

O ataúde egípcio do Museu Arqueológico do Carmo: estudo material e técnico

The Egyptian coffin from the Archaeological Museum of Carmo: material and technical study

**ISABEL POMBO
CARDOSO**^{1*} 

TERESA QUILHÓ² 

VICELINA SOUSA² 

SARA SANTANA DE SÁ¹ 

SUSANA FRANÇA DE SÁ¹ 

VERA MARTINS¹

CÉLIA PEREIRA³

ROGÉRIO SOUSA⁴ 

1. Departamento de Conservação e Restauro e LAQV-REQUIMTE, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Caparica, Portugal

2. Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

3. Museu Arqueológico do Carmo, Lisboa, Portugal

4. Centro de História, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

*isabel.pombocardoso@gmail.com

Resumo

O estudo material e técnico do ataúde antropomórfico (Nº Inv. MAC/MUM.1) pertencente ao Museu Arqueológico do Carmo, em Lisboa, Portugal, realizado por uma equipa interdisciplinar procurou completar o estudo textual e iconográfico existente sobre o mesmo ataúde, bem como retificar e completar os dados de um outro estudo técnico parcial. De acordo com estudos anteriores o ataúde terá sido produzido entre a Época Baixa e o início do período ptolemaico (séculos VI-II AEC), possivelmente em Akhmim. O presente trabalho apresenta resultados relativos ao suporte em madeira, à policromia do ataúde, bem como ao seu atual estado de conservação. Tal envolveu o exame macro e microscópico do objeto bem como o estudo analítico de amostras (por XRF, Raman, FTIR-ATR e por SEM). Os materiais identificados tanto na policromia como na produção do suporte indicam a utilização de materiais de uso tradicional durante o Egípto faraónico.

Abstract

The material and technical study of the anthropomorphic coffin (No. Inv. MAC/MUM.1) belonging to the Archaeological Museum of Carmo, in Lisbon, Portugal, carried out by an interdisciplinary team, sought to complete the existing textual and iconographic study on the same coffin, as well as rectify and complete the data from another partial technical study. According to previous studies, the coffin was produced between the Low Period and the beginning of the Ptolemaic period (6th to 2nd centuries BCE), possibly in Akhmim. This work presents results regarding the coffin's wooden support and polychromy, as well as its current state of conservation. It involved the macro and microscopic examination of the object and the analytical characterization of micro-samples by XRF, Raman spectroscopy, FTIR-ATR, and SEM. The materials identified both in polychromy and in the production of the support indicate the use of materials traditional from the Pharaonic Egypt.

PALAVRAS-CHAVE

Ataúde egípcio

F. sycomorus L.

Camadas de preparação

Policromia

Pigmentos

Goma vegetal

KEYWORDS

Egyptian coffin

F. sycomorus L.

Ground layers

Polychromy

Pigments

Vegetal gum

Introdução

O ataúde egípcio pertencente ao Museu Arqueológico do Carmo (MAC) (Lisboa, Portugal) integra o enorme corpus documental constituído por “recipientes para corpos” policromados, onde se integram sarcófagos (feitos em pedra), ataúdes ou caixões (produzidos maioritariamente em madeira) e cartonagens (invólucros produzidos em linho recoberto de pasta de cré ou gesso). O número substancial destes artefactos que chegou aos nossos dias, reflete a importância que a preservação do corpo detinha para a civilização egípcia e para as representações relacionadas com a vida após a morte [1-3]. Graças às boas condições de conservação asseguradas pelo clima seco do Egipto, estes artefactos oferecem uma oportunidade única para o estudo material e técnico relativo à sua produção. Assim, a presente investigação sobre o ataúde egípcio do MAC foi realizada por uma equipa interdisciplinar que inclui historiadores, conservadores e biólogos. Os objetivos consistiram na caracterização do objeto, dando a conhecer os materiais e as técnicas empregues na produção do suporte e decoração policroma, bem como conhecer o seu atual estado de conservação.

Dois dos três estudos sobre este artefacto são da autoria do egiptólogo Luís Araújo, publicados em 2002 e 2005, os quais constituem um estudo alargado do objeto [4-5]. Para além da discussão dos aspetos iconográficos e textuais, entre outros, o estudo indica que este ataúde terá sido produzido entre a Época Baixa e o início do período ptolemaico (séculos VI-II AEC), com base na presença de alguns elementos decorativos distintivos que surgem na Época Baixa, como é o exemplo da serpente *uroboros* (termo helenizado que designa a serpente Mehen, uma entidade primordial que envolvia e protegia a criação). No ataúde é representada de ambos os lados da arca, para simbolizar a proteção conferida à múmia e assegurar a regeneração e a ressurreição do defunto [5] que surge na decoração de ataúdes a partir da XXVI dinastia, e no pormenor dos lábios mais acentuados e pintados de vermelho, que remete já para o período ptolemaico (Figura 1) [5]. Esta proposta foi confirmada através da datação por radiocarbono realizada pelo Investigador Monge Soares e incluída num dos estudos [5]. É igualmente sugerida a atual região de Akhmim como a provável localização da oficina de produção - justificada pela referência a este local nas colunas de texto ainda legíveis no objeto, por ser considerado um local de intensa produção de caixões, especialmente durante a Época Baixa, e por ter sido intensamente saqueado durante o século XIX, o que terá “proporcionado milhares de sarcófagos, muitos deles vendidos a antiquários, museus e a particulares” [5, p. 342]. O ataúde do MAC possui ainda no seu interior a múmia, referida como provavelmente de uma mulher. No entanto, dado o estado de conservação do objeto, através do estudo do texto inscrito foi impossível extrair mais informações acerca do nome e demais elementos referentes ao proprietário do ataúde [5].

De acordo com Araújo [5], o ataúde sofreu sucessivas mudanças de local após ter sido retirado do seu local de enterramento original, das quais apenas se conhecem em Portugal a sua aquisição pela casa de antiguidades e leilões “Casa Liquidadora (antigo Bazar *Catholico*) de Maria Guilhermina de Jesus”, e a subsequente entrada no MAC, em 1930, quando foi doado por Maria Guilhermina de Jesus. No MAC, o ataúde ocupou diferentes espaços expositivos. Esteve durante muitos anos exposto na sala correspondente à antiga capela-mor da igreja do Convento do Carmo sujeito a condições muito adversas porque, apesar de protegido por uma vitrina, permanecia exposto à luz solar direta. Mais tarde, foi transferido para o salão nobre de reuniões da Associação dos Arqueólogos Portugueses, por se considerar que este local estaria sujeito a menos variações climáticas aí permanecendo temporariamente inacessível aos visitantes [5]. Desde a remodelação do Museu finalizada em 2002, o ataúde encontra-se em exposição na sala 4 do MAC e, desde 2019, dentro de uma vitrina especificamente desenhada para o efeito.

Existe ainda um estudo material e técnico de uma das peças constituintes deste ataúde, a face da cabeceira. O estudo da autoria da engenheira Isabel Ribeiro e bióloga Lília Esteves do Laboratório José de Figueiredo (LJF) consta de um relatório de 1983 e de uma publicação da autoria da conservadora Elsa Murta do LJF de 2012, que inclui igualmente esses resultados [6-7].

Esta última publicação apresenta também algumas referências à condição desta peça e à intervenção de conservação e restauro realizada. Importa referir que em ambas as fontes apenas são mencionados os materiais identificados sem referência à metodologia utilizada ou disponibilização de eventuais resultados analíticos. Assim, os estudos reportam a identificação do suporte de madeira, "*Ficus carica* L. (figueira)", e dos materiais utilizados na policromia: cré e cola animal para a camada de preparação; para a carnação (e como pigmento branco), o branco de chumbo, o ocre e o carvão; para a cor preta do olho, o carvão e o vermelhão; para o vermelho do lábio, o vermelhão; e para o cinzento do toucado, o branco de chumbo, o carvão e o "corante azul". O ligante é referido como sendo têmpera, exceto na cor preta, onde é referida uma mistura de têmpera e óleo.



Figura 1. Elemento decorativo distintivo, lábios mais acentuados e pintados de vermelho.

Existe ainda um estudo material e técnico de uma das peças constituintes deste ataúde, a face da cabeceira. O estudo da autoria da engenheira Isabel Ribeiro e bióloga Lília Esteves do Laboratório José de Figueiredo (LJF) consta de um relatório de 1983 e de uma publicação da autoria da conservadora Elsa Murta do LJF de 2012, que inclui igualmente esses resultados [6-7]. Esta última publicação apresenta também algumas referências à condição desta peça e à intervenção de conservação e restauro realizada. Importa referir que em ambas as fontes apenas são mencionados os materiais identificados sem referência à metodologia utilizada ou disponibilização de eventuais resultados analíticos. Assim, os estudos reportam a identificação do suporte de madeira, “*Ficus carica* L. (figueira)”, e dos materiais utilizados na policromia: cre e cola animal para a camada de preparação; para a carnação (e como pigmento branco), o branco de chumbo, o ocre e o carvão; para a cor preta do olho, o carvão e o vermelhão; para o vermelho do lábio, o vermelhão; e para o cinzento do toucado, o branco de chumbo, o carvão e o “corante azul”. O ligante é referido como sendo têmpera, exceto na cor preta, onde é referida uma mistura de têmpera e óleo.

Tendo-se verificado alguma discordância entre estes resultados e os obtidos no presente estudo, os resultados relativos à face do ataúde são aqui revistos e complementados com os dos materiais e técnicas utilizadas na produção das restantes peças do ataúde. Estes dados são ainda discutidos no contexto do atual conhecimento sobre madeiras e policromias egípcias destas cronologias.

Época de produção do ataúde

O período histórico correspondente à suposta época de produção deste artefacto, séculos VI-II AEC, é considerado um período de ressurgimento político, económico e cultural do Egipto. Em suma, no início da Época Baixa, Psamético I (664-610 AEC) teria conseguido reunificar o Egipto repelindo os ocupantes assírios e cuchitas, abrindo caminho a artesãos e comerciantes gregos e fenícios que terão estimulado a economia. A autonomia do Egipto teria sido, no entanto, novamente colocada em causa com os babilónios e persas, que também ambicionavam controlar esta região [8]. O período ptolemaico (305-30 AEC), inserido na Época Greco-Romana (332 AEC-323 EC) que se inicia com a expulsão dos persas do Egipto por Alexandre o Grande (332-323 AEC), é caracterizado como a maior dinastia “não egípcia” da qual resultou uma grande estabilidade política e uma simbiose entre as duas culturas (grega e egípcia nativa), que se manifestou ao longo da primeira metade deste período. Reflexo disso terá sido a integração da elite sacerdotal egípcia por parte dos governantes ptolemaicos, bem como das tradições locais no seu próprio sistema de governação [9].

A análise da literatura material e técnica existente permite identificar algumas alterações na utilização de materiais entre as duas cronologias em que supostamente o ataúde poderá ter sido produzido. Exemplo disso são os pigmentos branco de chumbo e vermelhão, ambos identificados no ataúde do MAC no estudo de 1983 [6], e cuja introdução na paleta egípcia se supõe consequência das relações mais intensas estabelecidas com o mundo Helenístico [10]. As implicações da presença destes pigmentos nestas cronologias sublinham a relevância da revisão e aprofundamento do estudo material e técnico do ataúde do MAC.

