

ESTÁTUA EQUESTRE D. JOSÉ I

Intervenção de Conservação e Restauro



O TERRAMOTO

THE EARTHQUAKE

A 1 de novembro de 1755, um violento terramoto, seguido de um maremoto e um pavoroso incêndio, arrasaram o centro de Lisboa, destruindo todas as construções do Terreiro do Paço. A tragédia, que teve uma repercussão mundial, permitiu a reconstrução da cidade com princípios urbanísticos e técnicos inovadores.

A 1 de novembro de 1755, um violento terramoto, seguido de um maremoto e um pavoroso incêndio, arrasaram o centro de Lisboa, destruindo todas as construções do Terreiro do Paço. A tragédia, que teve uma repercussão mundial, permitiu a reconstrução da cidade com princípios urbanísticos e técnicos inovadores.



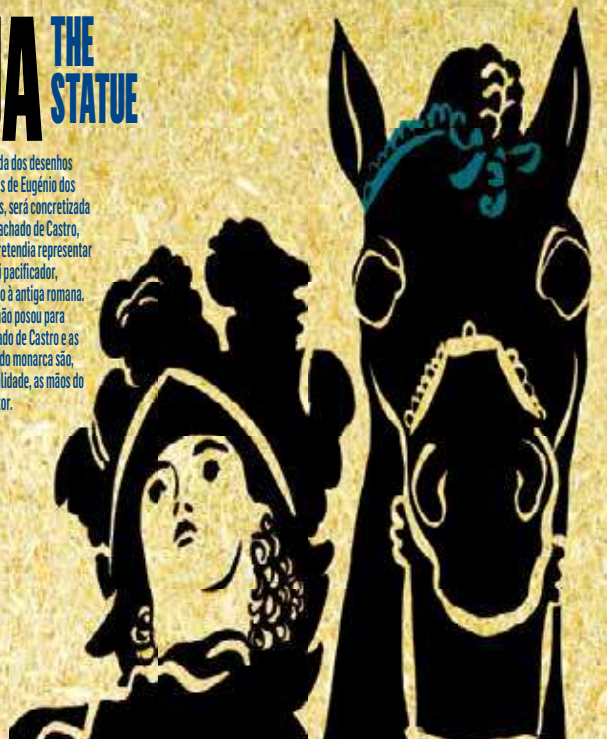
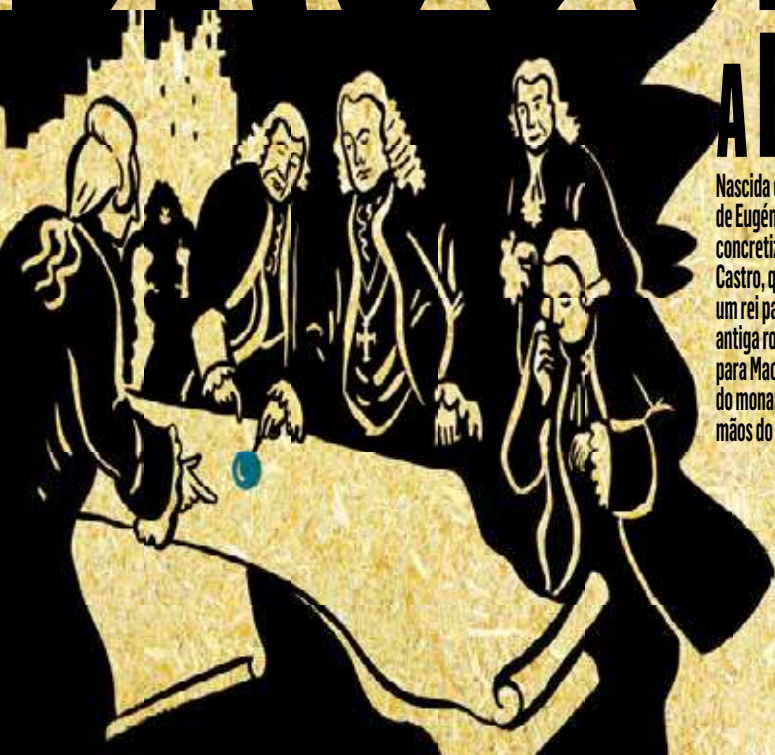
BROUUM!

A ESTÁTUA

THE STATUE

Nascida dos desenhos iniciais de Eugénio dos Santos, será concretizada por Machado de Castro, que pretendia representar um rei pacificador, vestido à antiga romana. O rei não posou para Machado de Castro e as mãos do monarca são, na realidade, as mãos do escultor.

Nascida dos desenhos iniciais de Eugénio dos Santos, será concretizada por Machado de Castro, que pretendia representar um rei pacificador, vestido à antiga romana. O rei não posou para Machado de Castro e as mãos do monarca são, na realidade, as mãos do escultor.



