

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 19 • 2012

ACTAS DO IX CONGRESSO IBÉRICO DE ARQUEOMETRIA
(Lisboa, 2011)



Editores Científicos: M. Isabel Dias e João Luís Cardoso

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO / INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR
SOCIEDAD DE ARQUEOMETRÍA APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL
CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS

2012

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 19 • 2012 ISSN: 0872-6086

EDITORES CIENTÍFICOS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso
DESENHO E FOTOGRAFIA – Autores ou fontes assinaladas
CORRESPONDÊNCIA – Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras
Fábrica da Pólvora de Barcarena
Estrada das Fontainhas
2745-615 BARCARENA

Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos Autores.

*Aceita-se permuta
On prie l'échange
Exchange wanted
Tauschverkehr erwünscht*

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E

REVISÃO DE PROVAS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso

PAGINAÇÃO – M. Fernandes

IMPRESSÃO E ACABAMENTO – Grificamares, Lda. - Amares - Tel. 253 992 735

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

APRESENTAÇÃO

A Nona Edição do Congresso Ibérico de Arqueometria (CIA IX) decorreu em Lisboa de 26 a 28 de Outubro de 2011 nas instalações da Fundação Calouste Gulbenkian. A proposta e compromisso da organização deste evento foi feita pelo Grupo de Geoquímica Aplicada & Luminescência no Património Cultural (GeoLuC) (IST/ITN), dois anos antes na Assembleia Geral da Sociedad de Arqueometría Aplicada al Patrimonio Cultural (SAPaC), e foi aceite por unanimidade.

Com esta decisão, a SAPaC consolida uma linha de actuação, cujo objectivo é difundir e fomentar a colaboração entre os grupos de investigação arqueométrica que trabalham na Península Ibérica. Este objectivo viu-se reforçado e reflectido na composição dos novos órgãos sociais dirigentes da SAPaC, eleita durante a celebração do IX Congresso em Lisboa, que incorpora deste então investigadores portugueses e espanhóis, sendo presidida pela Doutora M. Isabel Dias (IST/ITN, Portugal).

As Actas que aqui se apresentam são uma prova tangível da via integradora desta IX edição do Congresso, verificando-se existir equilíbrio numérico entre os trabalhos apresentados por grupos de investigação portugueses e espanhóis, evidenciando-se mesmo um incremento de projectos em que participam conjuntamente investigadores dos dois países, mostrando o grande interesse que desperta a Arqueometria, em si mesma de natureza interdisciplinar, e os objectivos comuns partilhados pela comunidade científica ibérica.

Definitivamente, este Congresso constituiu um ponto de encontro dos investigadores da disciplina, tendo contribuído para a troca de experiências e o aprofundar de conhecimentos nas diversas metodologias e técnicas aplicadas à caracterização do nosso património histórico e cultural.

A publicação dos trabalhos do CIA IX nos *Estudos Arqueológicos de Oeiras* (EAO), órgão científico do Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras, constituiu uma oportunidade única e vantajosa para ambas as partes, já que esta inédita parceria entre uma entidade vocacionada para a investigação e uma Câmara Municipal permitiu uma sinergia de interesses quanto aos custos da publicação deste número e a sua adequada distribuição nacional e internacional. A escolha de uma revista periódica constituiu sem dúvida, a melhor opção, para a garantia de uma divulgação adequada. E a revista sobre a qual recaiu a escolha, prontamente homologada pelo Senhor Presidente da Câmara Municipal de Oeiras, Dr. Isaltino Morais, responde sem dúvida àquele requisito: além de constituir uma referência no panorama editorial nacional em matéria de publicações arqueológicas, com 18 números publicados desde 1991, mantém permuta com cerca de 200 revistas periódicas especializadas, todas de

Arqueologia e Património Arqueológico, especialmente de Espanha, França, Itália, Alemanha, Polónia, Reino Unido, Mónaco e Marrocos, para além de Portugal, incluindo as publicações mais importantes produzidas naqueles países.

Esperamos, deste modo, com a publicação deste volume, ir ao encontro dos interesses de todos os participantes do CIA IX, de todos os que contribuíram com os seus trabalhos para a excelente qualidade deste volume, dos interesses dos associados da SAPaC, dos munícipes de Oeiras, e da comunidade científica nacional e internacional no domínio da arqueometria e da arqueologia.

