómetro XploRA da Horiba-Jobin Yvon GmbH, foi utilizado conforme os parâmetros de análise descritos no Anexo I

A identificação dos pigmentos teve como suporte as tabelas de referência³⁰⁹.

Referências das intensidades relativas: s = Strong (forte), m = medium (médio), w = weak (fraco), v = very (muito), sh = shoulder (ombro), br = broad (amplo).

³⁰⁹ Página de internet da Pigments through the ages. [Acesso em 15/03/2020]. Disponível em <http://www.webexhibits.org/pigments/>

PIGMENTOS IDENTIFICADOS NA CAMADA PICTÓRICA – REGIÃO DE CARNAÇÃO:

- Vermelhão

Picos identificados: 256, 289, 346

Picos característicos segundo a literatura³¹⁰: 252vs, 282w(sh), 343m

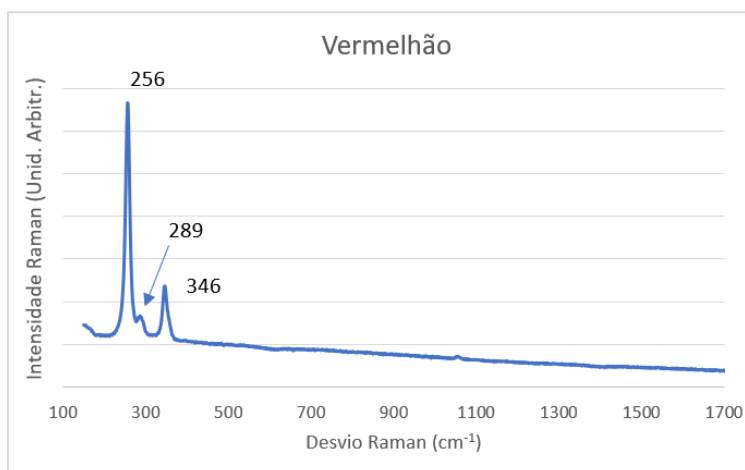


Figura 2 – Espectro Raman do pigmento Vermelhão.

- Branco de Chumbo (também encontrado na camada de preparação)

Pico encontrados: 1054

Literatura³¹¹: 667vw, 665vw, 687vw, 829vw, 1050vs

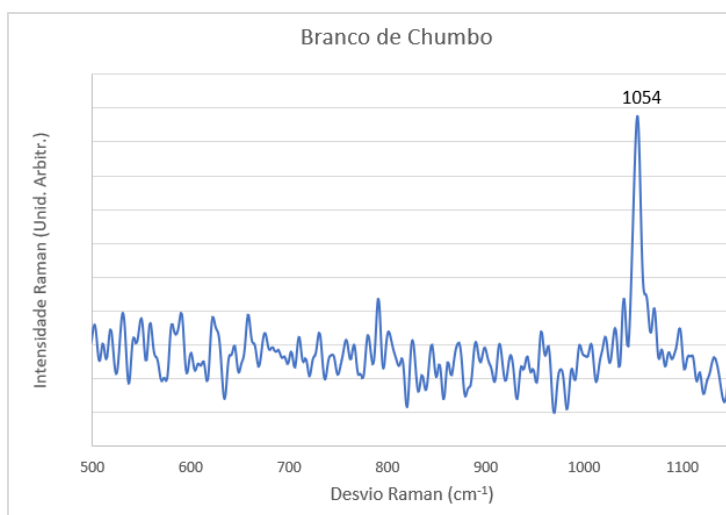


Figura 3 – Espectro Raman do pigmento Branco de Chumbo.

³¹⁰ Página de internet da UCL Chemistry – *Raman Espectroscópica Library*. [Acesso em 20/06/2021]. Disponível em <https://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/>

³¹¹ Cf. Página de internet da UCL Chemistry – *Raman Spectroscopic Library*. [Acesso em 20/06/2021]. Disponível em <https://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/>

- Verde Esmeralda

Picos identificados: 221, 246, 373, 434, 498, 543, 953

Picos característicos segundo a literatura³¹²: 217vs, 243vs, 371m, 429m, 492m, 539m, 951m

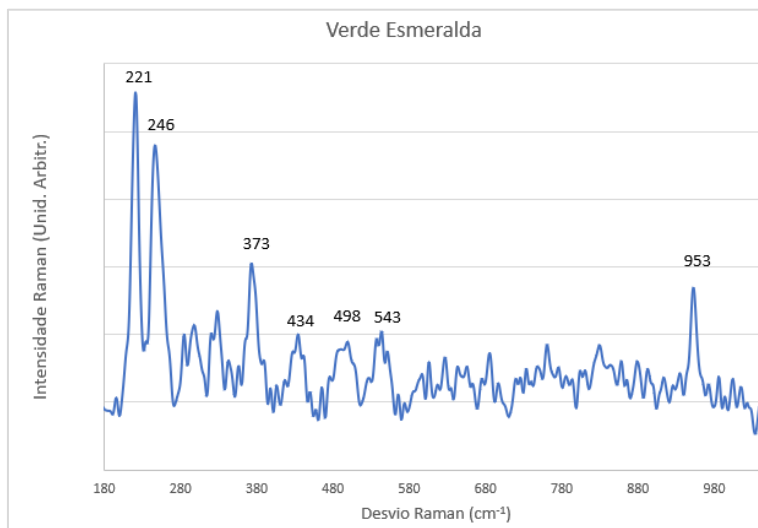


Figura 4 – Espectro Raman do pigmento Verde Esmeralda.

- Negro de Fumo:

Picos encontrados: 1343, 1592

Literatura³¹³: 1348vs(br), 1580vs(br)

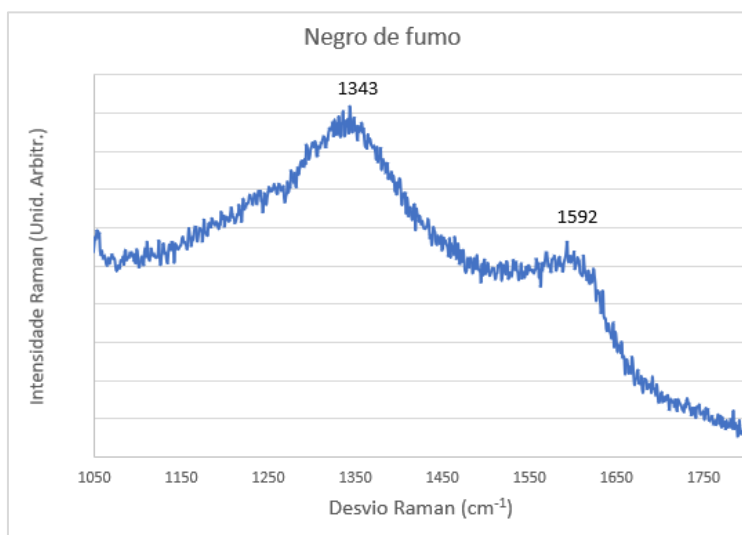


Figura 5 – Espectro Raman do pigmento Negro de Fumo.

³¹² *Ibidem*.

³¹³ Cf. Página de internet da UCL Chemistry – *Raman Spectroscopic Library*. [Acesso em 20/06/2021]. Disponível em <https://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/>

- Pigmento “azul”

Apesar de não ter sido possível sua análise, a micrografia (figura 6) mostra a sua presença:

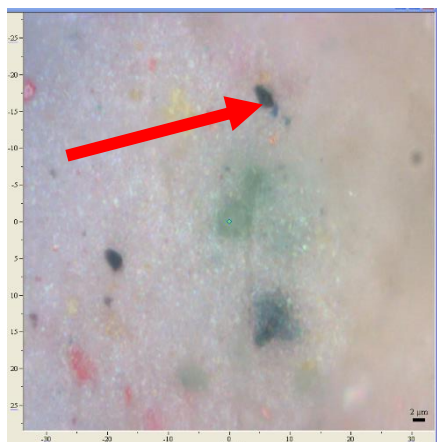


Figura 6 – Micrografia do corte estratigráfico (escala 1:2 μ m) identificando a presença de pigmento azul.