Metodologia

Complementarmente à pesquisa de estudos publicados sobre este ataúde realizaram-se igualmente entrevistas e consultas do arquivo fotográfico do MAC e da Biblioteca do LJF, com o objetivo de conhecer as condições expositivas, assim como os materiais e as metodologias utilizadas nas suas intervenções de restauro.

Para a documentação do estado de conservação atual do ataúde realizou-se o mapeamento das suas patologias, onde se identificam as áreas de lacuna de suporte e de policromia. Dada a inexistência de relatórios de intervenção esta documentação foi realizada apenas com base na

observação detalhada e na recolha fotográfica. É importante referir que o ataúde se encontra deitado e, dada a fragilidade da peça e a manutenção da múmia no seu interior, não foi possível realizar o mapeamento da arca do ataúde.

Paralelamente realizou-se um estudo analítico sobre os materiais e as técnicas de execução deste ataúde com o objetivo de completar os dados já existentes e ainda, por comparação com dados referidos em bibliografia técnica, da qual se realizou uma revisão de literatura, concluir se se tratam de técnicas e materiais tradicionais para estas cronologias no Egito. Este estudo envolveu a documentação das técnicas de encaixe do suporte, a recolha de amostras de madeira do suporte, bem como de policromias, seguido da sua caracterização com auxílio de diferentes técnicas analíticas.

Recolha e preparação de amostras do suporte

A seleção da zona de amostragem de madeira incluiu a observação das diferentes peças de madeira constituintes do ataúde, que verificaram semelhantes entre si, a captação de imagens da madeira do ataúde através do microscópio digital Dino-Lite Edge modelo AM7915MZTL (Figura 2a) e a recolha da amostra com bisturi de uma zona em destacamento, impercetível para quem observa a peça em exposição. Não foram recolhidas amostras de madeira dos elementos de união - cavilhas e espigas – por dificuldade de acesso.

As amostras de madeira ($\approx 20 \text{ mm}^2$) para identificação foram observadas primeiramente à lupa, Leica MZ76, nas três secções da madeira, transversal, tangencial e radial. Para melhor visualização da estrutura da madeira, as amostras foram preparadas manualmente com uma lixa de papel p2000. As imagens foram captadas a partir de uma câmara digital Leica DFC 320 acoplada à lupa e adquiridas com recurso ao *software* Leica Qwin V 3.5.0. (Figura 2b-d).

As mesmas amostras foram de seguida analisadas com o microscópio eletrónico de varrimento de bancada Hitachi TM 3030 Plus, a 5 kV, em diferentes ampliações e as imagens obtidas de cada umas das três secções da madeira adquiridas em formato digital (Figura 3).

Procedeu-se também à preparação das amostras para observação com microscópio ótico, Leica DM LA. Dada a reduzida dimensão e fragilidade das amostras, estas tiveram de ser incluídas em polietilenoglicol 1500 [11], antes de serem seccionadas no micrótopo rotativo MediotomeM530. Obtiveram-se cortes com $17 \mu\text{m}$ de espessura, que foram posteriormente corados com Safranina, desidratados em diferentes concentrações de álcool (90° , 96° e álcool absoluto) e montados em Eukitt. As fotomicrografias foram realizadas com uma câmara digital, Nikon DS-Fi1c (Figura 4a-d).

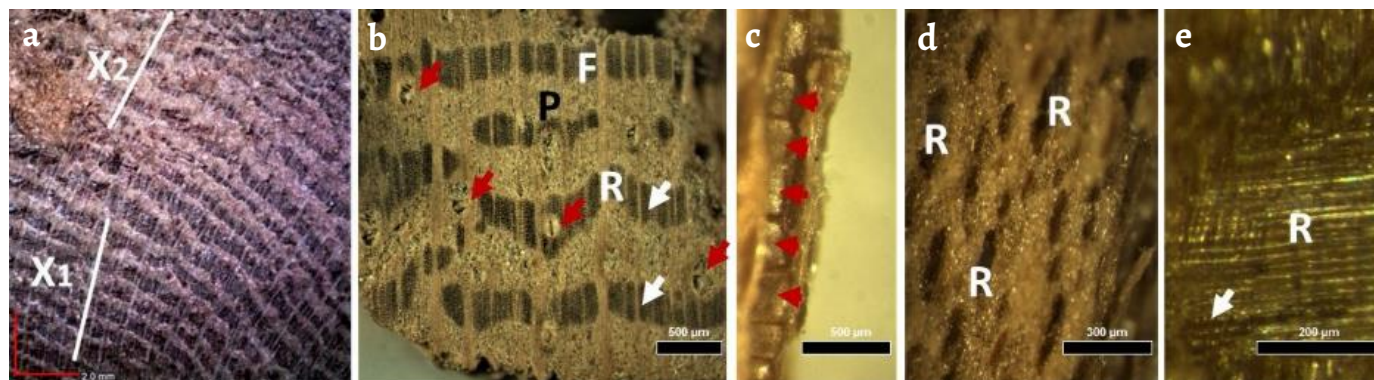


Figura 2. Amostra de madeira observada com o Dino-Lite: a) Progressiva alteração da largura das faixas de parênquima axial e fibras na camada de crescimento (faixas estreitas de parênquima axial X1, para faixas mais largas X2); e à lupa: b) Poros isolados e agrupados (seta vermelha); raios largos (R) e raios mais finos (seta branca); faixas largas de parênquima axial (P), mais de três células em altura, que alternam com faixas de fibras (F), em secção transversal; c) Elementos vasculares (seta vermelha) em secção tangencial; d) Raios (R) observados em secção tangencial; e) Raio com tubos taniníferos (seta) observado em secção radial.

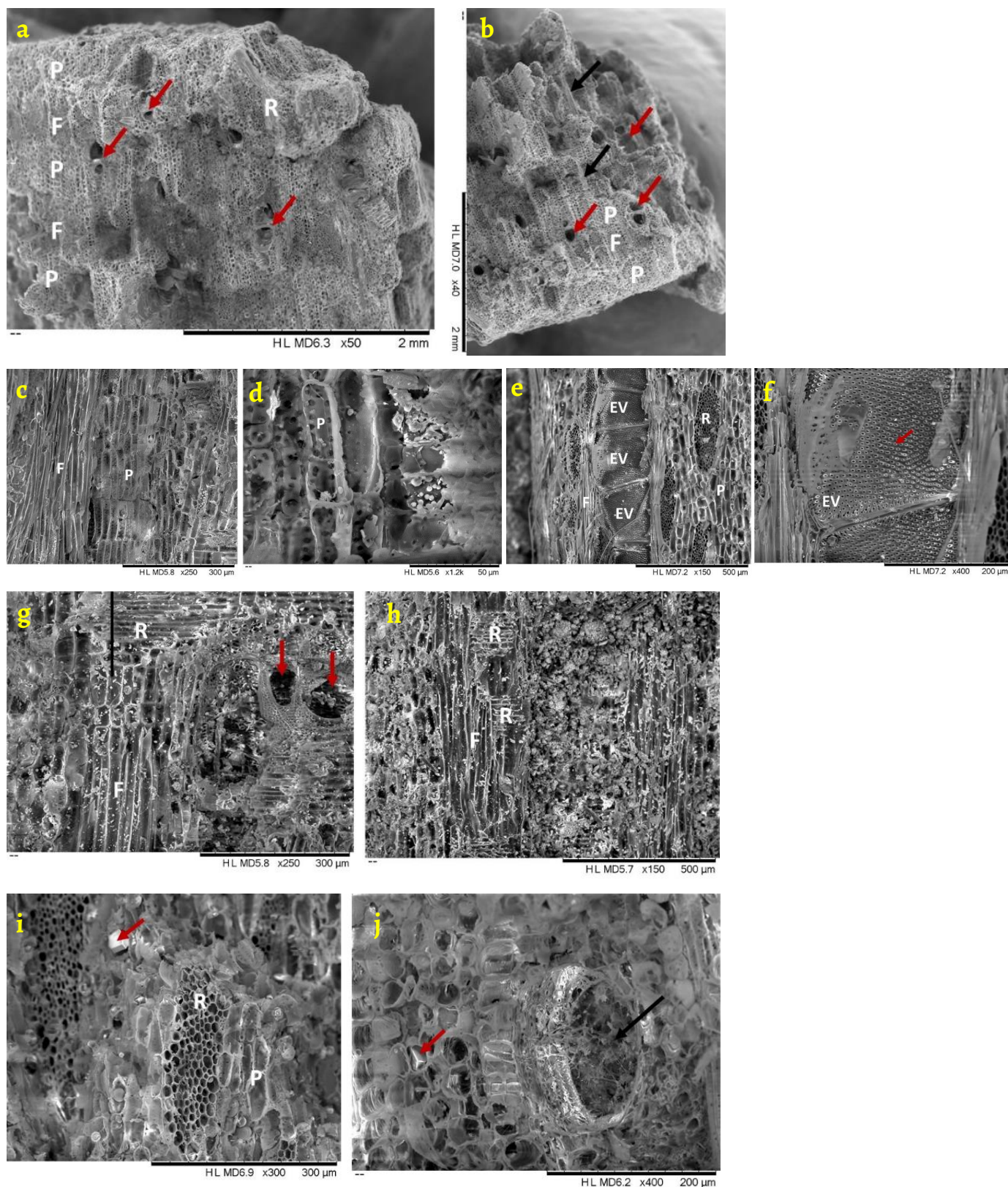


Figura 3. Observação com microscópio eletrónico da amostra de madeira. **a) e b)** Secção transversal (com diferentes ampliações): alternância de faixas de parênquima axial largas (P) com faixas largas de fibras (F); parênquima vasicentrico; a porosidade é difusa e os poros (seta vermelha) são isolados ou agrupados radialmente (2-3); raios (R); as setas pretas indicam os raios em **b)**; **c) a f)** Secção tangencial: **c)** Alternância de faixas de fibras (F) com faixas parênquima axial largas (P); **d)** Células de parênquima axial (P) muito pontuadas; **e)** Elementos vasculares (EV), fibras (F), células de parênquima axial (P) e raios (R); **f)** Elemento vascular com pontuações intervasculares alternas a opostas (seta); **g) e h)** Secção radial: **g)** Perfuração simples dos elementos vasculares (setas); fibras (F), raio heterocelular com células prostradas e quadradas e eretas nas margens (R); **h)** Raios (R) e fibras (F); **i) e j)** Cristal prismático: **i)** na célula de parênquima axial (seta), raio multisseriado (R), células de parênquima axial (P) em secção tangencial; **j)** solitário na célula de parênquima axial (seta) e um poro com inúmeras hifas (seta) evidenciando o estado de degradação da madeira, em secção transversal.