Pela Comissão organizadora do CIA IX, Presidência da SAPaC
e comissão editorial deste volume dos Estudos Arqueológicos de Oeiras,

M. ISABEL DIAS

(Instituto Superior Técnico/Instituto Tecnológico e Nuclear, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal)

CLODOALDO ROLDÁN

(Instituto de Ciencia de Materiales, Universidade de Valência, Espanha)

JOÃO LUÍS CARDOSO

(Universidade Aberta e Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras, Portugal)

Oeiras, 31 de Outubro de 2012

ELEMENTOS PARA UMA ARQUEOLOGIA DE MISTURAS DE CERA-RESINA USADAS COMO ADESIVOS EM TALHA E ESCULTURA POLICROMADA

Agnès Le Gac^{1,2*}, José Carlos Frade³, Ana Margarida Cardoso³, Paula Barros¹, Elsa Murta⁴
& António Candeias³

Resumo

Uma mistura de cera de abelha e resina Dammar (nas proporções de 7 partes de cera para 2 de resina), preparada como adesivo, foi profusamente utilizada em Portugal, durante a segunda metade do século XX, para fixar pinturas a tempera e douramentos a água aplicados em esculturas policromadas. Este tipo de tratamento resultou de uma transferência de saber em Conservação oriundo do Norte da Europa, nomeadamente através da formação de jovens estagiários estrangeiros no *Institut Royal du Patrimoine Artistique*, em Bruxelas. Tratamentos com cera-resina foram postos em causa nos anos 70 e seguintes. Este artigo apresenta a metodologia adoptada para reencontrar este adesivo em esculturas em que foi aplicado e mostrar até que ponto é possível identificar ambas a cera e a resina nos estratos pictóricos. As análises feitas por micro-Espectroscopia de infravermelhos a transformée de Fourier e Pyrolyse seguida de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa põem em evidência a dificuldade em detetar a resina; um resultado que pode limitar bastante a reconstrução do percurso histórico e conservativo de muitas obras.

Palavras-chave: cera, cera-resina, adesivo, escultura, policromia, douramento, FTIR, Py-GC/MS

Abstract

A mixture of beeswax and Dammar resin (in a ratio of 7 parts to 2 parts, respectively) prepared as an adhesive, was profusely used for fixing water gilding and tempera coatings on polychrome sculptures, in Portugal, in the second half of the twentieth century. This practice was the result of a conservation technology transfer that took place throughout northern Europe, namely throughout education and training of young restorers from abroad at *Institut Royal du Patrimoine Artistique* in Brussels. This type of treatment was challenged in the 1970's. This paper presents the methodology used (from an archaeological perspective) to find again these substances on sculptures which have been impregnated with them, and show until which point it is possible to detect both wax and resin in the paint layers. The results obtained by micro Fourier transform infrared spectroscopy, and Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry proved difficult to put in evidence the presence of the Dammar resin; a limit which is not without consequences for the historic and conservation assessment of our heritage.

Keywords: wax, wax-resin, adhesive, sculpture, polichromy, gilding, FTIR, Py-GC/MS

1 - INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

A utilização, no século XX, de misturas de cera de abelha e resina natural em Escultura Policromada, em países como a Bélgica (SERCK-DEWAIDE, 2000) e Alemanha, posteriormente adoptada por Portugal também

¹Departamento de Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Campus da Caparica, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal. alg@fct.unl.pt

²Centro de Física Atómica, Universidade de Lisboa, Av. Prof. Gama Pinto, 2, 1649-003 Lisboa, Portugal.

³Laboratório de Conservação e Restauro-JF, IMC-IP, Rua das Janelas Verdes. 1249-018 Lisboa, Portugal. * Autor para a correspondência.

⁴Departamento de Conservação e Restauro, IMC-IP, Rua das Janelas Verdes. 1249-018 Lisboa, Portugal.

para fixar os revestimentos cromáticos de estátuas e elementos de talha, tem sido alvo de controvérsia desde muito cedo e mais especialmente nos anos 70 (MURTA, 2009). Para contribuir para a História da Conservação e Restauro da Escultura Policromada em Portugal, pretendeu-se fazer a “arqueologia” desses materiais uma vez aplicados, mostrando até que ponto é possível identificá-los, tanto de forma qualitativa como quantitativa. Vários métodos de exame – fotografia digital, microscopia ótica (MO) –, e de análise – micro espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (micro-FTIR) e pirolise seguida de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (Py-GC-MS) – foram aplicados. Primeiro, para criar uma base de dados relativa às matérias-primas e às suas misturas preparadas de acordo com os protocolos constantes da literatura. Segundo, para comparar esses dados-referência com os dados obtidos nas mesmas condições laboratoriais a partir da análise dos estratos pictóricos de obras tratadas com cera-resina (sejam estas obras bens integrados conservados *in situ* ou bens móveis tratados em oficina).

No âmbito desse projeto, o presente artigo incide sobre situações particulares:

1) A separação de fases que ocorre em broas de cera (na altura da fundição da cera de opérculos ou de favos) e também em placas de cera-resina, aquando do seu fabrico e arrefecimento; embora a cera, enquanto substância única, e as misturas de cera com resina, enquanto compostos, sejam sempre tidos como homogêneos. A separação de fase verifica-se pela divisão horizontal interna de uma broa de cera em várias *demãos* ou de um pão de cera-resina em três *demãos*.