PIGMENTOS E MATERIAIS IDENTIFICADOS NA CAMADA DE PREPARAÇÃO:

- Carbonato de Cálcio:

Picos encontrados: 156, 284, 1089

Literatura³¹⁴: 157vw, 282vw, 1088vs

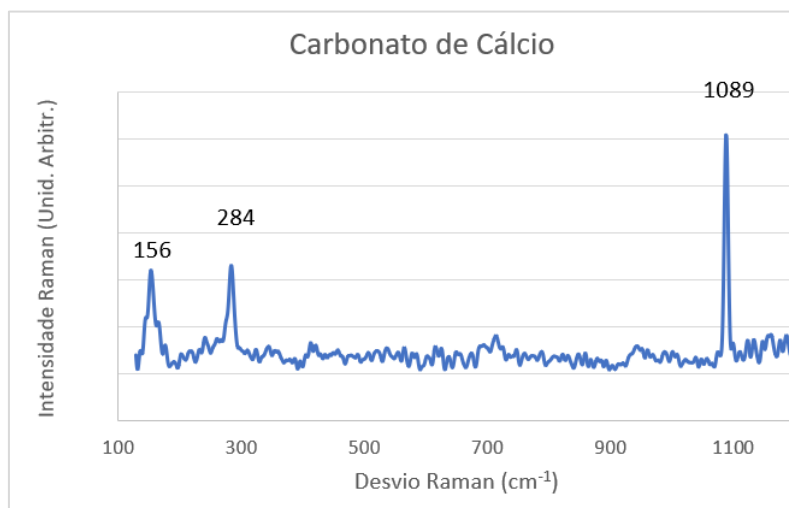


Figura 7 – Espectro Raman do Carbonato de Cálcio.

³¹⁴ Cf. Página de internet da UCL Chemistry – *Raman Spectroscopic Library*. [Acesso em 20/06/2021]. Disponível em <https://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman>

Anexo III – Resultado da caracterização química dos materiais utilizados

Seguem os espectros de fluorescência de raios X, realizado no equipamento Bruker Tornado M4, com as parametrizações descritas no anexo I. Todos os espectros apresentam no eixo vertical as contagens em escala logarítmica base 10 e no eixo horizontal as energias (keV). As referências para as fórmulas químicas dos pigmentos foram buscadas nas bases de dados da Pigment Through the Ages³¹⁵. As referências para os valores dos picos de energia (keV) estão no anexo VI.

Cola de Coelho, marca R&C:

Pela técnica de XRF, não foi possível identificar os elementos da cola de coelho, pois a mesma é um colágeno hidrolisado composto por moléculas cujos átomos são de número atômico abaixo do detetável pela técnica (C, H, O, N). Assim, o espectro apresentou apenas os elementos contaminantes da cola, ou aditivos usados para o uso específico em conservação cujo número atômico é superior ao do sódio.

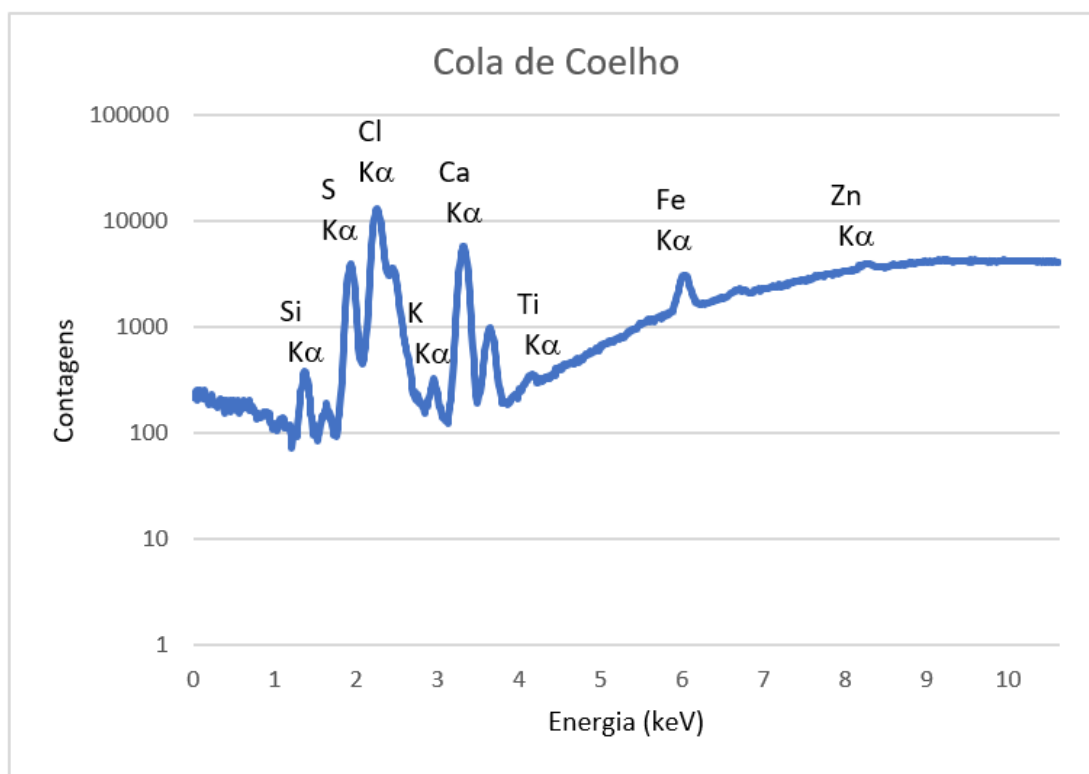


Figura 1 – Espectro de XRF da Cola de coelho.

Carbonato de Cálcio, marca Kremer:

³¹⁵ Pigments through the ages. [Acesso em 15/03/2020]. Disponível em <http://www.webexhibits.org/pigments/>

O espectro indica a presença do elemento Cálcio (Ca), que consta da composição do Carbonato de Cálcio (CaCO_3)

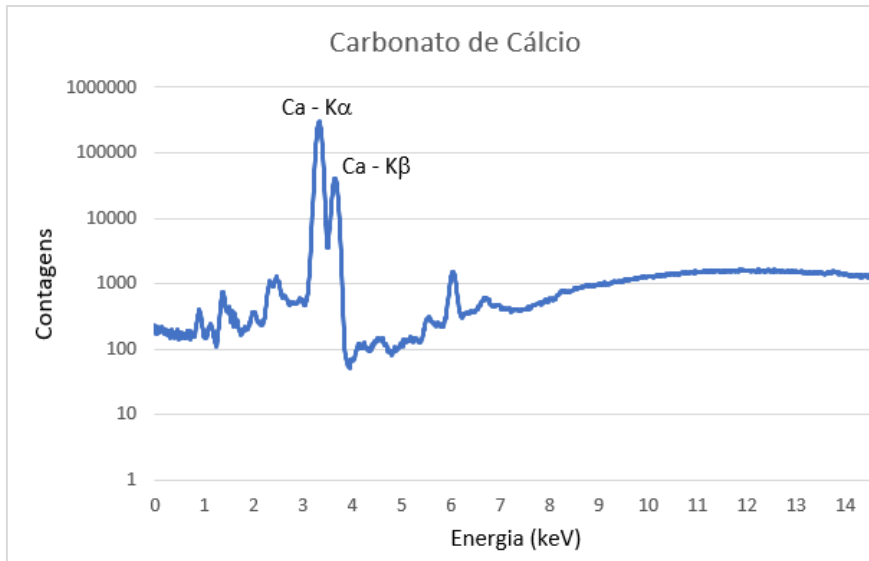


Figura 2 – Espectro de XRF do Carbonato de Cálcio.

Gesso, marca Inart:

O espectro indica a presença dos elementos Cálcio (Ca) e Enxofre (S), que constam da composição do gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

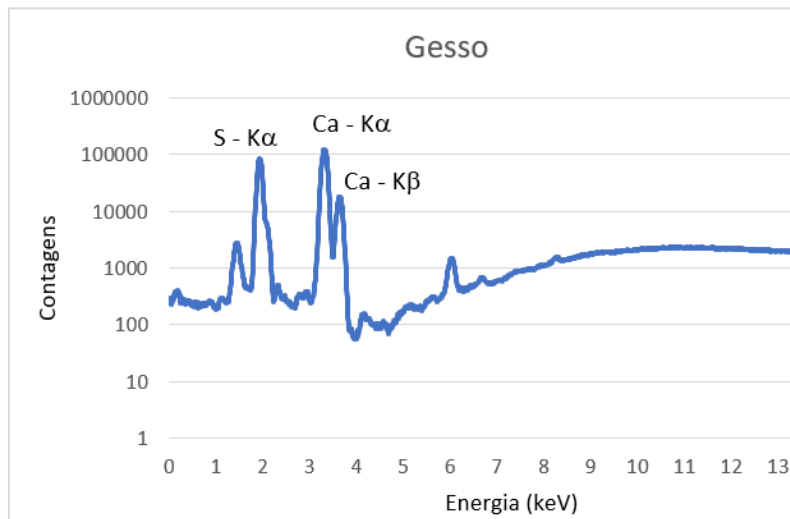


Figura 3 – Espectro XRF do Gesso.