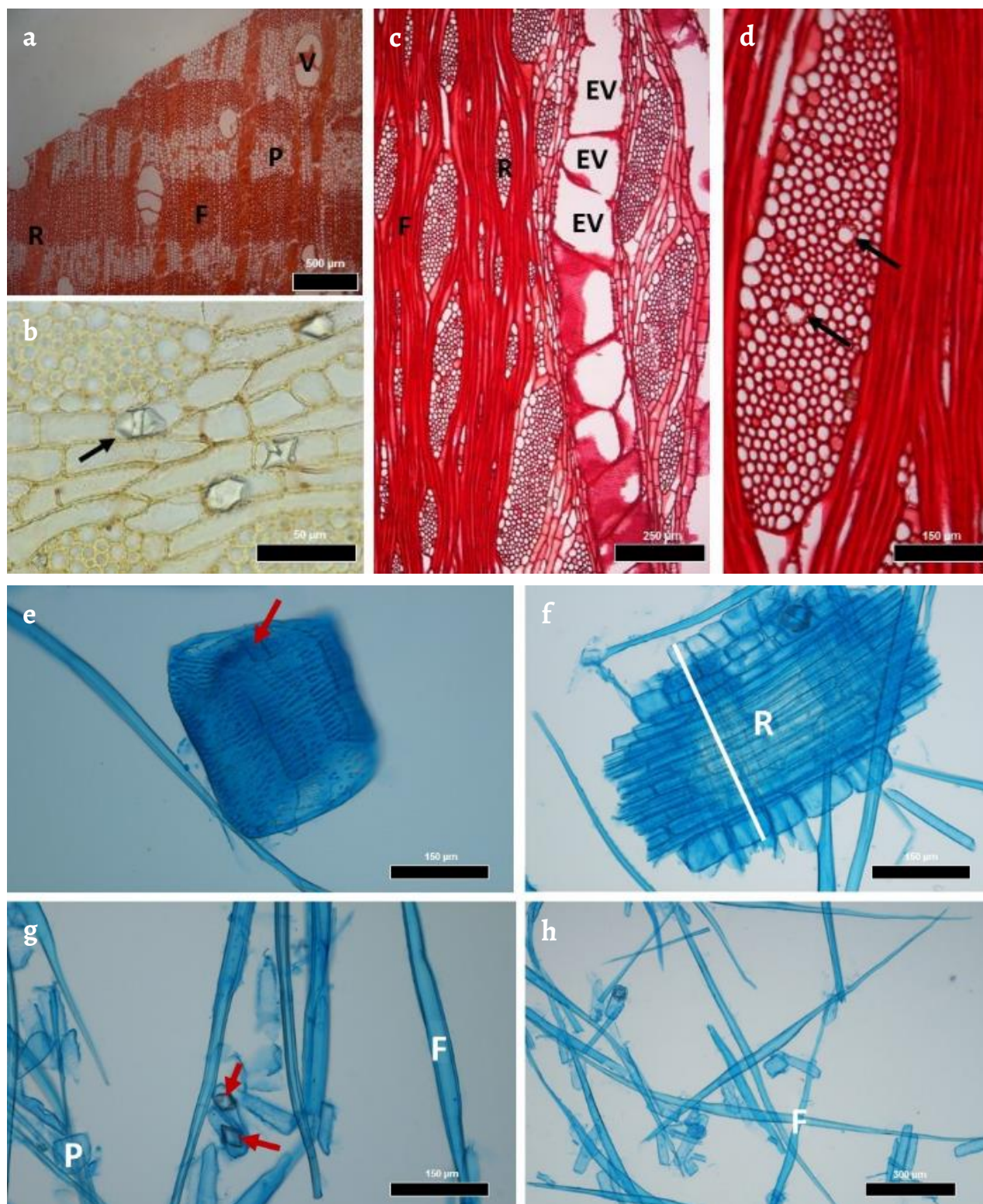


Figura 4. Observação ao microscópio ótico da amostra de madeira: em secção transversal: *a*) Vasos (V) parênquima axial (P), raio (R) e fibras (F); em secção tangencial: *b*) Cristais em célula de parênquima axial (seta); *c*) Elementos vasculares (EV) parênquima axial (P), raio (R) e fibras (F); *d*) Raios multisseriados com tubos taniníferos (setas); e das células individualizadas da madeira: *e*) Elementos de vaso com perfuração simples (setas); *f*) Raio heterocelular (R) com células prostradas e células quadradas e eretas nas margens; *g*) Células de parênquima (P) com um cristal grande (setas); *h*) Fibras (F).

Por fim, com algum material restante procedeu-se à dissociação de pequenos fragmentos da madeira numa solução 1:1 de 30 % H_2O_2 (peróxido de hidrogénio) e CH_3COOH (ácido acético glacial) numa estufa a 60 °C durante 48 horas. O material foi observado ao microscópio ótico e fotografado com uma camara digital, Nikon DS-F1c (Figura 4e-h).

Foram feitas algumas determinações quantitativas a partir do *software* Leica LAS v 4.2.0 acoplado à lupa. Nas amostras analisadas, quando possível, foi determinado o diâmetro, o comprimento dos elementos vasculares e a dimensão das pontuações intervasculares, por serem parâmetros de importância para a identificação da madeira.

Para a identificação da madeira seguiram-se as normas da Associação Internacional dos Anatomistas da Madeira [12] tendo-se também recorrido a base de dados [13] e bibliografia de referência [14-16].

Recolha e preparação de amostras de policromia

A observação minuciosa da superfície policromada do ataúde, com recurso a lentes de ampliação e a um microscópio digital Dino-Lite, permitiu mapear as diferentes zonas de cor existentes e assim selecionar as zonas a amostrar. Com bisturi foram recolhidas cerca de três amostras ($\approx 0,5 \text{ mm}^2$) representativas de cada cor, posteriormente montadas em secção transversal em resina de poliéster (AROPOL FS 1973) para observação e análise.

As amostras de policromia foram examinadas num microscópio de luz refletida Zeiss Axioplan 2, sob luz polarizada cruzada, e sob radiação ultravioleta. As imagens foram capturadas com o equipamento fotográfico digital Nikon DXM1200F, acoplado ao microscópio, e a sua aquisição e tratamento efetuados com o *software* ACT-1.

A análise elementar por μ -Espectroscopia de fluorescência de raios-X dispersiva de energias (μ -EDXRF) de cada zona de cor utilizou um espectrómetro portátil Bruker – ArtTAX Pro, operando com uma ampola de raios X com ânodo de molibdénio, sistema de policapilares para focagem do feixe de excitação e um detetor de silício com uma resolução de 160 eV para 5,9 keV (Mn-K α). O sistema de posicionamento preciso e o sistema de focagem do feixe de excitação permitem uma pequena área de radiação primária na amostra, $\approx 70 \mu\text{m}$ de diâmetro. Como condições de aquisição utilizou-se uma diferença de potencial 25 kV, intensidade de corrente de 300 μA e 100 s de tempo de aquisição. As análises foram realizadas sob atmosfera de hélio. Estes parâmetros foram programados através do *software* ArtTAX, versão 4.9.5.1, associado ao equipamento.

As análises de espectroscopia de μ -Raman foram realizadas num espectrómetro LabRaman 300 (Horiba Jobin Yvon) equipado com um microscópio, laser interno HeNe 632,8 nm e laser externo de 532 nm. Vários espectros de cada uma das diferentes zonas a caracterizar foram adquiridos usando objetiva Olympus de 50 \times e 100 \times , com resolução espacial de $\approx 4 \mu\text{m}$. A potência dos lasers foi controlada através do uso de filtros e o tempo de exposição foi entre 5 e 10 segundos por acumulação (com um total de acumulações entre 10 e 30). A linha de base dos espectros obtidos não foi corrigida.

Para o estudo dos ligantes utilizou-se a espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier com reflexão total atenuada (FTIR-ATR). Os espectros foram adquiridos com o espetrofotómetro Handheld 4300 Agilent, equipado com um divisor de feixe ZnSe, um interferómetro Michelson e um detetor DTGS termoelectricamente arrefecido. Importa referir que os espectros foram adquiridos com uma interface de reflexão total atenuada (ATR) com um cristal de diamante, 128 varrimentos e uma resolução de 4 cm^{-1} .

Resultados e Discussão

Estudo material e técnico

Suporte do ataúde

As *Figura 2, 3 e 4a-d* representam a estrutura do fragmento de madeira analisada com o microscópio digital Dino-Lite, à lupa, ao microscópio ótico e microscópioeletrónico e as *Figura 4e-h* ilustra as células individualizadas da madeira observadas ao microscópio ótico. A partir da

análise das imagens das [Figura 2 a 4](#) foi possível o registo das seguintes características anatómicas:

- Porosidade difusa; poros isolados ou agrupados radialmente (2-3); perfuração simples entre os elementos vasculares, pontuações intervasculares alternas a opostas redondas e poligonais de pequena dimensão, com valor médio de 4 (3-5) μm ; alguns poros com tilos;
- Elementos vasculares (elementos de vaso) visualizados com diâmetro médio de 165 (100-232) μm e o comprimento médio de 255 (187-315) μm ;
- Fibras não septadas de parede pouco espessada e comprimento médio 1402 (1068 - 1687) μm e dispostas em faixas tangenciais que alternam com faixas de parênquima axial;
- Parênquima em faixas largas tangenciais (mais de três células em altura);
- Raios heterocelulares de células prostradas e eretas ou quadradas nas margens; duas classes de raios multisseriados uns de 2-4 células e outros mais largos de 4 -10 células ou > 10 células em largura;
- Tubos taniníferos nos raios;
- Alguns cristais prismáticos isolados em células normais de parênquima axial e radial (nascélulas marginais).

A estrutura da madeira analisada enquadra-se no género *Ficus* sp. pertencente à família Moraceae [17]; duas espécies pertencentes a este género são assinaladas para a construção de ataúdes no Egipto, frequentemente a espécie *F. sycomorus* L. [18-24] que inclui árvores de grande porte podendo atingir os 20 m de altura [25] e menos referenciada a *F. carica* L. [26] representando árvores menores com 4-6 m de altura [16].

A estrutura anatómica das duas espécies assemelha-se em muitos aspetos, nomeadamente no que se refere a características qualitativas como o tipo de porosidade, o agrupamento e a disposição de poros (secção transversal do elemento de vaso), a placa de perfuração dos elementos vasculares (elementos de vaso), a distribuição do parênquima axial e das fibras no plano lenhoso, a natureza dos raios, entre outros.

A distinção de camadas de crescimento é um aspeto estrutural que diferencia as duas espécies. As camadas de crescimento não foram facilmente identificadas nos fragmentos de madeira analisados em laboratório, dada a pequena dimensão da amostra; contudo, através de imagens captadas pelo Dino-Lite numa superfície do ataúde, foi possível verificar diferenças na largura das faixas de parênquima axial e fibras ([Figura 2a](#)). As camadas de crescimento são descritas como distintas em *F. carica* L. e indistintas ou dificilmente distintas em *F. sycomorus* L. [13-14] sendo neste caso, marcadas pela progressiva alteração da largura das faixas de parênquima axial e fibras, no planolenhoso [14].