2) A mistura específica de 7 partes de cera de abelha para 2 partes de resina Damar, face ao número considerável de obras tratadas com este adesivo nos últimos 50 anos;

3) Os dois protocolos geralmente adotados para a aplicação da mistura supra são: a) cera-resina (já dividida em porções) derretida em banho-maria com “White spirit” e aplicada com trincha – Penetração do adesivo com secador de cabelo – Remoção dos excessos a quente com trincha, e/ou a frio com cotonete e “White spirit”; b) cera-resina derretida localmente com espátula quente (sem adição de solvente) – Penetração com espátula quente através de film Melinex® - Remoção dos excessos a frio com “White spirit”.

2 – MATERIAIS

2.1 – Cera de abelha (TULLOCH, 1980; MURTA, 2009)

A cera produzida pela abelha europeia (*Apis mellifera*) é uma mistura complexa que inclui mais de 300 componentes, entre os quais: monoésteres (35%), hidrocarbonetos (14%), ácidos livres (12%), diésteres (14%), hidroxi poliésteres (8%), hidroxi monoésteres (4%), poliésteres de ácidos (2%), monoésteres de ácidos (1%) e produtos não identificados (7%) (TULLOCH, 1980). A cera de abelha, cuja cor pode variar de branco ou amarelo muito claro a castanho escuro, consoante a zona de extração (favos em construção, opérculos, favos para melário ou para nova prole) e a idade dos favos, tem uma baixa ponto de fusão (61-64 °C). A cera oferece uma grande resistência à hidrólise e à oxidação, permanecendo bastante estável ao longo do tempo. É solúvel em solventes de baixa polaridade ou apolares.

A cera estudada, de favos em construção, foi recolhida em 2005 pelo apicultor António Carvalheiro, de Queijas (Portugal) (Amostra C1 – Fig. 1b).

2.2 – Resina Damar (MILLS & WERNER, 1955; MILLS & WHITE, 1987; DOELEN, 1999)

A resina Damar provém de árvores da sub-família Dipterocarpoideae da família Dipterocarpaceae, com maior concentração na Malaia e Indonésia. Em produtos importados, a origem botânica nem sempre é conhecida. Esta resina do grupo das triterpénicas consiste em compostos das séries tetracíclicas do damarano,