Aquarelas Winsor & Newton:

- Branco de Titânio:

O espectro abaixo comprova a presença do elemento Titânio, que consta da composição do pigmento branco de titânio (TiO_2).

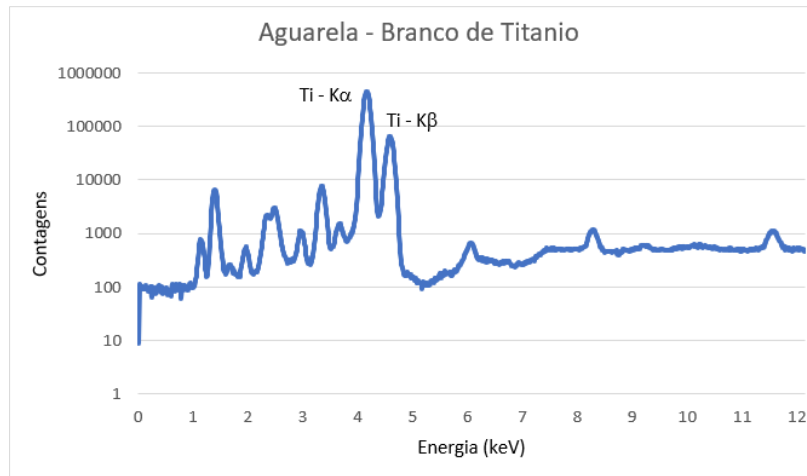


Figura 4 – Espectro XRF do Branco de Titânio.

- Ocre Amarelo:

O espectro comprova a presença do elemento Ferro (Fe), de acordo a fórmula do Ocre Amarelo: FeO(OH) . Os elementos Silica e Cálcio, também detetados, constituem elementos de cargas minerais, também presentes na tinta, provavelmente o Carbonato de Cálcio (CaCO_3) e o Dióxido de Silício (SiO_2).

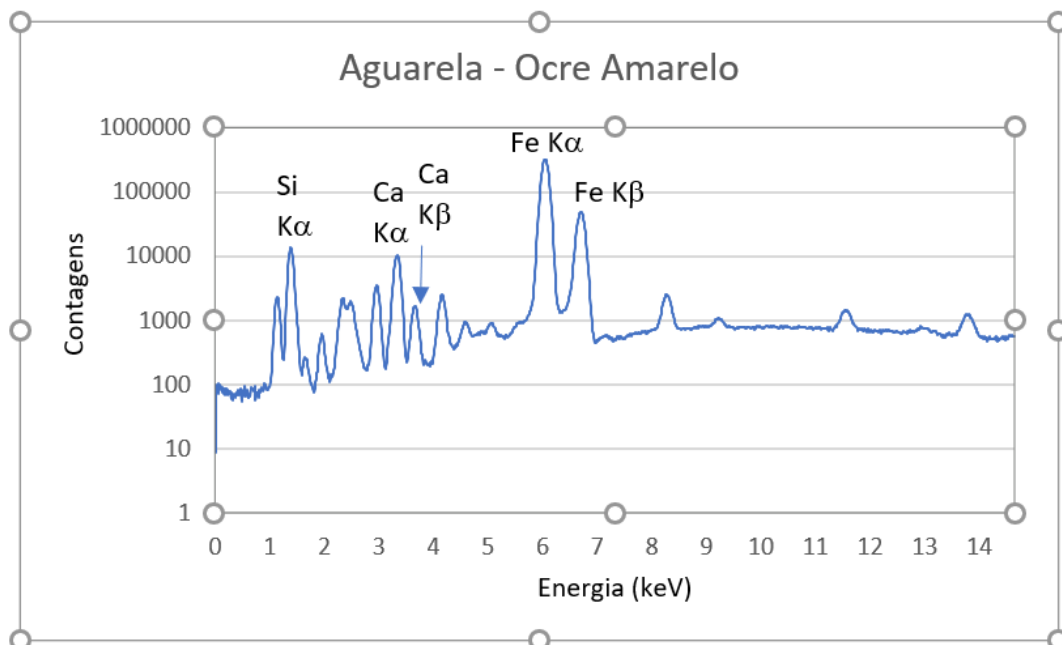


Figura 5 – Espectro XRF do Ocre Amarelo.

- Vermelho Indiano:

O espectro comprova a presença do elemento Ferro (Fe), que consta da composição do Vermelho Indiano: Fe_2O_3 .

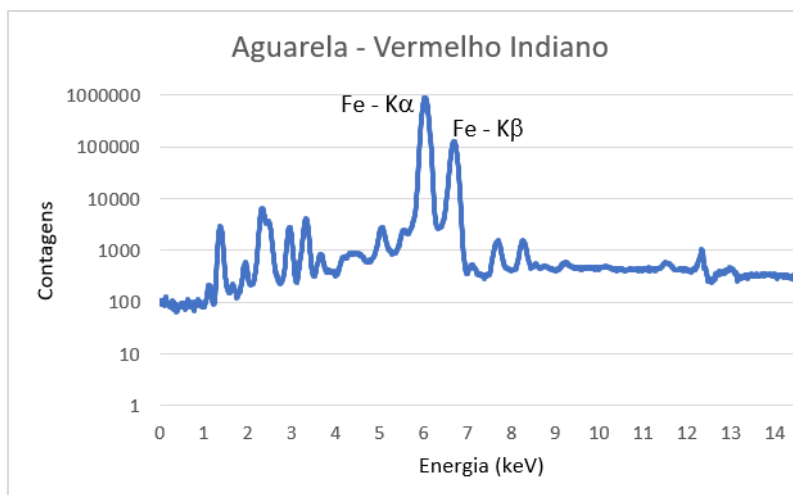


Figura 6 – Espectro XRF do Vermelho Indiano.

- Azul Ultramarino Francês:

O espectro comprova a presença dos elementos indicadores Alumínio (Al), Sílica (Si), Sódio (Na), Enxofre (S), que constam da composição do Azul Ultramarino ($\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$). Outro elemento detetado, o Ferro (Fe), pode estar associado a um aditivo à formulação da tinta, como por exemplo algum outro pigmento azul, tal qual o Azul da Prússia, de acordo a fórmula³¹⁶ $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

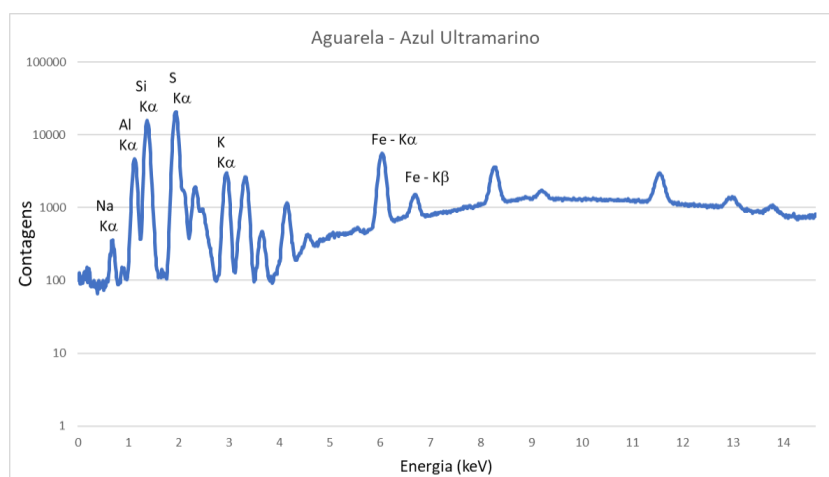


Figura 7 – Espectro XRF do Azul Ultramarino Francês.

³¹⁶ Pigments Through the Ages. Azul da Prússia. [Acesso em 25/07/2021]. Disponível em <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/technical/prussblue.html>

Guache Talens:

- Branco de Titânio:

A presença do elemento Titânio (Ti) comprova tratar-se de uma tinta a base de TiO_2 . Adicionalmente, a presença do elemento Bário (Ba), Zinco (Zn) e Enxofre (S) mostra também a presença do pigmento Litopônio ($\text{BaSO}_4 + \text{ZnS}$), confirmando assim, a tinta ser uma mistura dos dois pigmentos brancos (PW4/PW5).