Na amostra em estudo, observaram-se faixas de parênquima axial, na maioria superiores a seis células em largura ([Figura 2b, 3a-b e 4a](#)). O parênquima disposto em faixas tangenciais de duas a seis células em largura é descrito em *F. carica* L. de seis a 20 células em *F. sycomorus* L. [14].

Segundo a literatura, outra característica diferenciadora é a presença de cristais prismáticos geralmente solitários, os maiores nas células dos raios e os menores e abundantes em células de parênquima septadas em *F. carica* L. [13-14]; e cristais solitários prismáticos presentes sempre em células normais de parênquima radial e axial em *F. sycomorus* L. e nunca em células septadas [14]. Nos fragmentos analisados não foram observados cristais em células septadas de parênquima e nunca se observaram séries cristalíferas. Os cristais apresentaram-se sempre em células normais de parênquima ([Figura 4b e 4g](#)).

Assinale-se ainda a presença de tubos secretores nos raios de maior dimensão ([Figura 4d](#)), característica essa descrita em *F. sycomorus* [14].

A análise quantitativa da madeira permitiu as seguintes observações:

- O comprimento médio dos elementos vasculares determinados na amostra analisada de 255 (187- 315) μm está dentro dos valores referidos em bibliografia para *F. carica* L.: de 280 (160-360) μm [14], 275 μm [17] e (≤ 350 μm) [13]; já *F. sycomorus* L. apresenta elementos

vasculares bastante mais compridos com valores de 490 (320-680) μm [14] e 350 - 800 μm [13];

- A dimensão média das pontuações intervasculares determinada na amostra analisada foi de 4 (3-5) μm ; estes valores estão dentro dos indicados em *F. carica* L. de 4-6 μm [14], mais pequenas do que as referenciadas em *F. sycomorus* L., cujos valores variam entre 7 e 9 μm [14];
- A existência de duas classes de raio: uns de 2-4 células em largura e outros de 4 a mais de 10 células em largura. Raios de maior dimensão superior a 10 células em largura são descritos em *F. sycomorus* L. [13-14];
- O diâmetro médio dos elementos vasculares determinado nos fragmentos analisados foi de 165 (100-232) μm e o comprimento médio das fibras foi de 1402 (1068-1687) μm , valores semelhantes aos indicados para *F. sycomorus* L. [14].

A análise e interpretação destes dados quantitativos deve, no entanto, ser cautelosa, dado o número muito reduzido de determinações feitas, resultante da pequena dimensão da amostra disponibilizada para estudo. A idade da árvore ou a condição do seu crescimento, são fatores importantes na avaliação da variação quantitativa da estrutura anatômica da madeira e, no presente caso, esses dados não são conhecidos.

De acordo com o exposto e tendo sempre presente as grandes limitações que são impostas no trabalho de identificação de uma madeira, onde a amostra possível para análise é de reduzida dimensão não permitindo visualizar certas características de diagnose, identificou-se a amostra como pertencente ao género *Ficus*. As faixas largas de parênquima axial, o dimorfismo dos raios, a presença de tubos secretores nos raios largos são características que se enquadram na estrutura da madeira da espécie *F. sycomorus* L.

De acordo com a ainda escassa literatura técnica é possível reter o recurso frequente à construção de objetos com diferentes peças unidas entre si e que as árvores mais exploradas durante o Egipto faraónico terão sido a figueira mais precisamente a espécie *Ficus sycomorus* L., a tamargueira (*Tamarix nilotica*, *Tamarix africana* Poir) e a acácia (*Acacia nilotica* L.) [26-27].

A espécie *Ficus sycomorus* L. podia ser encontrada na África tropical e no vale do Nilo, estendendo-se pelas terras baixas de Israel, ao longo das costas orientais do Mar Vermelho, até ao Iémen e Omã [26]. É considerada uma espécie importante em termos religiosos para a civilização egípcia, uma vez que os seus frutos estavam associados à deusa mãe, Nut, portadora de vida e de regeneração [28].

A análise detalhada do objeto permite concluir que o ataúde foi produzido a partir de várias peças com diferentes dimensões das quais existem atualmente 13. É perceptível a falta de vários elementos, nomeadamente as duas peças do toucado e ainda as várias que compoem o pedestal e a zona dos pés, verificando-se as zonas de fratura correspondentes e que se adequam ao formato comum e esperado para este tipo de ataúde (Figura 5).

Constatou-se que o ataúde apresenta uniões distintas entre as diferentes peças em madeira - definitivas e provisória - bem como a utilização de duas técnicas de encaixe para conseguir essas uniões, nomeadamente cavilha de secção quadrada, e dupla caixa e espiga solta travada com cavilha. A técnica de cavilha de secção quadrada e a técnica de dupla caixa e espiga solta travada com duas cavilhas são utilizadas para as uniões definitivas. Já para a união provisória é utilizada a técnica de dupla caixa e espiga solta travada com apenas uma cavilha (Figura 6).

Nas zonas de união definitiva, as cavilhas foram utilizadas para as ligações verticais e de topo e as dupla caixa e espigas soltas travadas com duas cavilhas utilizadas essencialmente para conseguir pranchas de maior largura, nomeadamente na tábua do fundo do ataúde e a da tábua superior da tampa (Figura 6 e 7). Em algumas das uniões definitivas e como reforço das técnicas de encaixe verificou-se a utilização de um adesivo, que por FTIR-ATR indica ser de natureza vegetal, à base de um polissacarídeo, devido à presença de bandas características deste composto: banda larga de distensão dos grupos OH a ca. 3336 cm^{-1} e o sinal estruturado e típico da distensão dos grupos C-O na região entre 1150-1010 cm^{-1} [29] (Figura 8a).

Relativamente à união provisória foi utilizada a dupla caixa e espiga solta travada apenas por uma cavilha na parte inferior do caixão que permitiu e permite abrir e fechar o ataúde (Figura 6 e 7).



Figura 5. Lacuna do suporte na zona do pedestal e dos pés.

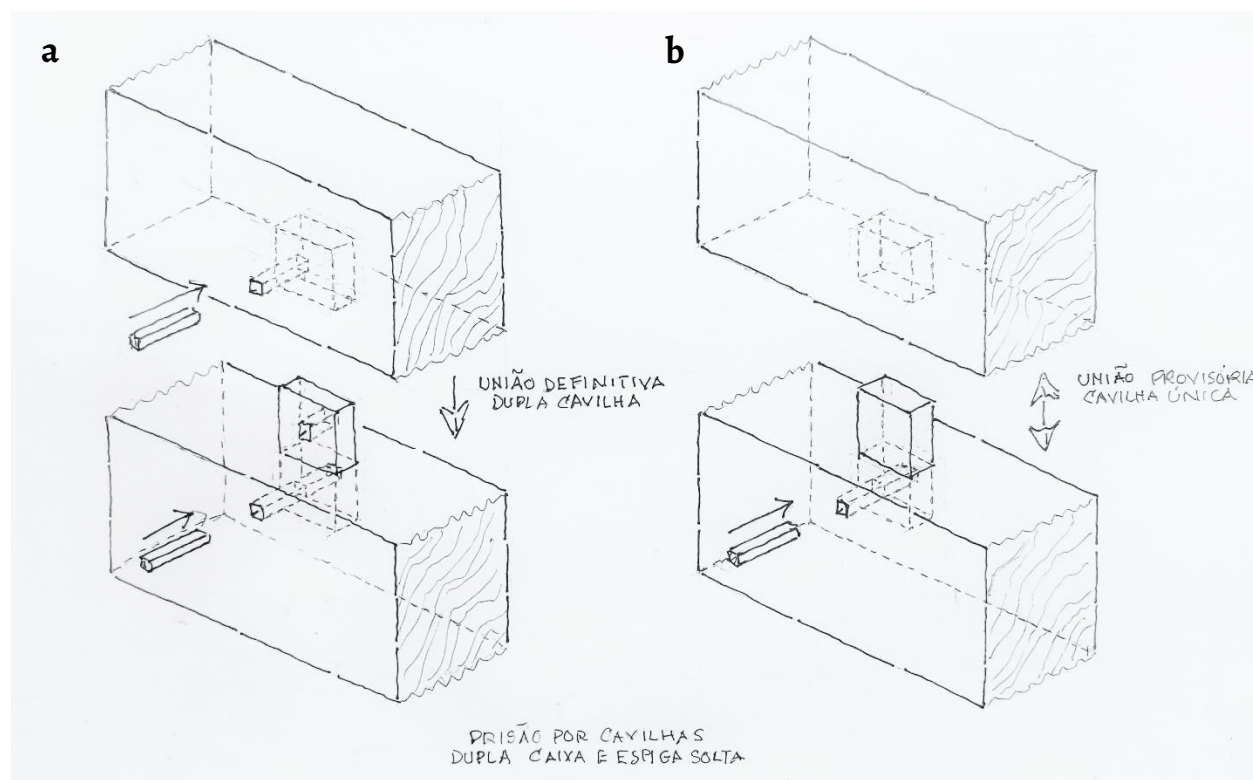


Figura 6. Técnicas de encaixe dupla caixa e espigas soltas travadas com cavilha: a) Sistema de união definitiva com dupla cavilha e b) Sistema de união provisória com cavilha única. Desenho realizado por Arq. António Reis Cabrita.