Fig. 1a

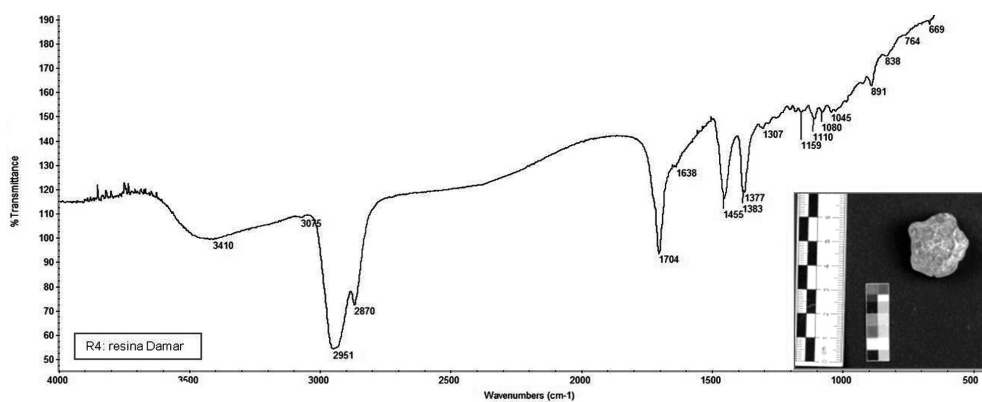


Fig. 1b

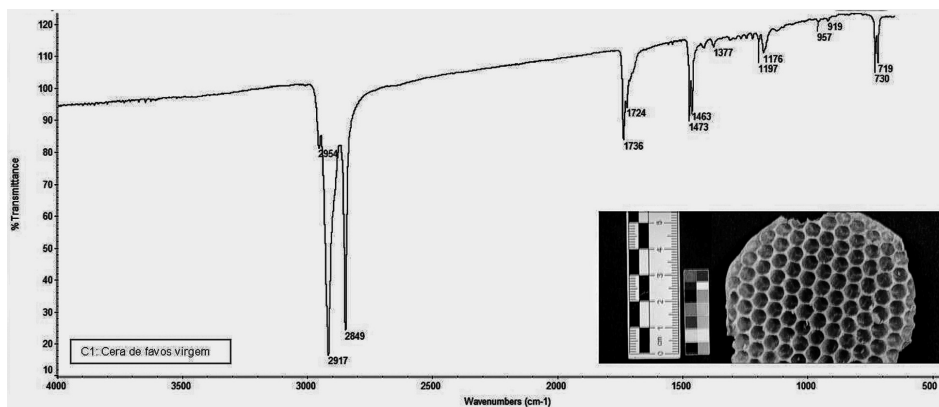


Fig. 1c

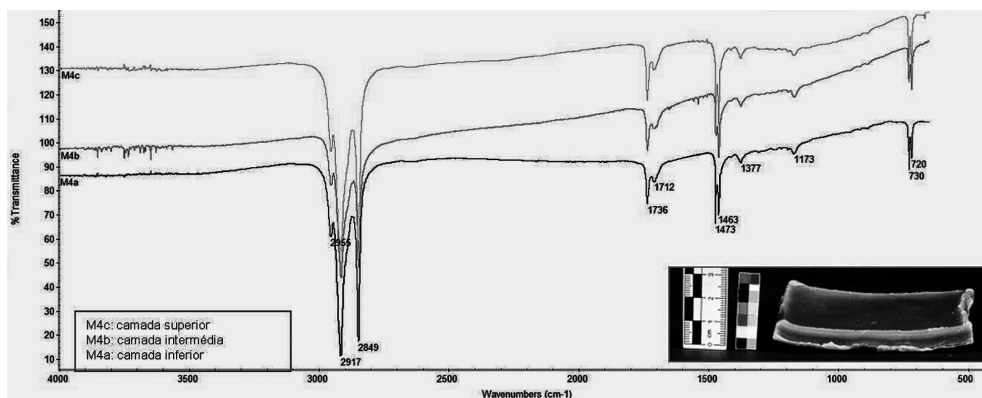


Fig. 1 – Espectro de IV (μ -FTIR): a) Resina Damar; b) Cera de favos virgens; c) Três fases observadas na placa de cera de abelha e resina Damar (7:2) preparada em laboratório.

nos compostos pentacíclicos do ácido ursonico e do aldeído correspondente, e em hidrocarbonetos poliméricos, insolúvel em metanol ou etanol. A resina Damar apresenta uma boa solubilidade em solventes orgânicos, funde entre 100 e 150 °C, tem baixa acidez e elevado poder adesivo. Amarelece menos do que outras resinas naturais. A resina Damar foi adquirida junto do fornecedor Martins Fernandes, Lda., em Lisboa (Amostra R4 – Fig. 1a).

2.3 – Mistura de cera de abelha com resina Damar (7:2) (LE GAC, 2009; MURTA, 2009)

A mistura de cera de abelha com resina Damar (7:2) foi preparada manualmente em laboratório em 2011. O seu fabrico seguiu os procedimentos implementados na Bélgica e transmitidos a Portugal, a saber: 1) 700 g

de cera e 200 g de resina foram derretidos separadamente em banho-maria (de água para a cera e de óleo para a resina). Ficando ambas líquidas, a resina foi vertida na cera e a mistura homogeneizada. A mistura foi depois filtrada para remover possíveis impurezas e vertida num molde de madeira revestido com film anti-aderente Melinex® até obter uma espessura de 15-20 mm. Antes do seu arrefecimento completo, a placa assim obtida foi seccionada em esquadria para obter pequenas porções prestes a ser usadas como adesivo (Amostra M4 – Fig. 1c).

3 – METODOLOGIA E PARTE EXPERIMENTAL

Para obter dados comparáveis, fez-se separadamente a análise molecular da cera de abelha e da resina Damar, bem como da mistura de ambas substâncias nas proporções de 7 partes de cera para 2 partes de resina conforme referido. Procurou-se detetar a dita mistura em obras escultóricas cujos estratos pictóricos tinham sido tratados com este adesivo de fixação, sendo bem documentados o seu modo de aplicação e o ano da sua utilização.

Entre as obras selecionadas para efeito de investigação, aborda-se aqui:

1) o retábulo mor da Sé Velha de Coimbra, cuja policromia atualmente visível data de 1685. A sua intervenção com cera de abelha-resina Damar data de 1976 (LE GAC, 2009). O adesivo diluído com “White spirit” foi aplicado com trincha e secador. Uma camada residual deste adesivo, tendo até 60 µm de espessura, pôde ser observada na superfície de várias amostras ao MO sob radiação visível e UV (Fig. 2a).

2) a Capela de Santa Teresa da Igreja de Santo Alberto, Lisboa, datada do século XVIII, cujo douramento a água foi tratado com a mistura de cera de abelha-resina Damar (7:2) em 1982 e 1994. O adesivo diluído com “White spirit” foi aplicado com trincha e secador e os excessos removidos a frio com o mesmo solvente.

3.1 – *Micro-FTIR*

As amostras foram analisadas por micro-FTIR utilizando-se um microscópio Continuum da Thermo Nicolet acoplado a um espectrómetro de infravermelho (IV) Nexus 670 FTIR da Thermo Nicolet. Cada espectro resulta da acumulação de 256 varrimentos, traçados com uma resolução de 4 cm⁻¹ entre os 4000 cm⁻¹ e os 650 cm⁻¹.