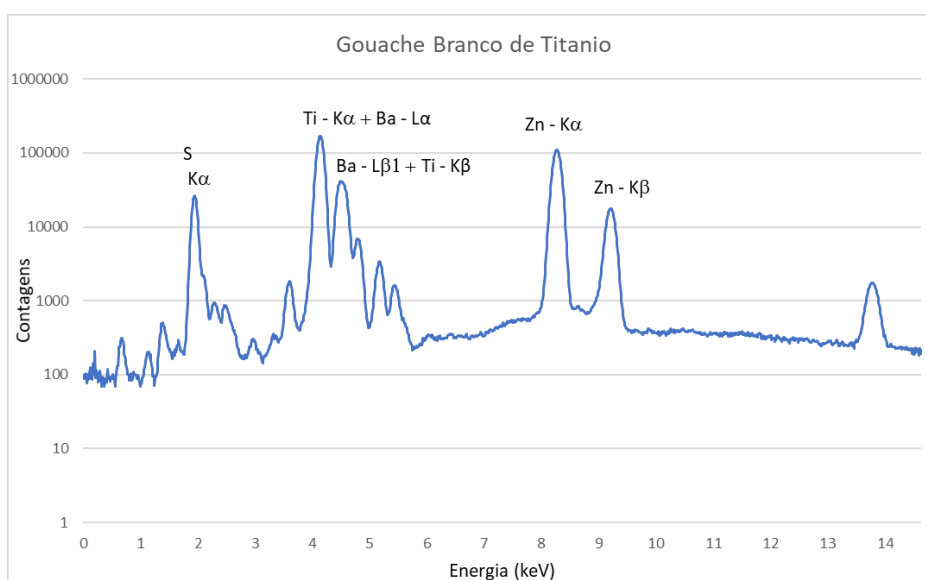


Figura 8 – Espectro de XRF do Branco de Titânio.

- Ocre Amarelo:

O espectro comprova a presença do elemento Ferro (Fe), que conta na composição do Ocre Amarelo: FeO(OH) . A presença do elemento Cálcio (Ca) pode estar associada a presença de uma carga mineral, provavelmente o Carbonato de Cálcio, típico da composição dos guaches³¹⁷.

³¹⁷ Cf. STONER, *op.cit.* 2012, po. 625. Os guaches são compostos, além de um pigmento e um aglutinante, por uma carga mineral inerte, que dá a opacidade a este tipo de tinta, e lhe confere o aspeto *matte*.

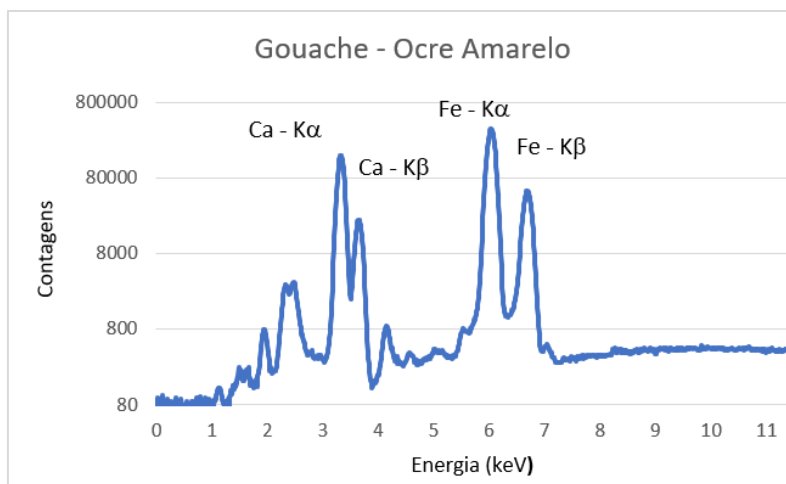


Figura 9 – Espectro XRF do Ocre Amarelo.

- Vermelhão:

Com base ao espectro da amostra, não é possível precisar a composição da tinta. O elemento de maior preponderância em termos de contagens, é o Cálcio (Ca), provavelmente um componente da carga mineral. Porém, o outro elemento detectado, o Ferro (Fe) pode estar associado a alguma fórmula de pigmento vermelho, tal como um óxido, porém a sua participação é muito pequena. Não se trata do Vermelhão tradicional, o cinábrio (HgS), pois não se detectou a presença dos elementos Enxofre (S) ou Mercúrio (Hg). Trata-se de um pigmento imitativo deste tom.

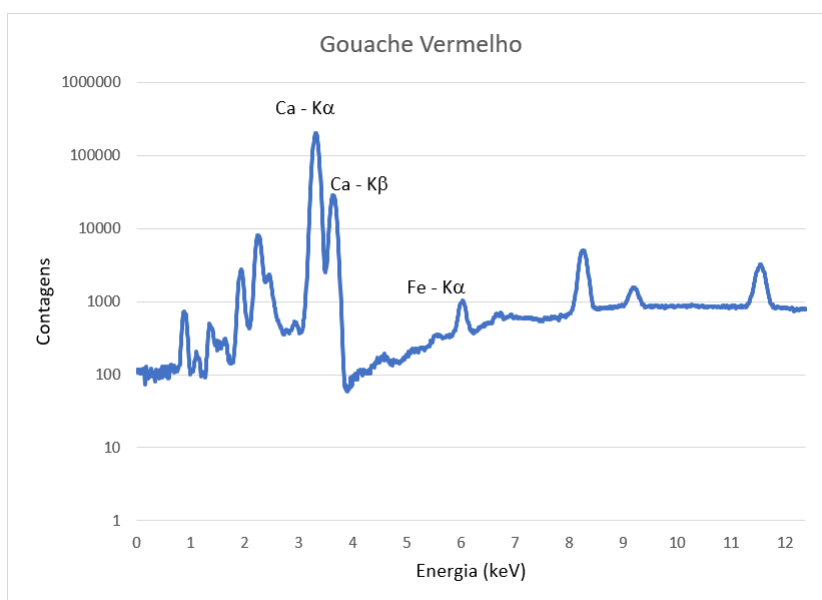


Figura 10 – Espectro XRF do vermelho.

- Azul Ultramarino:

O espectro comprova a presença dos elementos Sódio (Na), Alumínio (Al), Silício (Si) e Enxofre (S) que constam da composição do Azul Ultramarino ($\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$). A presença do elemento Cálcio (Ca) pode estar associada a presença de uma carga mineral, provavelmente o Carbonato de Cálcio (CaCO_3), típico da composição dos guaches³¹⁸.

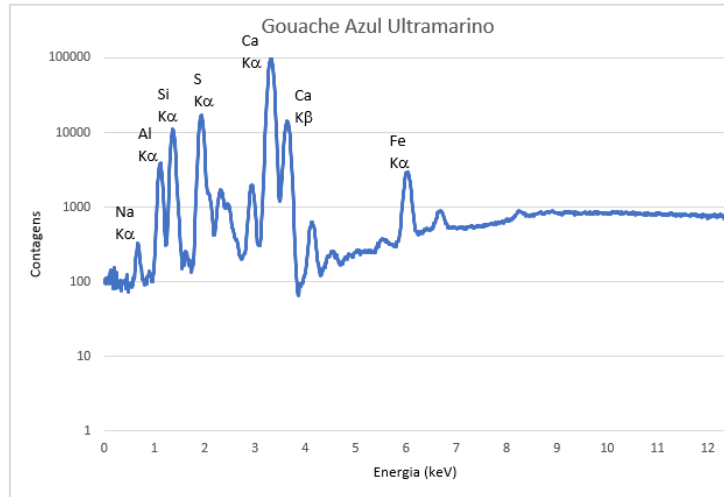


Figura 11 – Espectro XRF do Azul Ultramarino.

Maimeri Restauro:

- Branco de Titânio:

A presença do elemento Titânio (Ti) comprova tratar-se de uma tinta a base de TiO_2 . Porém, a presença do elemento Zinco (Zn) mostra que a tinta é na verdade, uma mistura dos dois pigmentos brancos.