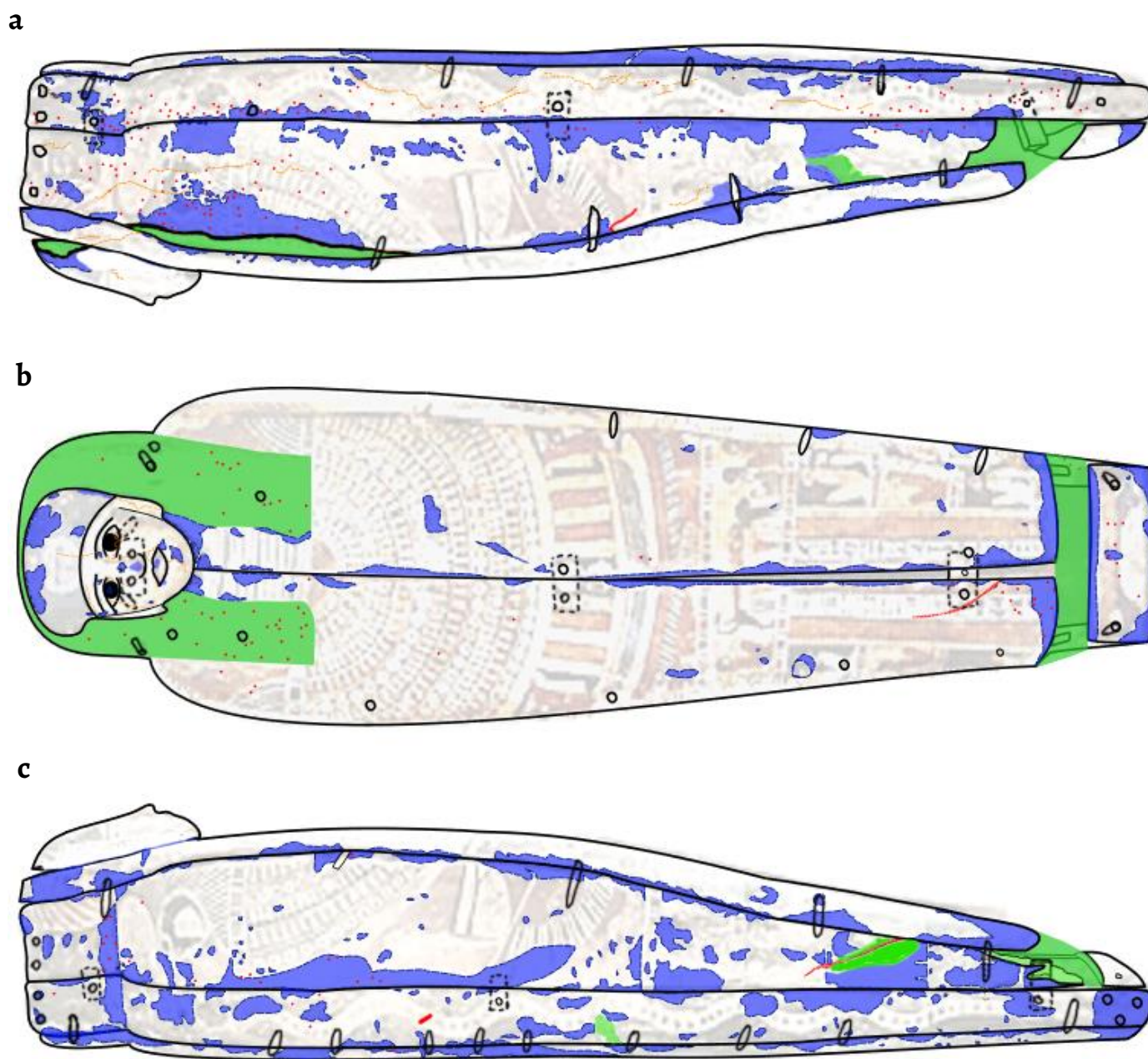


Figura 7. Desenho da técnica de construção do suporte e mapeamento de patologias (verde- lacunas do suporte; azul- lacunas e desgaste na policromia; vermelho- fraturas, fissuras no suporte (linhas), ataque xilófago (ponteados): *a*) vista lateral esquerda; *b*) vista de cima; *c*) vista lateral direita. Desenho realizado por Vera Martins.

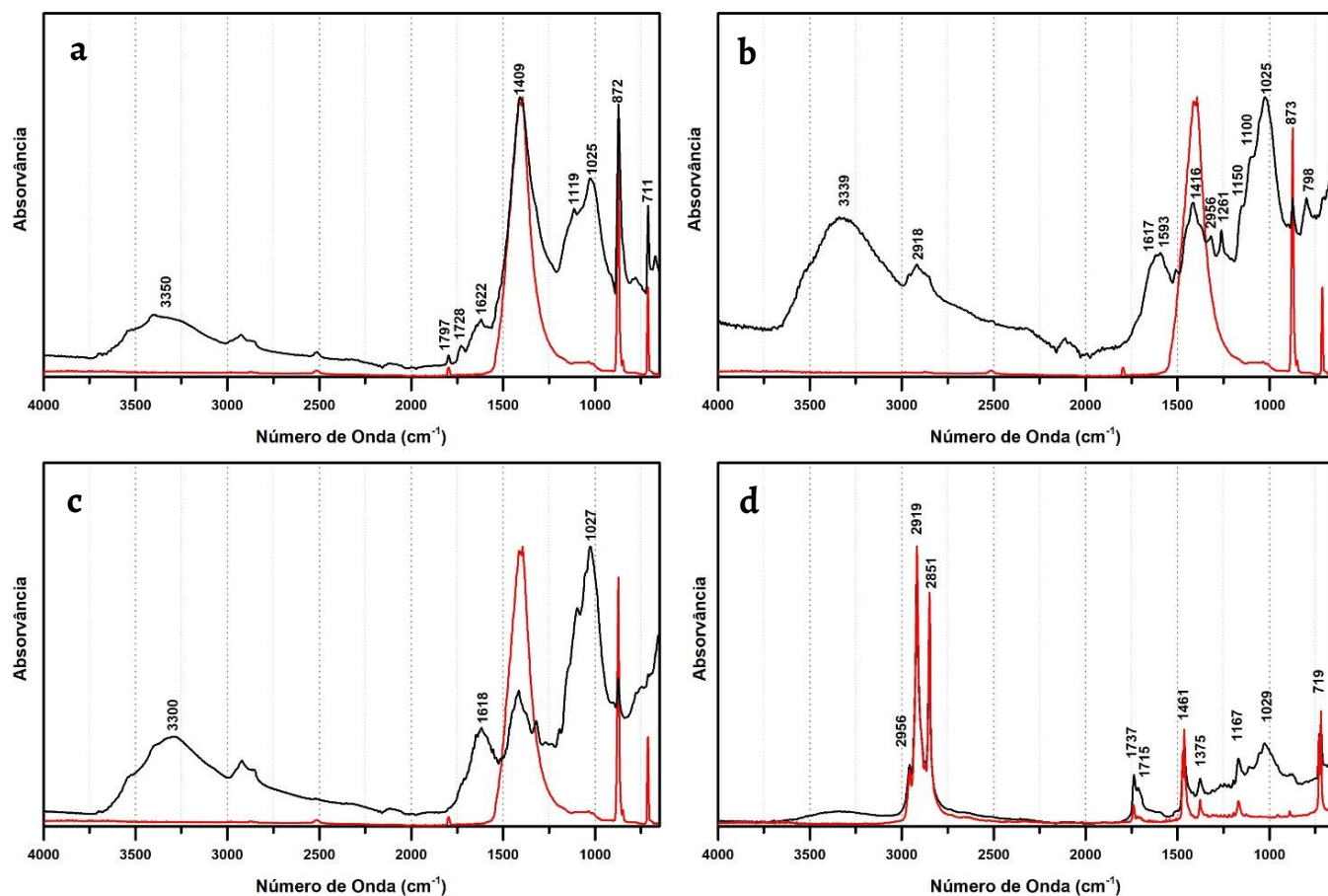


Figura 8. Espectros de FTIR-ATR de amostras recolhidas do ataúde egípcio do Museu Arqueológico do Carmo (a preto): a) adesivo, com bandas indicativas da presença de uma goma vegetal e de calcite; b) camada de preparação, com bandas indicativas da presença de uma goma vegetal e de calcite; c) zona de policromia vermelha, com bandas atribuídas à calcite e indicativas de uma goma vegetal; d) materiais de restauro, com bandas atribuídas à cera de abelha; E de materiais de referência da base de dados material do DCR FCT NOVA (a vermelho): carbonato de cálcio (a-c); e da cera de abelha virgem (d).

A preparação do suporte pictórico

Sobre a madeira verificou-se a utilização de uma dupla camada de preparação a cobrir a superfície exterior do ataúde. A primeira camada, aplicada de forma muito irregular, apresenta uma carga com granulometria de grandes dimensões e muito acima do que é comum, criando uma textura bastante marcada na policromia o que, no entanto, parece não ter representado uma preocupação (Figura 9a-b). Esta camada de cor bege funciona como primeira camada de preparação para toda a policromia, mas também como massa de preenchimento em algumas zonas (Figura 10). Tratam-se das zonas de junção das diferentes peças de madeira que compõem o ataúde e das zonas de grande imperfeição da madeira, com o objetivo de criar uma superfície única. Esta operação parece justificar-se dadas as irregularidades do suporte de madeira e o não alinhamento perfeito entre as peças constituintes. Outra justificação para a utilização deste material poderá ter sido a intenção de produzir um sistema de multicamada que melhor protegesse a policromia dos movimentos naturais do suporte [30], ou ainda de produzir uma superfície com textura. É importante referir que não foi possível concluir se o desalinhamento das peças de madeira, assim como a utilização da massa de preenchimento, são características originais ou se ocorreram numa fase posterior de reutilização do objeto. Tal significaria que igualmente a policromia não seria original por se encontrar sobre estas zonas de preenchimento.



Figura 9. a) Detalhe da superfície policromada com área correspondente à imagem de microscópio Dino-Lite marcada pelo retângulo branco; b) Imagem de microscópio Dino-Lite da superfície policromada, em luz rasante, onde é possível observar textura resultante da primeira camada de preparação.



Figura 10. Massa de preenchimento de cor bege aplicada em zonas de junção de peças em madeira.