3.2 – *Py-GC-MS*

As análises por Py-GC-MS foram efetuadas num sistema integrado constituído por um pirolisador de filamento (CDS Pyroprobe 2000 heated filament pyrolyser) e um cromatógrafo gasoso (Agilent 6890N) acoplado a um espectrómetro de massa (Agilent 5975N). Cada amostra foi colocada numa barqueta de quartzo e introduzida na interface do pirolisador, mantida a 250 °C, onde ocorreu a sua pirólise a 610 °C durante 10 s, na presença de hidróxido de tetrametilamónio (TMAH – 25% (w/w) em metanol).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cera de favos (Fig. 1b) e a resina Damar (Fig. 1a), enquanto matérias-primas analisadas separadamente, os espectros IV mostram as bandas de absorção características da cera de abelha e da resina triterpénica constantes da literatura (KÜHN, 1960; MILLS & WHITE, 1987; DERRICK *et al.*, 1999) (Tabela 1). Relativamente à mistura de cera de abelha-resina Damar preparada em laboratório, disponível no seu estado sólido, verificou-se a formação de três fases pela sobreposição de três camadas de cor ligeiramente diferente. Procurou-se fazer a análise de cada uma. Na Fig. 1c, apresenta-se os espectros das três fases assim formadas. Os espectros são todos iguais e as bandas respetivas devem-se principalmente à cera (Tabela 1). Como as bandas devidas à presença de resina estão sobrepostas com as da cera, a absorção a 1709 cm⁻¹ é, nesse caso, a única banda que poderia ser relacionada com a resina.

Tabela 1 – Interpretação dos espectros IV das amostras referidas no presente artigo.

Amostra	Nº de onda (cm ⁻¹)	Atribuição
Cera de favos em construção Amostra C1 (2005)	2954	Elongação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	2917, 2849	Elongações C-H assimétrica e simétrica em grupos metileno (CH ₂)
	1736	Elongação do grupo carbonilo (C=O) em grupos éster
	1473	Vibrações de deformação C-H em grupos metileno (CH ₂)
	1463, 1377	Vibrações de deformação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	1176	Elongação C-H em grupos éster
	730 / 719	Modo de vibração CH ₂ <i>rocking</i>
Resina Damar Amostra R4 (2005)	2951, 2870	Elongação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	1704	Elongação do grupo carbonilo (C=O) em grupos cetona
	1638	Elongação C=C relacionada com sal de ácido carboxílico
	1455, 1377	Vibrações de deformação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	1200-1000	Elongações C-O dos grupos ácido e álcool
	891, 838, 764, 669	Bandas características da região de <i>fingerprint</i>
Cera abelha-resina Damar (7:2) Amostra M4 (2011)	2955	Elongação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	2918, 2849	Elongações C-H assimétrica e simétrica em grupos metileno (CH ₂)
	1737	Elongação do grupo carbonilo (C=O) em grupos éster
	1709	Elongação do grupo carbonilo (C=O) em grupos cetona
	1473	Vibrações de deformação C-H em grupos metileno (CH ₂)
	1463, 1377	Vibrações de deformação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	1173	Elongação C-H em grupos éster
730 / 720	Modo de vibração CH ₂ <i>rocking</i>	
Cera de abelha-resina Damar (7:2) Amost. C4-03 (1976)	2955	Elongação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	2917, 2849	Elongações C-H assimétrica e simétrica em grupos metileno (CH ₂)
	1736	Elongação do grupo carbonilo (C=O) em grupos éster
	1709	Elongação grupo carbonilo (C=O) em grupos cetona – Não visível
	1473	Vibrações de deformação C-H em grupos metileno (CH ₂)
	1463, 1376	Vibrações de deformação C-H em grupos metilo (CH ₃)
730 / 720	Modo de vibração CH ₂ <i>rocking</i>	
Cera de abelha-resina Damar (7:2) Amost. AOB (1982-1994)	c. 2955	Elongação C-H em grupos metilo (CH ₃)
	c. 2919, 2849	Elongações C-H assimétrica e simétrica em grupos metileno (CH ₂)
	1736	Elongação do grupo carbonilo (C=O) em grupos éster
	1709	Elongação do grupo carbonilo (C=O) em grupos cetona
	1471	Vibrações de deformação C-H em grupos metileno (CH ₂)
	1463	Vibrações de deformação C-H em grupos metilo (CH ₃)
730 / 720	Modo de vibração CH ₂ <i>rocking</i>	

Nas análises efetuadas por micro-FTIR em amostras recolhidas de obras tratadas com cera de abelha-resina Damar (7:2), verifica-se apenas a presença de cera na superfície (adesivo residual) da amostra C4-03 (Figs. 2a-2b), bem como em profundidade nas camadas de policromia da amostra AOB (Fig. 2c). Nos espectros de IV obtidos na análise dos três estratos (preparação, bolus e folha de ouro) constituindo o douramento da Capela de Santa Teresa, mal se vê a banda a 1709 cm⁻¹ atribuída à resina (Tabela 1). Esta situação não é de admirar perante os resultados já obtidos com a mistura de cera-resina na forma de provete, com o agravante nas policromias de a leitura dos espectros ser mais complexa na presença de cargas, pigmentos e ligantes.