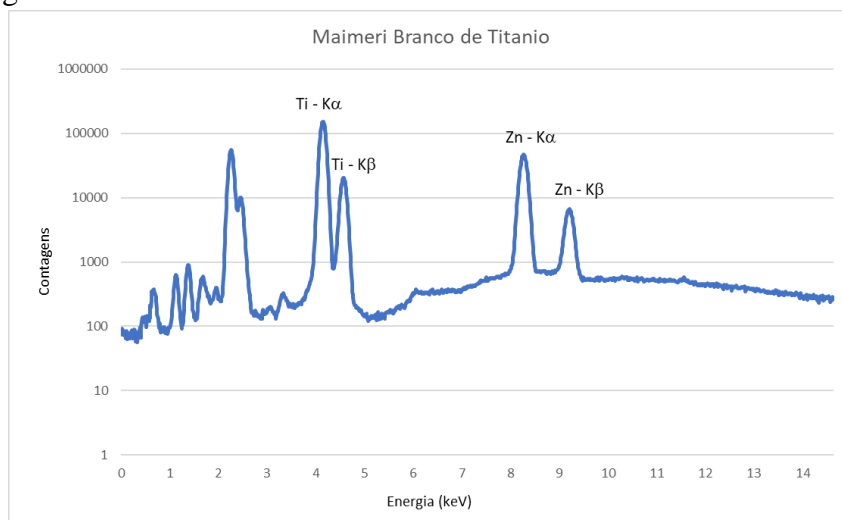


Figura 12 – Espectro XRF do Branco de Titânio.

- Ocre Amarelo:

³¹⁸ *Ibidem.*

O espectro comprova a presença do elemento Ferro (Fe), que consta da composição do Ocre Amarelo(FeO(OH)). Os outros elementos detetados, Silício e Cálcio, podem estar associados a cargas.

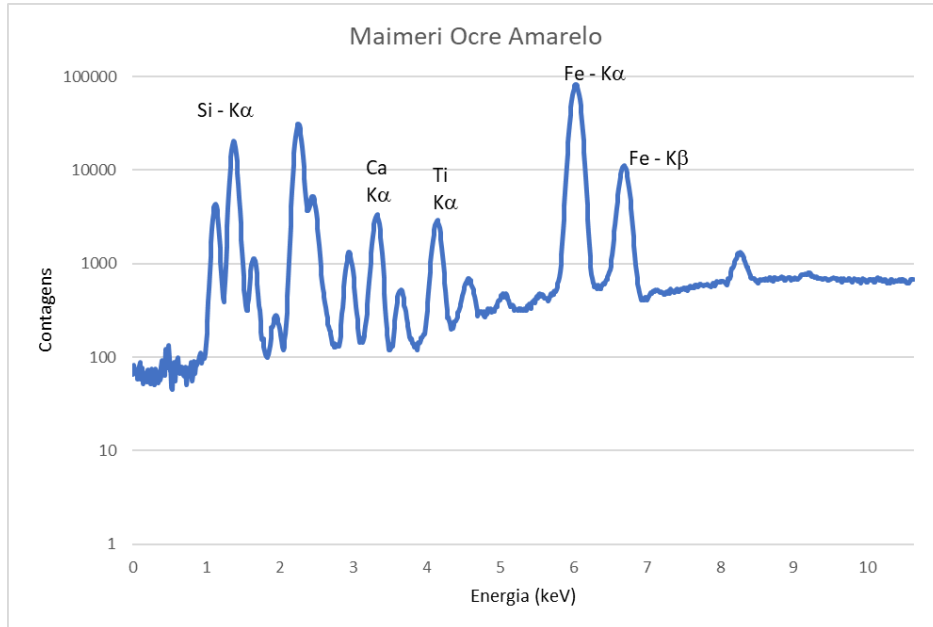


Figura 13 – Espectro XRF do Ocre Amarelo.

- Vermelho de Cádmio Médio:

O espectro detetou a presença dos elementos Enxofre (S), Cádmio (Cd), e Selénio (Se), típicos do Vermelho de Cadmio, tal qual a fórmula: CdS + CdSe.

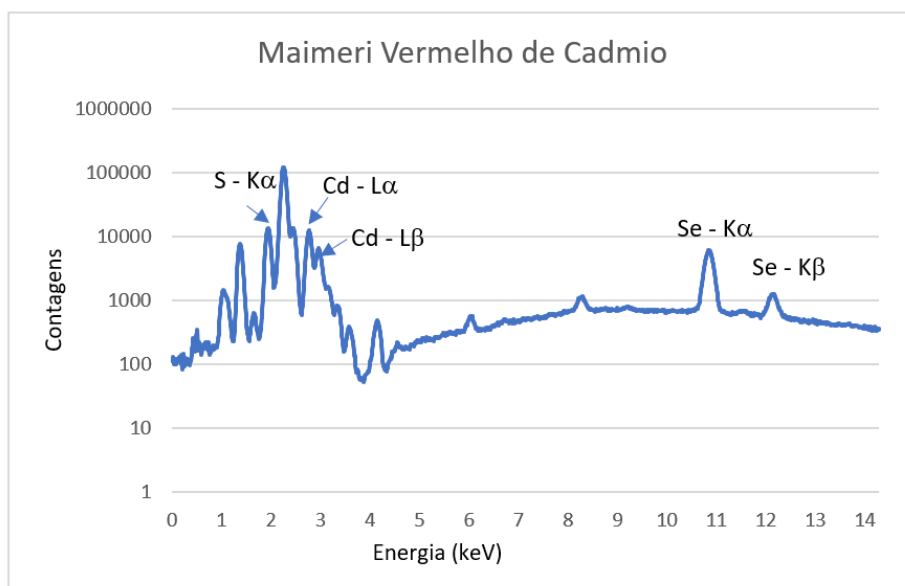


Figura 14 – Espectro XRF do Vermelho de Cádmio.

- Azul Ultramarino:

O espectro comprova a presença dos elementos Sódio (Na), Alumínio (Al), Silício (Si) e Enxofre (S), que constam da composição do Azul Ultramarino ($\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$).

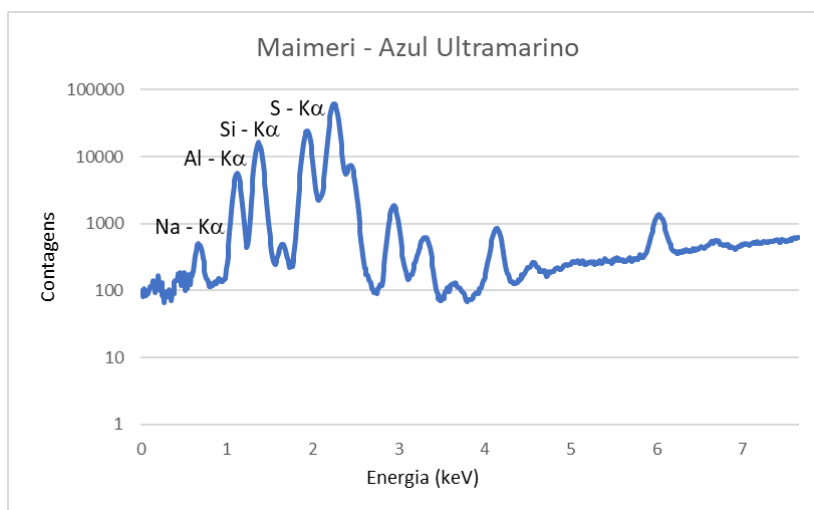


Figura 15 – Espectro XRF do Azul Ultramarino.

Pigmento Terra de Siena Natural:

A técnica confirmou a presença do elemento Ferro (Fe) que consta da composição³¹⁹ do Terra de Siena Natural ($\text{FeO}(\text{OH})$). A presença dos elementos Silício (Si), Cálcio (Ca) e Titânio (Ti) pode estar associada à presença provável das cargas minerais Carbonato de Cálcio (CaCO_3) e o Dióxido de Silício (SiO_2).

³¹⁹ Raw Sienna - Natural Pigments. [Acesso em 09/06/2021]. Disponível em <https://www.naturalpigments.com/italian-raw-sienna-pigment.html>



Figura 16 – Espectro XRF do pigmento Terra de Siena Natural.

Pigmento Terra de Sombra Queimada:

A técnica confirmou a presença dos elementos indicativos Manganês (Mn) e Ferro (Fe), que constam da composição do pigmento Terra de Sombra Queimada $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O}) + \text{MnO}_2 \cdot (n \text{H}_2\text{O}) + \text{Al}_2\text{O}_3$.