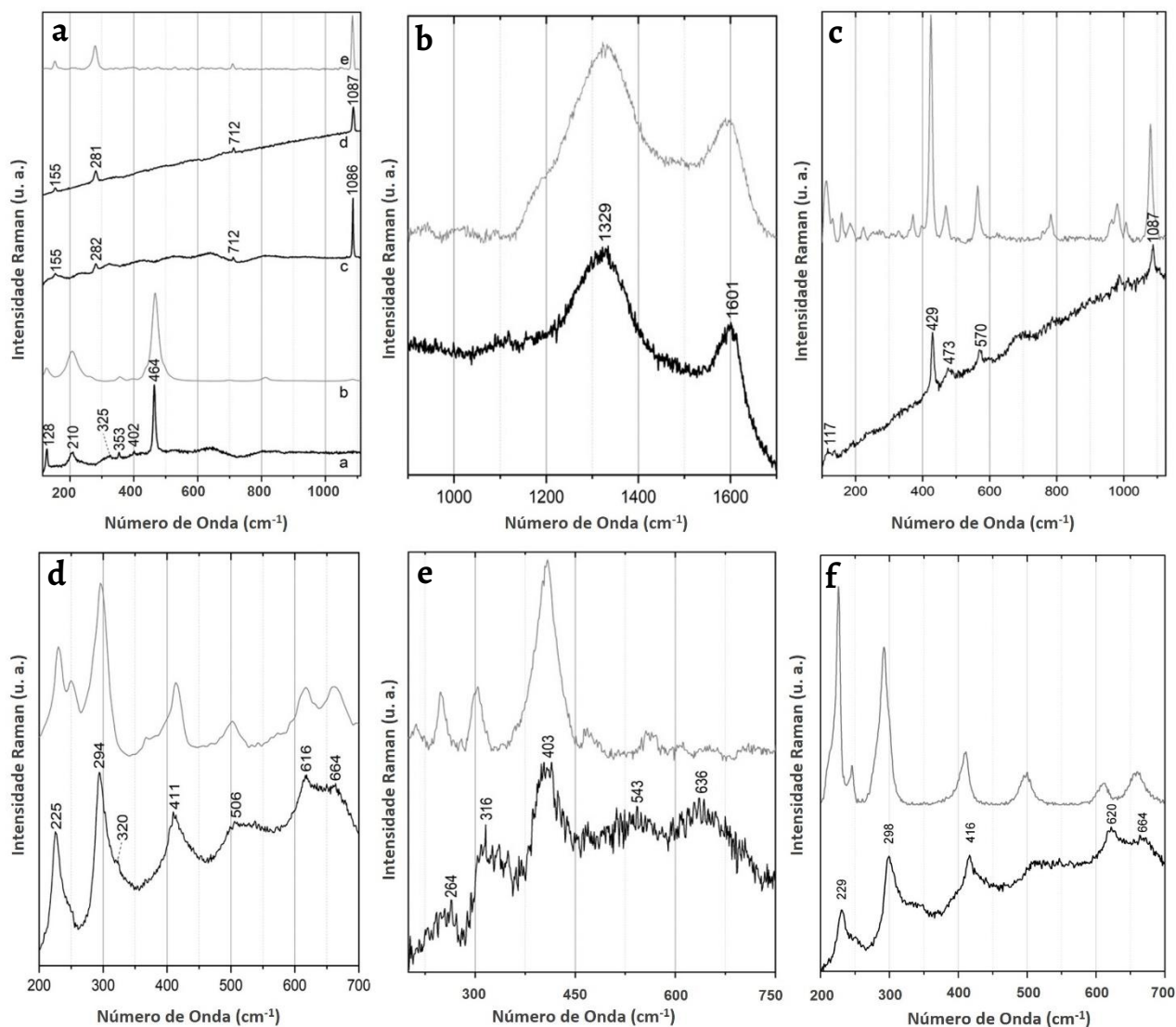


Figura 11 Espectros μ -Raman da: a) primeira camada de preparação/massa de preenchimento, sílica (a), e espectro de referência de sílica (b) [31], grão de calcário (c), espectro da segunda camada de preparação, de calcite (d) e espectro de referência da calcite (e) [32]; b) camada de cor preta, de negro de carbono (a preto) e espectro de referência de negro de carbono (a cinzento) [33]; c) camada de cor azul, de azul egípcio (a preto) e espectro de referência de azul egípcio (a cinzento) [34]; d) camada de cor vermelha, de hematite (a preto) e espectro de referência de hematite (a cinzento) [35]; e) amostra de carnação, de goethite (a preto) e espectro de referência de goethite (a cinzento) [36]; f) amostra de carnação, de hematite (a preto) e espectro de referência de hematite (a cinzento) [37].

As análises de μ -Raman e μ -EDXRF permitiram identificar como cargas constituintes desta primeira camada alguma sílica (SiO_2) e a calcite (CaCO_3) (Figura 11a), assim como o elemento ferro e outros elementos em quantidades vestigiais (Figura 12a). Por observação ao microscópio parece poder tratar-se de uma pasta de calcário moído [38] (com minerais associados ricos em ferro), colocando-se também a hipótese da possível adição de filossilicatos ricos em ferro a este calcário moído. Sobre esta primeira camada de preparação foi aplicada uma segunda camada, mas de granulometria fina e de cor branca onde foi unicamente identificada a calcite (Figura 11a).

Os resultados apresentados no relatório do LJF apenas referem a utilização de uma camada de preparação e identificam a carga como sendo cré, não apresentando, no entanto, justificação que o comprove. Também no presente trabalho as técnicas utilizadas não permitem concluir se a calcite identificada tem origem no calcário ou na sedimentação de cocólitos (i.e. cré).

Contrariamente à identificação de cola animal referida no relatório do LJF, como ligante em ambas as camadas de preparação, a análise por FTIR-ATR detetou como perfil mais intenso, a

presença de bandas atribuíveis a uma goma vegetal por FTIR-ATR (Figura 8b). Esta conclusão deve-se à ausência de bandas de intensidade média a c. 1650 e 1540 cm^{-1} , típicas das ligações amida das proteínas presentes nas colas animais [39], e à presença de bandas de elevada intensidade, características dos polissacarídeos: banda larga de distensão dos grupos OH a $\approx 3336\text{ cm}^{-1}$ e o sinal estruturado e típico da distensão dos grupos C-O na região entre 1150 - 1010 cm^{-1} [29]. As restantes bandas são atribuíveis à presença de carbonato de cálcio. O carbonato de cálcio é caracterizado por bandas no infravermelho a ≈ 1420 , ≈ 880 e $\approx 712\text{ cm}^{-1}$, atribuídas à distensão assimétrica C-O, distensão simétrica C-O e à deformação no plano O-C-O, respetivamente [40].

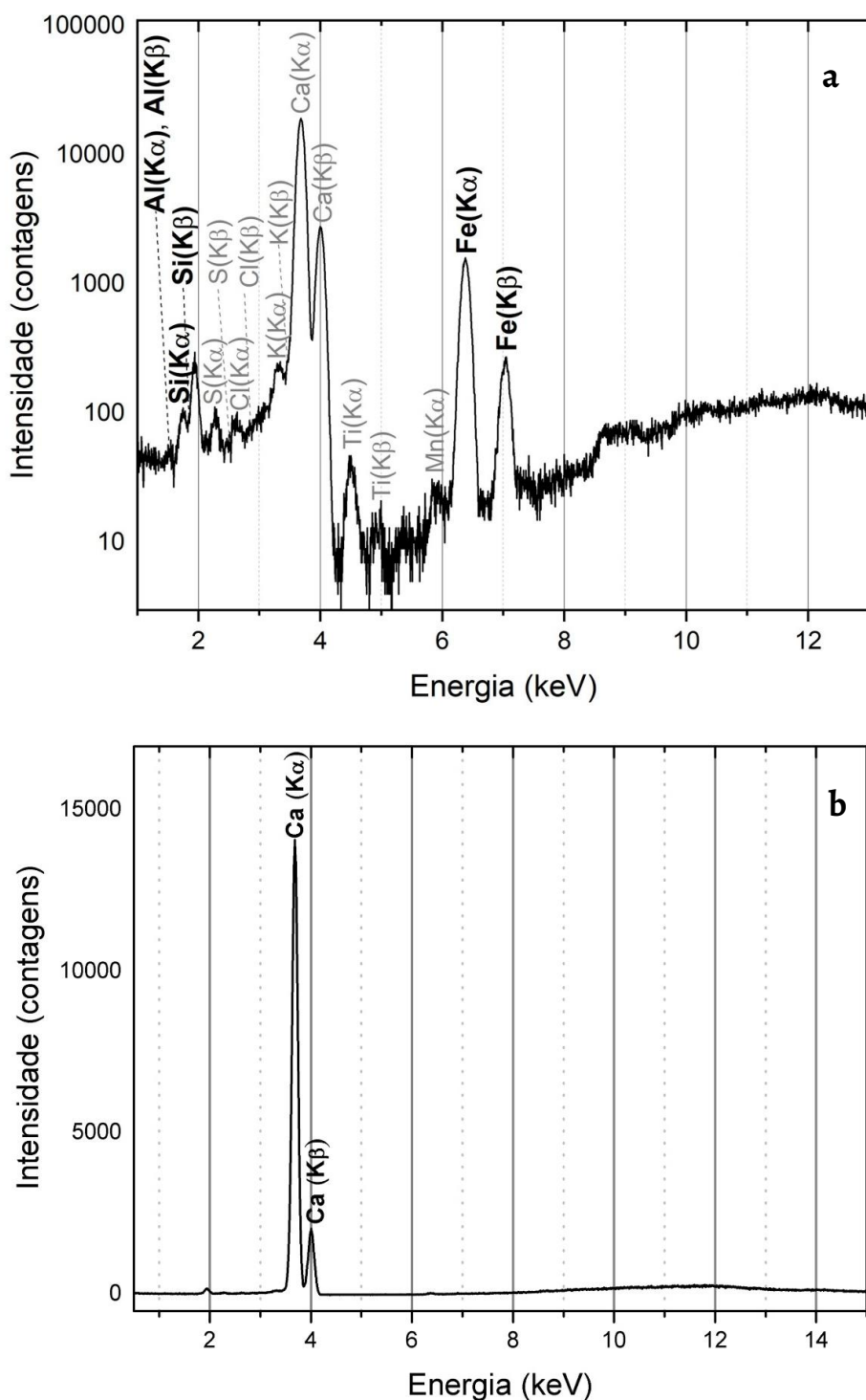


Figura 12. Espectros de μ -EDXRF: *a*) da primeira camada de preparação/massa de preenchimento e *b*) de uma amostra de carneção do atáide revelando a ausência do elemento chumbo.

A utilização de camadas de preparação é uma técnica não só tradicional no Antigo Egipto mas uma técnica que em policromia sobre madeira perdurou no tempo até pelo menos ao século XIX. Também no que refere ao material utilizado – a calcite – este é o material de uso mais comum neste período. No que diz respeito aos ligantes a literatura técnica é bem mais escassa e apesar de existirem diversas referências ao uso de goma vegetal, que afirmam tratar-se de um material tradicional a par com a cola animal, não é ainda possível tecer muitas considerações sobre o seu uso [41-42].

As camadas de policromia

Na decoração deste ataúde sobre a preparação verificou-se a existência de um desenho preparatório rigoroso a preto que guiou e delimitou as zonas decoradas com cinco cores.

No que diz respeito à cor branca é importante referir que em nenhuma das amostras recolhidas de branco ou da face do ataúde foi identificada a utilização do branco de chumbo, $(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, como vem referido no relatório técnico do LJF. A totalidade destas amostras foram analisadas por μ -EDXRF e por μ -Raman, sem que nenhuma revelasse a presença do elemento chumbo ou do pigmento branco de chumbo (Figura 11 e 12b). A confirmar-se a presença deste pigmento tal poderia significar a produção do ataúde durante o período ptolemaico - período a partir do qual o branco de chumbo é um pigmento relativamente comum e como sugere a decoração dos lábios referida por Araújo - ou a utilização precoce deste pigmento, no caso do ataúde pertencer à Época Baixa. No entanto as análises efetuadas identificaram a utilização da técnica tradicional a todas as fases do Egipto faraónico que consiste em deixar visível a camada de preparação. Assim, a camada de preparação apresenta esta função dupla, a de preparação e a de proporcionar a cor branca.

O estudo analítico por espectroscopia de μ -Raman das amostras de policromia preta, empregues tanto na realização do desenho preparatório, como nos contornos e hieróglifos do ataúde, indicam a utilização de negro de carbono, C (Figura 11b). Tal é concordante com os resultados reportados na literatura técnica sobre os pigmentos utilizados na produção da cor preta [41, 43], bem como com os resultados reportados no relatório de 1983 do LJF sobre o mesmo ataúde, onde se reporta a utilização de “carvão”.

A análise da cor azul por μ -Raman indicou a utilização de azul egípcio, $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$ (Figura 11c), o pigmento azul mais utilizado no Antigo Egipto [41, 43]. Este é considerado o primeiro pigmento sintético existindo ainda dúvidas sobre a responsabilidade da sua produção original, se terá ocorrido no Egipto ou na Mesopotâmia [44]. Existem evidências de que foi utilizado em ambas as regiões e de que a sua utilização se difundiu até à costa norte do Mediterrâneo incluindo a atual Itália, tendo sido o pigmento azul dominante nesta zona e noutras partes da Europa durante um longo período, até ao final da antiguidade clássica, quando entrou em franco declínio, levando ao esquecimento completo das técnicas envolvidas na sua produção [41]. Importa referir que em nenhuma das amostras foi identificado um corante azul, reportado no relatório de 1983, o que mais uma vez a confirmar-se seria muito significativo na medida em que, na literatura técnica, a referência à sua utilização antes do período romano é quase inexistente [41, 45].