Fig. 2 a

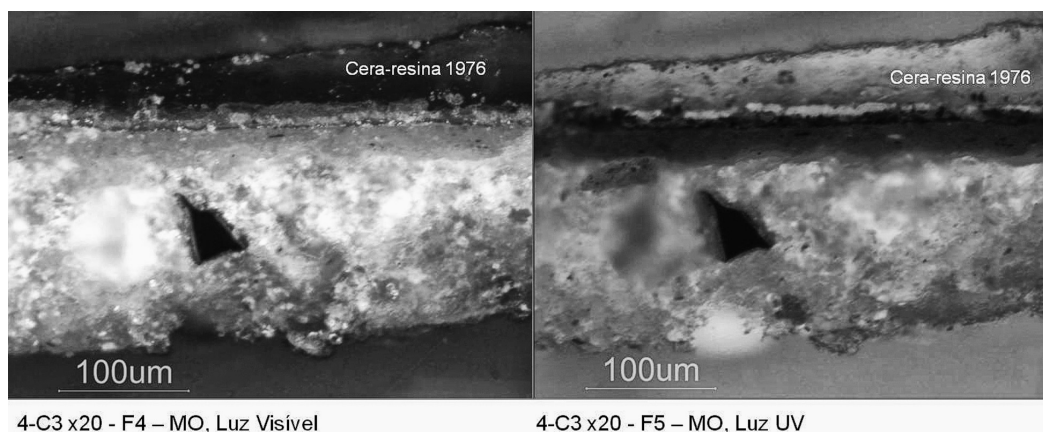


Fig. 2 b

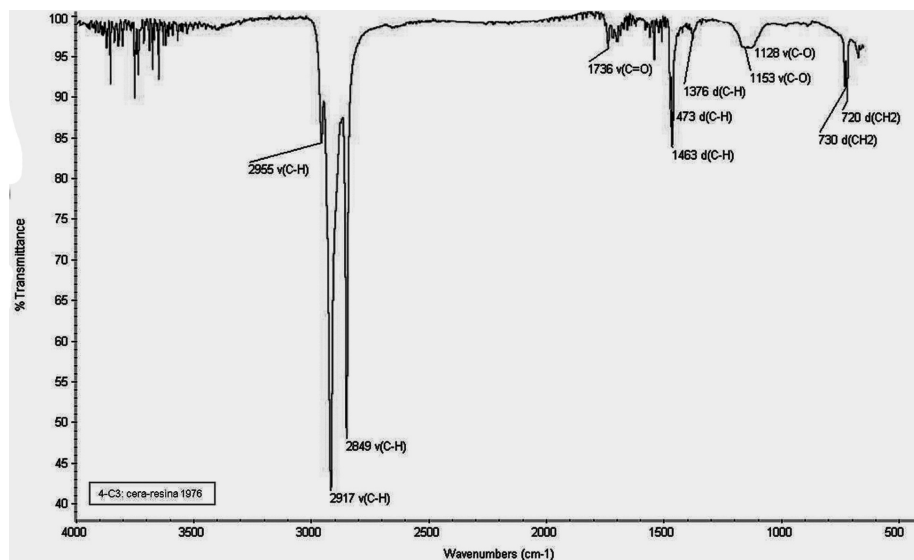


Fig. 2 c

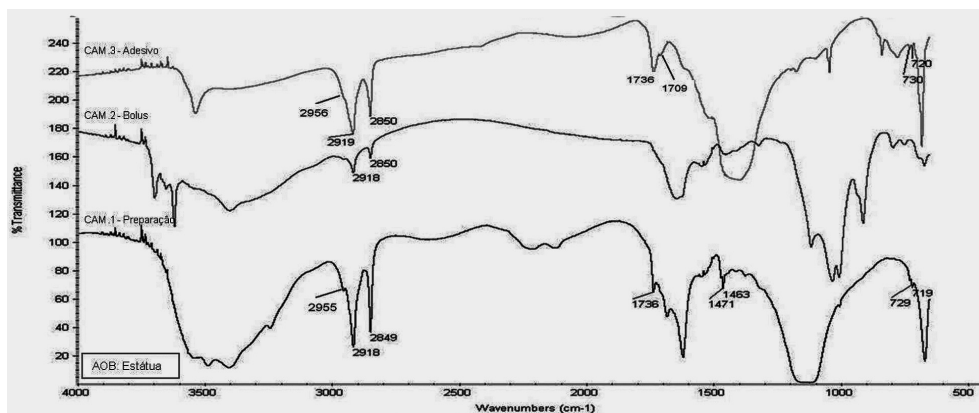


Fig. 2 - a) Corte transversal da amostra 4-C3 do retábulo mor da Sé Velha de Coimbra, em luz refletida e sob radiação UV, com camada residual de cera de abelha-resina Damar (7:2) aplicada em 1976; b) Espectro de IV desta camada residual; c) Espectros de IV dos três estratos constituindo o douramento da Capela de Santa Teresa - Igreja de Sto Alberto em Lisboa (amostra AOB), fixos com cera de abelha-resina Damar (7:2) em 1982 e 1994.