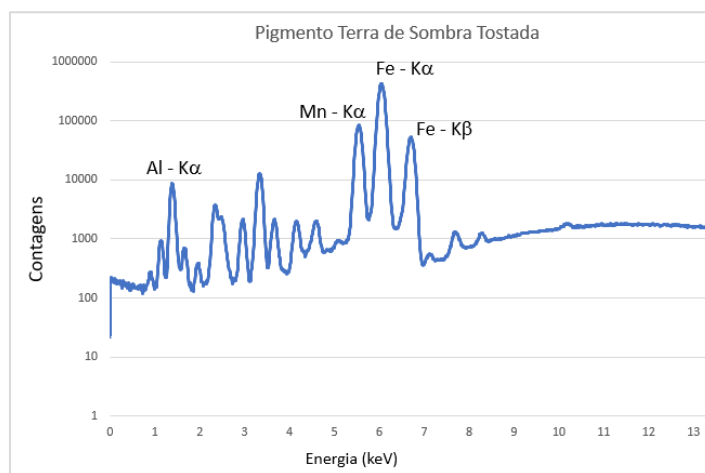


Figura 17 – Espectro XRF do pigmento Terra de Sombra Queimada.

Anexo IV – Espectro de refletância do Litopônio

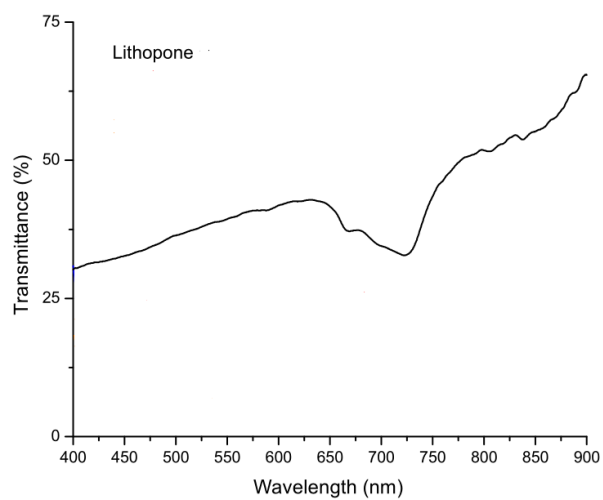


Figura 1 - *Espectro de refletância do Litopônio*³²⁰.

³²⁰ Fonte: adaptado de COSENTINO, *op. cit.*, 2016, p. 42.

Anexo V - Protocolo de Intervenção

1. Objetivos

O protocolo tem por objectivo a aplicação de uma metodologia para a seleção da massa de preenchimento mais apropriada para o acerto da cor, no processo de reintegração cromática, em pintura de cavalete.

A metodologia tem como base o uso de técnicas de refletância de luz visível e colorimetria, com vistas a apoiar a seleção da melhor, da série de massas a serem testadas.

2. Seleção de metodologia

É necessário, de imediato, a opção por uma das duas possíveis metodologias a serem adoptadas para a aplicação do protocolo. A primeira opção, é pela aplicação de uma massa, com o posterior recobrimento por tinta tipicamente utilizada na reintegração cromática. A segunda opção, é a aplicação de uma massa de preenchimento já pigmentada, objetivando a simplificação do processo de reintegração, ou até mesmo, a eliminação da etapa de reintegração cromática.

3. Critérios para seleção dos materiais

A metodologia a ser apresentada no protocolo contempla a testagem de distintas formulações de massas de preenchimento, e para garantir uma boa abrangência nas opções de testagem, é desejável a aplicação de formulações de distintas origens, tais como materiais tradicionais, sintéticos e o uso de massas prontas.

4. Materiais

Independente da metodologia a ser escolhida, os materiais abaixo são comuns para ambas, e devem ser providenciados para a execução do protocolo, sejam ferramentas, equipamentos analíticos e produtos. Na questão dos produtos, nestes estão considerados os aglutinantes, as cargas minerais, os pigmentos e as tintas a serem usadas na conservação e restauro. É importante frisar que os produtos devem estar testados para serem empregues na conservação e restauro, tendo em consideração propriedades como a retratabilidade e compatibilidade química com os materiais constituintes do original, bem como estabilidade a longo prazo.

a. Ferramentas

- Bisturi
- Pincel no.10
- Maquete de ensaio, que tenha em consideração as características do tipo de suporte original, seja rígido ou têxtil.
- Espátulas de diversos tamanhos
- Fita-cola de papel
- Recipientes de mistura

b. Equipamentos analíticos

- FORS – Espectrômetro de refletância por luz visível
- Colorímetro (poderá ser uma aplicação de telemóvel)

c. Produtos

- *Cargas minerais para preparação da massa*

Podem ser testadas cargas comumente utilizadas na conservação e restauro, como por exemplo o Carbonato de Cálcio, o Gesso, ou outra carga com comprovado uso.

- *Aglutinantes para preparação da massa*

Pode ser utilizado um aglutinante de origem tradicional, como por exemplo, cola de coelho ou de peixe. É desaconselhado o uso de materiais já descontinuados, como por exemplo óleos, ceras, ou qualquer material de difícil retratabilidade.

Como material sintético, podem ser utilizados materiais de origem acrílica, vinílica, e preferencialmente emulsões, por possuírem vantagens no processo de dispersão das cargas minerais.

Em adição às massas preparadas pelo conservador, está a adoção de uma opção industrial, pronta, para ser agregada às provas em maquete. Há inúmeras opções disponíveis no mercado, e o importante é que a massa escolhida possua histórico de estudos científicos que atestam seu uso dentro dos critérios mínimos necessários para intervenção em pintura de cavalete.

- *Tintas para reintegração cromática*

Para a metodologia da preparação das massas com posterior reintegração cromática, é necessária a escolha de tintas comumente utilizadas na conservação e restauro. Há inúmeras opções no mercado e o critério de escolha passa pelas características da obra a ser intervencionada, pelo conhecimento e experiência do conservador, relacionado também à sua familiaridade com o uso de determinados materiais, além dos critérios específicos da conservação e restauro, tal como retratabilidade dos materiais, estabilidade a longo prazo e baixa toxicidade ao conservador.

- *Pigmentos em pó*

Para a adoção pela segunda opção, ou seja, pelo preenchimento com uma massa pigmentada, é necessária a mistura da massa com pigmentos em pó, cujas cores são definidas de acordo ao desenvolvimento da metodologia. Porém, é importante que tais pigmentos sejam oriundos de marcas de notável qualidade e tradicional uso na conservação e restauro.

5. Metodologia

5.1 Aplicação de massa recoberta por tinta

A metodologia contempla a recriação da técnica utilizada pelo artista na composição da camada pictórica, em sua composição estratigráfica, e com o uso dos mesmos pigmentos utilizados pelo artista ou alternativos. Portanto, como ponto de partida, é necessário o estudo da composição da camada de preparação e da camada de carnação da obra de arte, objeto da intervenção.

Como estudo, compreende-se o levantamento histórico acerca das técnicas do artista, o que preferencialmente possa incluir informações da própria obra, e é desejável a aplicação de uma técnica analítica para determinar a composição química da camada estratigráfica da carnação.

De posse das informações acerca da composição das camadas da obra, ou seja, conhecendo-se os pigmentos utilizados pelo artista na zona de carnação, bem como os materiais da camada de preparação, têm-se início a preparação da maquete de ensaio.

Uma vez escolhidos os materiais a serem utilizados na preparação das diferentes formulações de massas, de forma que sejam compatíveis aos materiais do original, deve ser criada na maquete de ensaio os espaços suficientes para acomodar as diferentes amostras, tal qual a figura 1 abaixo:



Figura 1 – Maquete de ensaio antes da aplicação das massas.

Devem ser criados tantos compartimentos quanto sejam necessários para a quantidade de formulações de massa a serem provadas.

Igualmente, deve haver suficientes compartimentos para aplicação das massas com as diferentes tintas.

As massas devem ser preparadas e aplicadas com extensômetro, de forma a criar um filme homogêneo e preferencialmente, com a mesma espessura tomada como referência na obra de arte.

Após secagem, retiram-se as fitas-adesivas, tal qual a figura 2 abaixo. É importante que seja marcado em croqui, qual a formulação de cada massa em cada compartimento, de forma a não ocorrer dissociação de informação. Pode-se numerar os compartimentos para facilitar a identificação.