Relativamente às zonas de policromia vermelha pode concluir-se que os artesãos, também de acordo com a tradição, utilizaram o ocre vermelho (rico em hematite) para a obtenção desta cor [41, 43]. As análises à cor vermelha identificaram a hematite, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (Figura 11d). Ao contrário do que é reportado no relatório do LJF em nenhuma das zonas vermelhas analisadas foi identificada a utilização de vermelhão (HgS). Tal como no caso do branco de chumbo e do corante azul, a confirmação da presença do vermelhão seria de grande relevância, na medida em que a utilização deste pigmento remete para cronologias a partir do período ptolemaico [10].

No que diz respeito à carnação de tom amarelado coloca-se a hipótese ter sido utilizada uma camada muito fina de ocre amarelo, sob uma camada final de verniz do mesmo tom. Esta hipótese resulta da observação por microscopia do que parecem ser vestígios de um verniz que

fluoresce sob radiação UV, sobre uma finíssima camada de cor que apresenta escassas partículas de pigmentos; bem como da identificação de goethite, α -FeOOH, através das análises de μ -Raman, nessa fina camada de cor (Figura 11e). Para além da goethite foram também identificados a hematite, α -Fe₂O₃, (Figura 11f), possivelmente hematite rica em magnetite, Fe₃O₄, identificada pela banda entre os 610 e os 690 cm⁻¹ mais acentuada sempre que se adquiriram espectros nas partículas de cor preta; e o gesso, CaSO₄·2H₂O, identificado pela banda a 1009 cm⁻¹, provavelmente impurezas geológicas do ocre amarelo (os espectros da hematite rica em magnetite e do gesso apresentam bandas muito pouco intensas e portanto não são aqui apresentados). No entanto, é importante referir que apesar da observação cuidada da superfície da carnação e de terem sido retiradas três amostras, só numa foi possível observar vestígios da existência de uma fina camada de cor e o que parece tratar-se de resíduos de uma camada de resina do mesmo tom. A dificuldade da confirmação destes resultados decorre não só do estado de conservação desta zona de policromia (onde dificilmente se vislumbram zonas de cor) mas também provavelmente da intervenção de restauro de 1983, limpeza e utilização de cera de abelha (ver abaixo), que interfere nos resultados analíticos destas amostras. Apesar de não existir um estudo sistemático referente à identificação de vernizes em policromias egípcias que permitam avançar com mais conclusões alguns dos estudos referem a utilização de verniz sobre as policromias, onde identificam essencialmente a resina mástique [41]. A comparação com o relatório técnico de 1983 revela resultados coincidentes na identificação do ocre, no entanto não se confirmou a utilização do branco de chumbo e do 'carvão' na policromia da carnação.

Neste atáide, tal como para as camadas de preparação foi detetada uma goma vegetal como ligante nas policromias. Estes resultados foram obtidos por análises de FTIR-ATR a amostras de cor vermelha e de cor preta (Figura 8c). A atribuição das bandas foi já descrita acima, sendo de destacar que os espectros adquiridos nestas camadas detetaram uma grande contribuição do carbonato de cálcio, sendo que são essas as bandas mais intensas do espectro, seguidas das bandas do perfil característico dos polissacarídeos com uma banda larga centrada a ≈ 3350 cm⁻¹ e uma banda de intensidade média entre 1150-1010 cm⁻¹ [29]. Em nenhum dos casos foram detetadas bandas que possam indicar a presença clara de óleo como ligante, como é reportado no relatório técnico de 1983. Apesar de ser detetada uma banda de muito baixa intensidade a ≈ 1728 cm⁻¹, o perfil característico dos C-H dos triglicéridos dos óleos a ≈ 2920 e ≈ 2850 cm⁻¹ não é detetado, e os óleos apresentam grupos carbonilo com frequências geralmente mais altas, a ≈ 1740 cm⁻¹ [46].

Intervenções de restauro, estado de preservação e condições de exposição

Relativamente às intervenções de restauro realizadas neste atáide, o MAC não dispõe de nenhuma informação sobre os materiais e procedimentos utilizados. Sabe-se que a primeira intervenção realizada por volta de 1983 nas instalações do LJF se limitou à face do objeto. E, segundo a publicação de 2012, compreendeu a 'limpeza da policromia, remoção da cola animal degradada' (supõe-se que do verso da face), 'tratamento de desinfestação curativo e preventivo do suporte, reforço do suporte em zonas de lacuna volumétrica, fixação da policromia e integração de lacunas e das zonas intervencionadas' [7, p.840]. Uma segunda intervenção que ocorreu no MAC entre 1996-2001 (intervenção realizada por uma equipa externa) envolveu já a totalidade do objeto da qual não existe relatório. O estudo analítico de micro-amostras permitiu identificar um dos materiais de restauro, a cera de abelha (Figura 8d), presente sobre toda a superfície da face que terá sido aplicada na intervenção de restauro em 1983. A cera de abelha, composta por hidrocarbonetos, ácidos gordos e ésteres, apresenta um espectro muito característico com bandas de distensão do -CH₂ a ≈ 2920 e ≈ 2850 cm⁻¹ e de deformação do -CH₂ a ≈ 1460 e ≈ 720 cm⁻¹, típicas dos hidrocarbonetos; e uma banda de distensão do C=O a ≈ 1735 cm⁻¹ típica dos ésteres, com um ombro a ≈ 1710 cm⁻¹, atribuída aos ácidos gordos; e uma banda de distensão dos C-O a ≈ 1170 cm⁻¹, típica dos ésteres [47].



Figura 13. Detalhes do ataúde onde se observam diferentes patologias: *a)* Desalinhamento e perda de algumas peças do suporte; *b)* Perda de policromia; *c)* Fraturas e fissuras no suporte; *d)* Ataque xilófago; *e)* Perda de policromia na zona do texto.

No que diz respeito ao estado de preservação do ataúde é provável que tanto as sucessivas deslocações a que foi sujeito, como o tipo de construção envolvendo várias peças de madeira possam ter tido implicações no seu atual estado de preservação. É certo que a utilização de diversas tábuas vulnerabiliza significativamente o objeto, tornando-o mais suscetível à perda de material. As flutuações de humidade relativa induzem no suporte higroscópico movimentos de expansão e contração distintos que terão sido responsáveis pelo desalinhamento e perda de algumas peças do suporte, bem como perda de policromia (Figura 13). O suporte de madeira apresenta ainda fraturas, fissuras e evidências de ataque xilófago embora inativo. É importante referir que as diversas patologias comprometem não só a estabilidade do objeto, mas também a leitura dos textos que o compõem.

A estrutura instável do objeto e a presença da múmia impedem ainda a visualização da policromia presente no reverso da arca porque obrigam à sua exposição na horizontal. Atualmente o ataúde encontra-se exposto no interior de uma vitrine robusta desenhada especificamente para receber o ataúde egípcio e a sua múmia, na sala 4 do MAC (produzida com assessoria do Dr. Matthias Tissot pela empresa *Smart Vitrinas*). Relativamente às condições ambientais (temperatura (T) e humidade relativa (HR)), no interior da vitrine mantêm-se valores estáveis de cerca de 54 % de HR e 20 °C de T enquanto no espaço exterior os valores variam entre os 62-70 % de HR e 20 °C de T, e os valores relativos à iluminação são de 78 Lux. Por indicação de Célia Pereira, conservadora do MAC, a aquisição da vitrine teve como principal objetivo prevenir possíveis danos voluntários ou involuntários provocados pelos visitantes, mas também minimizar o impacto da poluição e das variações das condições ambientais de T e HR.

Conclusão

Os estudos já existentes do ataúde egípcio do MAC haviam permitido identificar um contexto histórico e geográfico de produção deste ataúde antropomórfico, nomeadamente que terá sido produzido entre a Época Baixa e o período ptolemaico (séculos VI-II AEC), possivelmente em Akhmim. O presente estudo interdisciplinar estabeleceu novas informações acerca deste objeto, enriquecendo assim o corpo de informação já existente.

Na construção do suporte do ataúde confirmou-se a presença de materiais e técnicas tradicionais para este tipo de objetos produzidos no Egipto nos períodos em questão. A madeira utilizada identificou-se como sendo do género *Ficus* sp, provavelmente da espécie *F. sycomorus* L. e as várias peças desta madeira foram unidas entre si por duas técnicas distintas de encaixe, cavilha e dupla caixa e espiga solta.

Relativamente ao seu revestimento policromo, a curiosa utilização de um material de granulometria grosseira na preparação do suporte e que resulta numa superfície texturada, não foi possível explicar devido à insuficiência de referências que permitiriam elaborar propostas sobre a intencionalidade desta técnica. Os materiais da cor, que compõem a paleta de cinco cores do ataúde, nomeadamente a calcite, o negro de carbono, os ocres amarelo e vermelho e o azul egípcio, são todos materiais de uso tradicional durante as possíveis cronologias de produção. O mesmo se aplica ao ligante identificado tanto na colagem de peças de madeira, nas camadas de preparação e nas de policromia: uma goma vegetal. Não foram identificadas misturas de pigmentos neste ataúde, sendo apenas de destacar a possível utilização de um verniz na carnação da face do ataúde, sobre uma finíssima camada de policromia contendo escassas partículas de cor.

É importante referir que os resultados do presente estudo não são coincidentes com os resultados de um estudo material já existente, do ano de 1983, à face do ataúde. Tal estudo identificou os pigmentos branco de chumbo e vermelhão na carnação e nos lábios, respetivamente, e ainda a utilização de um corante azul no toucado. A confirmação da presença destes pigmentos no ataúde do MAC seria de grande significado porque poderia indicar a

utilização mais precoce destes materiais (a tratar-se de um ataúde da Época Baixa) ou de se tratar de um ataúde do período ptolemaico, como sugere a decoração dos lábios referida por Araújo, ou ainda, de se tratar de uma policromia muito mais recente e fora do período do Antigo Egipto.