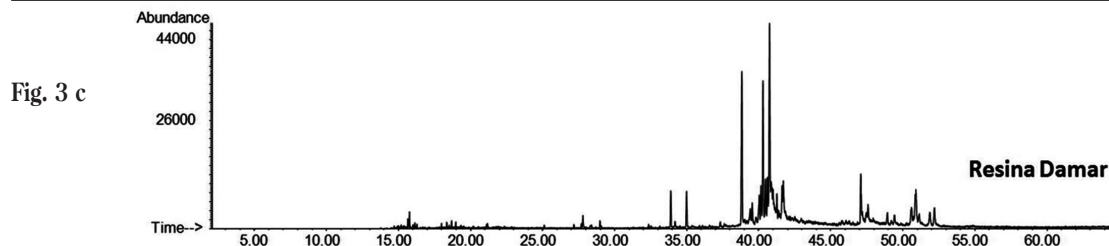
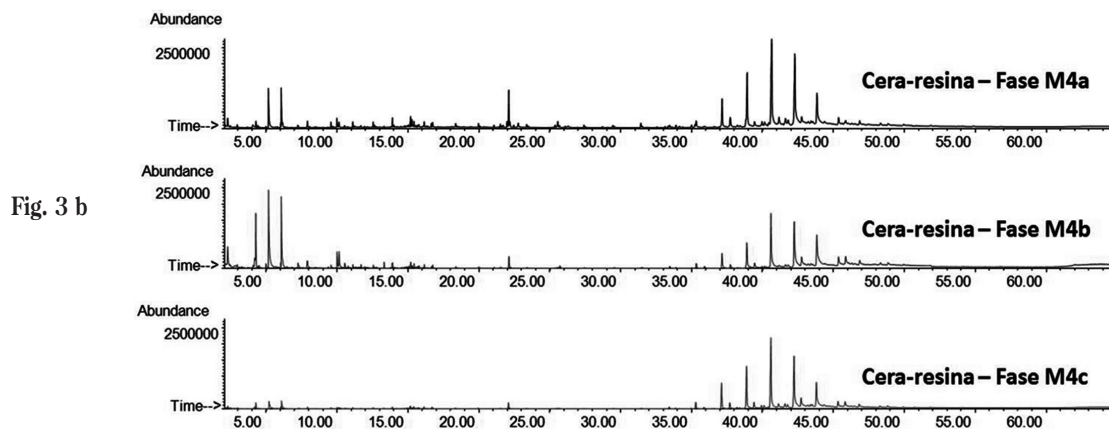
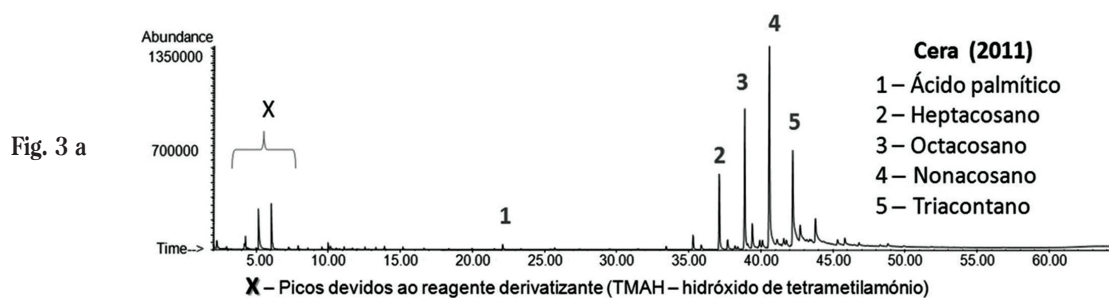


Fig. 3 - Pirogramas obtidos por Py-GC-MS: a) Cera de abelha; b) Resina Damar; c) Três fases observadas na placa de cera de abelha e resina Damar (7:2) preparada em laboratório..