Figura 2 – Remoção das fitas-cola após aplicação das massas.

Sobre estas massas, se aplicam as tintas (figura 3) conforme identificado na análise estratigráfica, ou com as informações oriundas de levantamento bibliográfico, caso esta seja a única fonte de informação possível.

É importante que a aplicação das tintas seja realizada com os mesmos critérios entre as amostras, em pincelada única, com a mesma velocidade, de forma a manter a espessura de camada, garantindo assim, a repetibilidade da aplicação da tinta entre as amostras.



Figura 3 – Recobrimento das massas por tinta para reintegração.

Abaixo está o aspeto da maquete após a aplicação das tintas (figura 4). Como pode se observar, a maquete deve possuir espaço suficiente para acomodar quantas sejam as formulações e as diferentes tintas que se desejam testar.

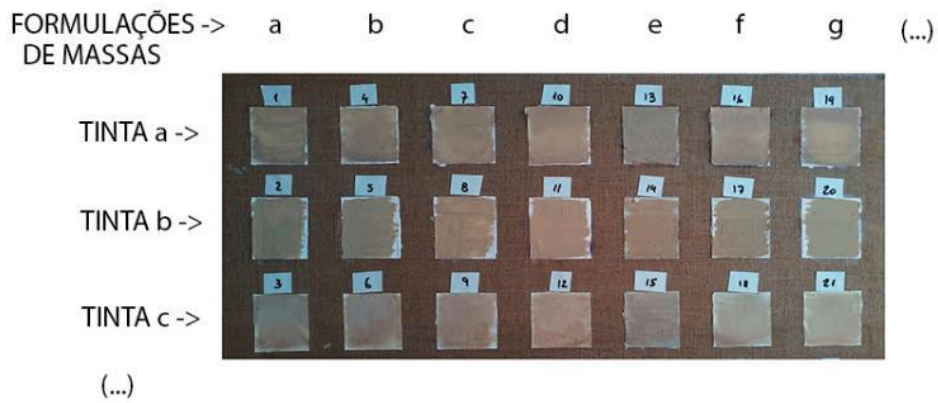


Figura 4 – Aspecto da maquete de ensaio após aplicação das tintas a serem usadas na conservação e restauro.

Com as tintas aplicadas e com as amostras identificadas numericamente, começa o processo de leitura com o FORS (figura 5).

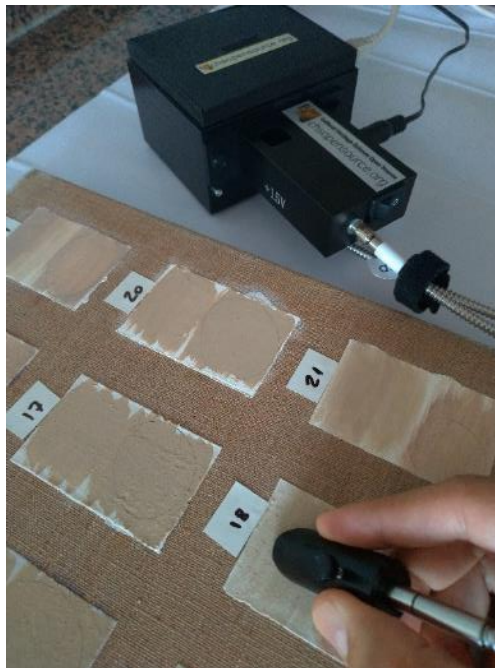


Figura 5 – Leitura de refletância na maquete com o FORS.

Para a leitura, é necessário cumprir com o procedimento de calibração específico do equipamento, e garantir que as condições de iluminação da sala sejam reduzidas, e com as mesmas condições da calibração.

Devem ser capturados os espectros das amostras e salvos em uma pasta devidamente identificada. Também, deve ser feita a leitura da superfície de carnação da obra.

Posteriormente, estes espectros devem ser abertos em um *software* específico para análise de espectros, tendo como sugestão, o *software* Spectragryph. Com os espectros em ecrã, devem ser descartados os que não possuam similitude ao do original da obra, principalmente na região da luz visível, ou seja, entre 380 e 700nm. Também pode ser utilizado como critério,

as regiões próximas da luz visível, ou seja, o UV e o IR próximos, em uma faixa localizada entre 300 e 1000nm, porém a prioridade de análise deve estar centrada na região da luz visível.

Caso uma única curva seja possível de ser escolhida, em função de sua similaridade ao original, pode-se considerar esta, como sendo a amostra escolhida.

É provável que exista não uma, mas um conjunto de amostras semelhantes ao original, e deverão ser lidas com o Colorímetro, no Espaço de cor CIE Lab, de forma a calcularmos o vetor resultante, ΔE , e assim obtermos a leitura exata, em termos de aproximação de cor. A amostra de menor vetor, será a escolhida para a reintegração.

O cálculo do ΔE é realizado pela aplicação da seguinte fórmula:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

Onde L_1 , a_1 , e b_1 , são as informações da obra, e L_2 , a_2 e b_2 são as informações da amostra.

5.2 Aplicação de massas pigmentadas

Esta metodologia contempla a escolha de uma massa pigmentada para o preenchimento de lacuna, de forma que possa minimizar ou até mesmo eliminar a reintegração cromática.

O pigmento, ou uma mistura de pigmentos, terão como base para sua escolha, uma leitura na própria zona de carnação da obra.

O processo tem início na leitura da carnação da obra com o FORS. O *software* do equipamento deve possuir a função de automaticamente fazer a comparação do espectro gerado com uma base de dados, e informar, por aproximação de formato, a qual pigmento o espectro lido se refere.

É esperado que os formatos dos espectros não sejam idênticos, pois geralmente as carnações são compostas por misturas de pigmentos, e o banco de dados não contempla misturas, apenas pigmentos puros. Assim, é necessário realizar algumas provas de mistura de pigmentos, tomando como ponto de partida o pigmento selecionado, e algum outro, de forma a ajustar a curva ao formato da carnação, subindo-se ou reduzindo-se a curva nos pontos necessários para o ajuste.

Por exemplo, se é necessário um incremento no formato da curva espectral a partir da cor amarela, deve-se escolher um pigmento com a tonalidade amarela, de forma que o formato do espectro resultante, após nova leitura com FORS, tenha o efeito desejado.

Esta operação deve ser realizada tantas vezes quanto seja necessário, até a definição dos pigmentos. Uma vez que sejam definidos, é realizada a aplicação dos pigmentos a partir de uma mesma massa, para as oito posições na maquete, variando-se somente, a concentração da mistura dos pigmentos.

É recomendável que neste processo, seja empregado a menor variedade possível de diferentes pigmentos, com vistas a manter a simplicidade no atingimento da cor, e a menor complexidade na preparação da maquete de ensaio, e no procedimento de preenchimento de lacuna.

A massa a ser utilizada, pode ser de uma formulação tradicional, sintética ou industrial, e é importante que seja garantida a sua repetibilidade entre as oito amostras e no futuro, no ato da aplicação na obra de arte.

O aspecto da maquete de ensaio, com a escala de luminosidade, pode ser exemplificado na figura 6 abaixo:



Figura 6 – Maquete com massas pigmentadas já aplicadas.

Após a aplicação das massas, é realizada uma leitura definitiva com o FORS, conforme a figura 7, de forma a confirmar que todos os espectros possuem o mesmo formato, porém com variação de intensidade de refletância, em função da escala de luminosidade.

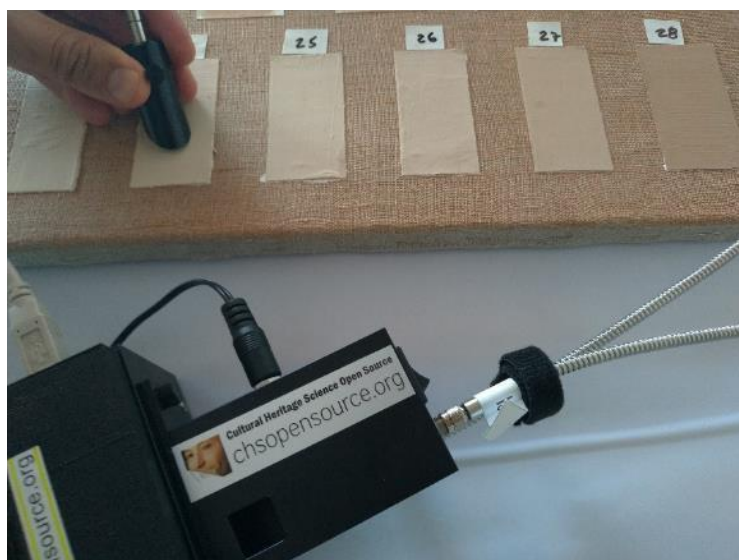


Figura 7 – Leitura de refletância das massas pigmentadas.