Em contraposição, os resultados do presente estudo indicam que os materiais e as técnicas utilizadas na produção deste artefacto são os tradicionalmente usados na Época Baixa, não existindo nenhum elemento que aponte em definitivo para a datação no período ptolemaico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Museu Arqueológico do Carmo a oportunidade de realizar este estudo. Os autores agradecem também ao Arq. António Reis Cabrita a realização de desenho técnico e ao Dr. Luis Araújo as informações prestadas. Este artigo foi escrito no âmbito projeto PTDC/ART-OUT/5992/2020 financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES e pelo Laboratório Associado para a Química Verde – LAQV (UIDB/50006/2020 e UIDP/50006/2020). A terceira autora agradece o contrato de investigação (DL57/2016/CP1382/CT0004) da FCT. O trabalho de análise e identificação da madeira foi suportado pelo projeto (UIDB/00239/2020) do Centro de Estudos Florestais (CEF) financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

REFERÊNCIAS

1. Cooney, K. M., 'Coffins, Cartonnage, and Sarcophagi', in *A Companion to Ancient Egyptian Art*, ed. M. K. Hartwig, Wiley-Blackwell, West Sussex (2015) 269-292.
2. Baines, J.; Lacovara, P., 'Burial and the dead in ancient Egyptian society: Respect, formalism, neglect', *Journal of Social Archaeology* 2(1) (2002) 5-36, <https://doi.org/10.1177/146960530200200159>.
3. Teeter, E., 'Religion and Ritual', in *A Companion to Ancient Egyptian Art*, ed. M. K. Hartwig, Wiley-Blackwell, West Sussex (2015) 328-343.
4. Araújo, L. M., 'Sarcófago e múmia egípcias', in *Museu Arqueológico do Carmo. Roteiro da Exposição Permanente*, eds. J. M. Arnaud e C. V. Fernandes, Associação dos Arqueólogos Portugueses, Lisboa (2002) 137-141.
5. Araújo, L. M., 'O sarcófago e a múmia egípcia', in *Construindo a Memória. As Coleções do Museu Arqueológico do Carmo*, eds. J. M. Arnaud e C. V. Fernandes, Associação dos Arqueólogos Portugueses, Lisboa (2005) 535-545.
6. Ribeiro, I., 'Ficha-Relatório Lab 1-80', incluída na pasta referente a uma cartonagem facial pertencente ao Museu de História Natural e da Ciência da Universidade do Porto, existente no arquivo do atual Laboratório José de Figueiredo (1983).
7. Murta, E., 'Experiência de egiptologia no Instituto de José de Figueiredo: Sarcófago, Múmias e Máscaras', in *Novos Trabalhos de Egiptologia Ibérica*, eds. L. M. Araújo e J. C. Sales, Instituto Oriental da Faculdade de Letras de Lisboa, Lisboa (2012) 831-840.
8. Perdu, O., 'Saites and Persians (664-332)', in *A Companion to Ancient Egypt*, ed. A. B. Lloyd, Wiley-Blackwell, West Sussex (2010) 140-158.
9. Vandorpe, K., 'The Ptolemaic Period', in *A Companion to Ancient Egypt*, ed. A. B. Lloyd, Wiley-Blackwell, West Sussex (2010) 159-179.
10. Kakoulli, I., 'Late Classical and Hellenistic painting techniques and materials: a review of the technical literature', *Studies in Conservation* 47(sup1) (2002) 56-67, <https://doi.org/10.1179/sic.2002.47.Supplement-1.56>.
11. Barbosa, A.; Pace, M.; Witovisk, L.; Angyalossy, V., 'A new method to obtain good anatomical slides of heterogeneous plant parts', *International Association of Wood Anatomists Journal* 31(4) (2010) 373-383, <https://doi.org/10.1163/22941932-90000030>.
12. Wheeler, E. A.; Baas, P.; Gasson, P. E., 'IAWA list of microscopic features for hardwood Identification', *IAWA Bulletin* 10(3) (1989) 219-332.
13. 'InsideWood' 2004-onwards, <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search> (acesso em 2021-06-17).
14. Fahn A.; Werker, E.; Bass, P., *Wood Anatomy and Identification of trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions*, Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem (1986).
15. Hather, J.G., *The Identification of the Northern European Woods – A guide for archaeologists and conservators*, Archetype Publications Ltd., London (2000).
16. Crivellaro A.; Schweingruber, F.H., *Atlas of Wood, Bark and Pith Anatomy of Eastern Mediterranean Trees and Shrubs with Special Focus on Cyprus*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2013).
17. Koek-Noorman, J.; Topper, S.M.C.; Welle, B.J.H. ter, 'The systematic wood anatomy of the Moraceae (Urticales) III. Tribo Ficeae', *IAWA Bulletin* 5(4) (1984) 330-334.
18. Abdrabou, A.; Abdallah, M.; Abd el Kader, M., 'Analytical study and conservation processes of a painted wooden Graeco-Roman coffin', *International Journal of Conservation Science* 6(4) (2015) 573-586, http://www.ijcs.uaic.ro/public/IJCS-15-40_Abdrabou.pdf.
19. Zidan, Y.; Hadidi, N.; Mohamed, M., 'Examination and analyses of a wooden face at the Museum storage at the Faculty of Archaeology, Cairo University', *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 16(2) (2016) 1-11, <https://doi.org/10.5281/zenodo.47538>.
20. Abdallah, M.; Abdrabou, A., 'Tutankhamen's small shrines (naoses): technology of woodworking and identification of wood species', *International Journal of Conservation Science* 9(1) (2018) 91-104, http://www.ijcs.uaic.ro/public/IJCS-18-08_Abdallah.pdf.
21. De Meyer, M., 'Reading a Burial Chamber: Anatomy of a First Intermediate Period Coffin in Context', in *Ancient Egyptian Coffins: Craft Traditions and Functionality*, eds. J.H. Taylor e M. Vandenbeusch, British Museum Publications on Egypt and Sudan 4, Peeters, Leuven (2018) 217-230.

22. Arbuckle, C., 'A Social History of Coffins and Carpenters in Ancient Egypt', Dissertação de Doutoramento, Department of Archaeology, University of California, Los Angeles (2018).
23. Afifi, H.; Hamed, S.; Mohamedy S.; Dawod, M., 'A Dating Approach of a Refundable Wooden Egyptian coffins lid', *Scientific Culture* **5**(1) (2019) 15-22.
24. Abdrabou, A.; Sultan, G. M.; Elkader M. A.; Kamal, H. M., 'Non-invasive wood identification on parts of King Horemheb's ritual couches (New kingdom)', *Conservar Património* **36**(2020) 12-19, <https://doi.org/10.14568/cp2019038>.
25. Hossain, M., 'A review on Ficus sycomorus: A potential indigenous medicinal plant in Oman', *Journal of King Saud University - Science* **31**(4) (2019) 961-965, <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.07.002>.
26. Gale, R.; Gasson, P.; Hepper, N.; Killen, G., 'Wood', in *Ancient Egyptian materials and technology*, eds. P. T. Nicholson e I. Shaw, Cambridge University Press, Cambridge (2000) 334-371.
27. Davies, W. V., 'Ancient Egyptian timber imports: an analysis of wooden coffins in the British Museum', in *Egypt, the Aegean and the Levant: Interconnections in the Second Millennium BC*, eds. W. V. Davies e L. Schofield, BMP, London (1995) 146-156.
28. Abdrabou, A.; Abdallah, M.; Kamal, H. M., 'Scientific investigation by technical photography, OM, ESEM, XRF, XRD and FTIR of an ancient Egyptian polychrome wooden coffin', *Conservar Património* **26** (2017) 51-63, <http://dx.doi.org/10.14568/cp2017008>.
29. Boyatzis, S. C.; Velivasaki, G.; Malea, E., 'A study of the deterioration of aged parchment marked with laboratory iron gall inks used FTIR-ATR spectroscopy and micro hot table', *Heritage Science* **4**(13) (2016) 1-17, <https://doi.org/10.1186/s40494-016-0083-4>.
30. Pombo Cardoso, I.; Pye, E., 'Preparing the foundation for stable gilding: scientific evaluation of the durability of Baroque gesso gilding grounds', *Journal of Archaeological Science* **79**(2017) 86-95, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.01.014>.
31. *The RRUFF Project: Raman – Quartzo*, <https://rruff.info/quartz/display=default/RO40031> (acesso em 2022-06-1).
32. *The RRUFF Project: Raman – Calcite*, <https://rruff.info/calcite/display=default/RO40070> (acesso em 2022-06-1).
33. Base de dados CHSOS – negro de carbono, <https://chsopensource.org/lamp-black-k-47250/> (acesso em 2022-06-1).
34. Base de dados CHSOS – azul egípcio, <https://chsopensource.org/egyptian-blue-k-10060/> (acesso em 2022-06-1).
35. *The RRUFF Project: Raman – Hematite*, <https://rruff.info/hematite/display=default/RO50300> (acesso em 2022-06-1).
36. Base de dados CHSOS – ocre amarelo, <https://chsopensource.org/yellow-ochre-k-40010/> (acesso em 2022-06-1).
37. *The RRUFF Project: Raman – Hematite*, <https://rruff.info/hematite/display=default/RO50300> (acesso em 2022-06-1).
38. Strudwick, H.; Dawson, J., *Death on the Nile: Uncovering the Afterlife of Ancient Egypt*, Fitzwilliam Museum in association with D Giles Limited, Cambridge, London (2016).
39. Carbó, M. D.; Martínez, V. P.; Adelantado J. G.; Reig, F. B.; Moreno, M. M., 'Fourier transform infrared spectroscopy and the analytical study of sculptures and wall decoration', *Journal of Molecular Structure* **410**(1997) 559-563, [https://doi.org/10.1016/S0022-2860\(96\)09749-9](https://doi.org/10.1016/S0022-2860(96)09749-9).
40. Andersen, F. A.; Brecevic, L., 'Infrared spectra of amorphous and crystalline calcium carbonate', *Acta Chem. Scand* **45**(10) (1991) 1018-1024, <https://doi.org/10.3891/acta.chem.scand.45-1018>.
41. Scott, D. A., 'A review of ancient Egyptian pigments and cosmetics', *Studies in Conservation* **61**(4) (2016) 185-202, <https://doi.org/10.1179/2047058414Y.0000000162>.
42. Newman, R.; Halpine, S. M., 'The binding media of ancient Egyptian painting', in *Colour and Painting in Ancient Egypt*, ed. W. V. Davies, The British Museum Press, London (2001) 22-32.
43. Lee, L.; Quirke, S., 'Painting materials', in *Ancient Egyptian Materials and Technology*, eds. P. Nicholson e I. Show, Cambridge University Press, Cambridge (2000) 104-119.
44. Hedegaard, S. B.; Delbey, T.; Brøn, C.; Rasmussen, K.L., 'Painting the Palace of Apries II: ancient pigments of the reliefs from the Palace of Apries, Lower Egypt', *Heritage Science* **7**(54) (2019), <https://doi.org/10.1186/s40494-019-0296-4>.
45. Heywood, A., 'The use of huntite as a white pigment in ancient Egypt', in *Colour and Painting in Ancient Egypt*, ed. W. V. Davies, The British Museum Press, London (2001) 5-9.
46. Vahur, S.; Teearu, A.; Peets, P.; Joosu, L.; Leito, I., 'ATR-FT-IR spectral collection of conservation materials in the extended region of 4000-80 cm⁻¹', *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **408**(13) (2016) 3373-3379, <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9411-5>.
47. Analytical Methods Committee AMCTB No. 103, 'Wax and wax-like materials – the what, where, and how in heritage collections', *Analytical Methods* **13** (2021) 2075-2078, <https://doi.org/10.1039/d1ay90035h>.

RECEBIDO: 2022.2.24

REVISTO: 2022.7.28

ACEITE: 2022.10.13

ONLINE: 2022.12.30



Licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.
Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>