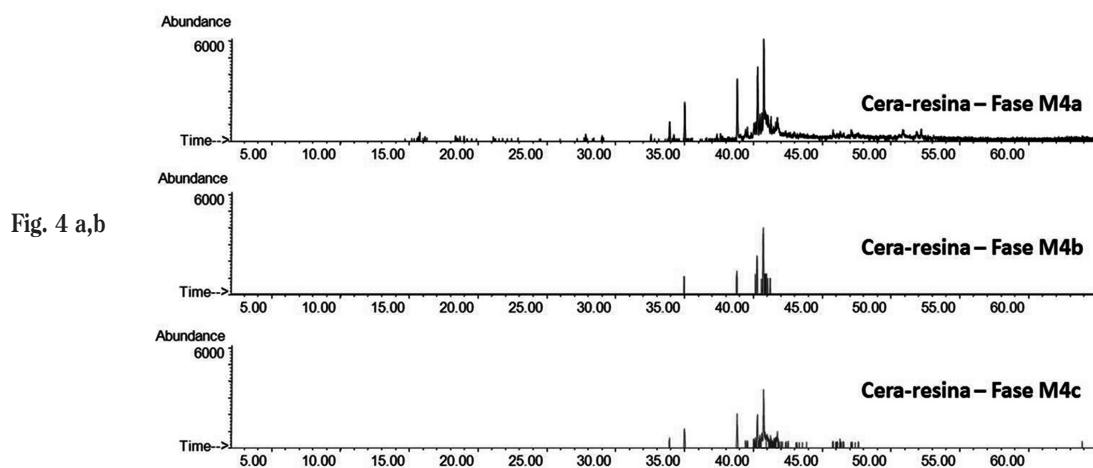


Fig. 4 - Cromatogramas de massa do ião m/z 205 obtidos por Py-GC-MS: a) Resina Damar; b) Três fases observadas na placa de cera de abelha e resina Damar (7:2) preparada em laboratório.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se conseguir uma separação eficiente entre os produtos de pirólise da cera e os da resina, é necessário otimizar as condições cromatográficas, tanto para a mistura em estudo como para as outras misturas de cera de abelha e resina encontradas na literatura. Só assim se poderá tentar obter resultados analíticos que comprovem a realidade conservativa de esculturas policromadas e talha dourada outrora intervencionadas com adesivo de tipo cera-resina; e talvez se identificar os compostos responsáveis pela formação das fases durante o fabrico da mistura. Seja como for, novos protocolos experimentais terão que ter em conta as mudanças físico-químicas que ocorrem durante a aplicação do adesivo nas obras e com o seu posterior envelhecimento. O provete novo de cera de abelha-resina Damar (7:2), que nunca serviu para uma fixação efetiva, não pode oferecer uma total comparação com vestígios mais ou menos antigos de cera-resina extraídos de bens culturais, e isso por várias razões: pelas quantidades disponíveis para a análise; pelo facto de o adesivo usado ter passado por vários estados sucessivos – sólido, líquido e diluído com solvente – para promover a fixação de policromias e a remoção de excessos de cera-resina; pela “idade” do composto e a sua interação com os materiais presentes nas obras (LE GAC, 2009). Na abordagem arqueológica pretendida, todos estes parâmetros merecem ser equacionados.

REFERÊNCIAS

- ASPERGER, A.; ENGEWALD, W. & FABIAN, G. (1999) – Analytical characterization of natural waxes employing pyrolysis–Gas Chromatography–Mass Spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 50, p. 103-115.
- DERRICK, M. R.; STULIK, D. & LANDRY, J. M. (1998) – *Infrared Spectroscopy in Conservation Science, Scientific Tools for Conservation*. Los Angeles: The Getty Conservations Institute.
- DOELEN, G. Van der (1999) – *Molecular Studies of Fresh and Aged Triterpenoid Varnishes*. PhD thesis. University of Amesterdam.
- KÜHN, H. (1960). *Detection and identification of waxes, including punic wax, by IR spectrography*. *Studies in Conservation*, 5, 71-80.
- LE GAC, A. (2009) – *Le Retable Majeur de la Sé Velha de Coimbra et la polychromie dans le diocèse de Coimbra à l'époque baroque: Aspects techniques et esthétiques*. Tese de Doutouramento. FCT-UNL, Lisboa.
- MILLS, J. S. & WERNER, A. E. A. (1955) The chemistry of dammar resin. *Journal of the Chemical Society*, p. 3132-3140.
- MILLS, J. S. & WHITE, R. ([1987] 20065) – *The Organic Chemistry of Museum Objects*. Oxford: Elsevier Butterworth-Henemann.
- MURTA, E. (2009) – The use of wax-resin in conservation treatments for gilded surfaces. *e-conservation magazine*, 11, p. 83-93. <http://www.e-conservationline.com/content/view/799/259/>
- SERCK-DEWAIDE, M. (2000) – Bref Historique de l'Évolution des Traitements des Sculptures. *Bulletin KIK-IRPA* 27, p. 157-169 [numéro spécial: 50 ans: 1948-1998]
- TULLOCH, A. P. (1980) – *Beeswax: composition and analysis*. *Bee World* 61, p. 47-62.
- WRIGHT, M. M. & WHEALS, B. B. (1987) - Pyrolysis-mass spectrometry of natural gums, resins and waxes, and its use for detecting such materials in ancient Egyptian mummy cases (cartonnages). *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 11, 195-211.
- WRIGHT, M. M. & WHEALS, B. B. (1987) – Pyrolysis-mass spectrometry of natural gums, resins and waxes, and its use for detecting such materials in ancient Egyptian mummy cases (cartonnages). *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 11, p. 195-211.