Confirmada a semelhança entre os espectros, com diferentes intensidades de refletância, é feita a leitura com o Colorímetro, para identificar a amostra mais semelhante, em função do menor ΔE , comparado a leitura na carnação da pintura a ser intervencionada.

A amostra mais similar ao original, é aquela que apresentar o menor valor de ΔE , e assim, será escolhida para o preenchimento de lacuna.

6. Controlo de Qualidade da reintegração cromática com o uso de FORS

Após selecionada a massa através da metodologia apresentada, e realizada a intervenção na obra, é possível realizar um procedimento de verificação comparativa dos espectros de refletância da área reintegrada com um ponto original da obra vizinho à lacuna.

Para tanto, devem-se realizar as medições de FORS com as mesmas condições de medição (calibração, ângulo de aplicação do feixe, nenhuma iluminação na sala), ou seja, tal e qual os requisitos apresentados para a medição da maquete.

Esta medição tem o benefício de se registrar o resultado do procedimento de forma a confirmar a eficácia da metodologia, e também, iniciar um banco de dados para futuras comparações, com vistas a aferir mudanças cromáticas da lacuna com o passar do tempo.

Anexo VI – Tabela de emissão de energias em raio X (keV)



Table of X-ray Emission Energies [keV]

atomic number	K _α	K _β	L _α	L _{β1}	L _{β2}	L _{β3}	M _α
1 H							
2 He							
3 Li							
4 Be							
5 B							
6 C	0.277						
7 N	0.392						
8 O	0.525						
9 F	0.677						
10 Ne	0.848						
11 Na	1.041	1.067					
12 Mg	1.253	1.295					
13 Al	1.486	1.553					
14 Si	1.739	1.829					
15 P	2.013	2.136					
16 S	2.307	2.464					
17 Cl	2.621	2.815					
18 Ar	2.952	3.190					
19 K	3.312	3.589					
20 Ca	3.690	4.012	0.341	0.345		0.350	
21 Sc	4.086	4.460	0.395	0.400		0.407	
22 Ti	4.508	4.931	0.452	0.456		0.460	
23 V	4.949	5.426	0.511	0.519		0.520	
24 Cr	5.411	5.924	0.573	0.583		0.583	
25 Mn	5.894	6.489	0.637	0.649		0.652	
26 Fe	6.396	7.057	0.705	0.718		0.721	
27 Co	6.924	7.648	0.776	0.791		0.794	
28 Ni	7.471	8.263	0.851	0.869		0.872	
29 Cu	8.040	8.904	0.930	0.950		0.950	
30 Zn	8.630	9.570	1.012	1.034		1.034	
31 Ga	9.241	10.262	1.096	1.125		1.125	
32 Ge	9.874	10.979	1.188	1.218		1.218	
33 As	10.530	11.722	1.282	1.317		1.317	
34 Se	11.207	12.492	1.379	1.419		1.419	
35 Br	11.907	13.287	1.480	1.526		1.526	
36 Kr	12.631	14.107	1.586	1.636		1.636	
37 Rb	13.373	14.956	1.694	1.752		1.752	
38 Sr	14.140	15.829	1.806	1.871		1.871	
39 Y	14.931	16.731	1.922	1.995		1.995	
40 Zr	15.744	17.660	2.042	2.124		2.124	
41 Nb	16.581	18.614	2.166	2.257		2.257	
42 Mo	17.441	19.600	2.293	2.394		2.394	
43 Tc	18.325	20.608	2.424	2.538		2.538	
44 Ru	19.233	21.646	2.558	2.684		2.684	
45 Rh	20.165	22.712	2.696	2.834		2.834	
46 Pd	21.121	23.808	2.838	2.990		2.990	
47 Ag	22.101	24.928	2.984	3.150		3.150	
48 Cd	23.106	26.081	3.133	3.316		3.316	
49 In	24.136	27.260	3.286	3.487		3.487	
50 Sn	25.191	28.467	3.443	3.662		3.662	
51 Sb	26.271	29.706	3.604	3.843		3.843	
52 Te	27.377	30.974	3.769	4.029		4.029	
53 I	28.508	32.272	3.937	4.220		4.220	
54 Xe	29.666	33.599	4.109	4.416		4.416	
55 Cs	30.851	34.961	4.286	4.619		4.619	
56 Ba	32.082	36.354	4.465	4.827		4.827	
57 La	33.299	37.771	4.650	5.041		5.041	
58 Ce	34.566	39.223	4.839	5.261		5.261	
59 Pr	35.890	40.711	5.033	5.488		5.488	
60 Nd	37.182	42.231	5.229	5.721		5.721	
61 Pm	38.532	43.783	5.432	5.960		5.960	
62 Sm	39.911	45.366	5.635	6.204		6.204	
63 Eu	41.320	46.987	5.845	6.455		6.455	
64 Gd	42.757	48.642	6.056	6.712		6.712	
65 Tb	44.226	50.325	6.272	6.977		6.977	
66 Dy	45.724	52.056	6.494	7.246		7.246	
67 Ho	47.253	53.813	6.719	7.524		7.524	
68 Er	48.813	55.606	6.947	7.809		7.809	
69 Tm	50.406	57.437	7.179	8.100		8.100	
70 Yb	52.030	59.322	7.414	8.400		8.400	
71 Lu	53.687	61.235	7.654	8.708		8.708	
72 Hf	55.382	63.183	7.898	9.021		9.021	
73 Ta	57.098	65.125	8.145	9.342		9.342	
74 W	58.856	67.140	8.396	9.671		9.671	
75 Re	60.648	69.199	8.651	10.008		10.008	
76 Os	62.477	71.298	8.910	10.354		10.354	
77 Ir	64.339	73.438	9.174	10.706		10.706	
78 Pt	66.241	75.618	9.441	11.069		11.069	
79 Au	68.177	77.840	9.712	11.440		11.440	
80 Hg	70.154	80.103	9.987	11.821		11.821	
81 Tl	72.167	82.497	10.267	12.211		12.211	
82 Pb	74.221	84.859	10.550	12.612		12.612	
83 Bi	76.315	87.328	10.837	13.021		13.021	
84 Po	78.452	89.781	11.129	13.445		13.445	
85 At	80.624	92.287	11.425	13.874		13.874	
86 Rn	82.843	94.850	11.725	14.313		14.313	
87 Fr	85.110	97.460	12.029	14.768		14.768	
88 Ra	87.419	100.113	12.336	15.233		15.233	
89 Ac	89.773	102.829	12.650	15.710		15.710	
90 Th	92.174	105.591	12.967	16.199		16.199	
91 Pa	94.627	108.409	13.288	16.699		16.699	
92 U	97.131	111.281	13.612	17.217		17.217	
93 Np	99.687	114.225	13.942	17.747		17.747	
94 Pu	101.857	116.943	14.276	18.291		18.291	
95 Am	104.431	120.350	14.615	18.849		18.849	
96 Cm	107.139	122.733	14.953	19.399		19.399	
97 Bk	109.991	126.490	15.304	19.961		19.961	
98 Cf	112.999	127.794	15.652	20.537		20.537	
99 Cf							
100 Fm							
101 Md							
102 No							
103 Lr							
104 Rf							
105 Db							
106 Sg							
107 Bh							
108 Hs							
109 Mt							
110 Ds							
111 Rg							
112 Cn							
113 Nh							
114 Fl							
115 Lv							
116 Ts							
117 Og							
118 Uu							
119 Uub							
120 Uuq							
121 Uuq							
122 Uuq							
123 Uuq							
124 Uuq							
125 Uuq							
126 Uuq							
127 Uuq							
128 Uuq							
129 Uuq							
130 Uuq							
131 Uuq							
132 Uuq							
133 Uuq							
134 Uuq							
135 Uuq							
136 Uuq							
137 Uuq							
138 Uuq							
139 Uuq							
140 Uuq							
141 Uuq							
142 Uuq							
143 Uuq							
144 Uuq							
145 Uuq							
146 Uuq							
147 Uuq							
148 Uuq							
149 Uuq							
150 Uuq							