O MARQUÊS

THE MARQUIS

Foi senhor absoluto dos negócios e governação no reinado de Dom José, principalmente a partir do terramoto. Reduziu o poder da nobreza e das ordens religiosas e reforçou o Estado absolutista. No final da vida foi julgado pela sua polémica gestão e desterrado.

Foi senhor absoluto dos negócios e governação no reinado de Dom José, principalmente a partir do terramoto. Reduziu o poder da nobreza e das ordens religiosas e reforçou o Estado absolutista. No final da vida foi julgado pela sua polémica gestão e desterrado.



O LEÃO

THE LION

Presente nos desenhos iniciais de Eugénio dos Santos, o leão pisado pelo cavalo foi rejeitado por Machado de Castro, que o considerava pesado e prejudicial à leitura da estátua a partir do nível do solo.

D. Pedro José Menezes de Coutinho, Marquês de Marialva e estribeiro-mor do rei, foi conselheiro de Machado de Castro para a componente. D. Pedro José Menezes de Coutinho Marquês de Marialva e estribeiro-mor do rei, foi conselheiro de Machado de Castro para a componente.

O CAVALO GENTIL

THE HORSE

D. Pedro José Menezes de Coutinho, Marquês de Marialva e estribeiro-mor do rei, foi conselheiro de Machado de Castro para a componente da arte equestre. O cavalo Gentil, puro-sangue lusitano das coudelarias de Alter foi o modelo eleito, representado na posição "piaffer".

D. Pedro José Menezes de Coutinho, Marquês de Marialva e estribeiro-mor do rei, foi conselheiro de Machado de Castro para a componente da arte equestre. O cavalo Gentil, puro-sangue lusitano das coudelarias de Alter foi o modelo eleito, representado na posição "piaffer".



ALEGORIAS

Inspirados na mitologia clássica, os grupos escultóricos laterais em mármore acentuam o caráter belicista do projeto inicial com a figuração de povos submetidos e despojos de guerra. No grupo escultórico que simboliza o Triunfo, a Ásia, representada pelo elefante, integra uma personagem subjugada, provavelmente a América. No outro grupo, a Europa, representada pelo cavalo, submete uma figura, provavelmente a África.



A 'GENEROSIDADE RÉGIA' THE 'KING'S GENEROSITY'

Neste baixo-relevo alegórico, Machado de Castro evoca os sete protagonistas da reconstrução da capital: Generosidade Régia, Governo da República, Amor da Virtude, Comércio, Providência, Arquitetura, solidários com a Cidade martirizada.

Neste baixo-relevo alegórico, Machado de Castro evoca os sete protagonistas da reconstrução da capital: Generosidade Régia, Governo da República, Amor da Virtude, Comércio, Providência, Arquitetura, solidários com a Cidade martirizada.



O LABORATÓRIO

Para executar a estátua de Dom José, o escultor faz-se acompanhar por alguns artistas da Escola de Mafra. Assim nasce a Oficina de Machado de Castro, depois designada por Aula, Laboratório ou Casa da Escultura das Obras Públicas, com a intenção de elevar o estatuto da criação artística e desenvolver a teoria e prática dos trabalhos da estátua equestre

A FESTA THE PARTY

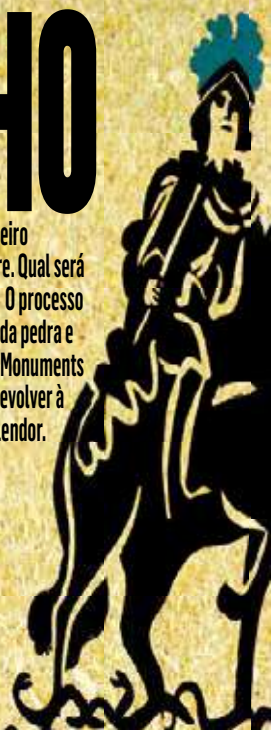
A estátua foi inaugurada a 6 de junho de 1775, data do aniversário do rei. Com a Praça ainda inacabada, construiu-se um cenário efêmero em madeira, com as fachadas e um arco triunfal, desmontado em 1777, por ordem de D. Maria I.

A estátua foi inaugurada a 6 de junho de 1775, data do aniversário do rei. Com a Praça ainda inacabada, construiu-se um cenário efêmero em madeira, com as fachadas e um arco triunfal. Os festejos duraram três dias. Pombal descerrou a estátua enquanto a família real assistia incógnita numa das salas da nova Alfândega.



O BRILHO

A praça do Comércio é conhecida nos roteiros internacionais como a Black Horse Square. Qual será a verdadeira cor do cavalo de Dom José? O processo de investigação, conservação e restauro da pedra e da liga metálica, coordenado pelo World Monuments Fund, a realizar ao longo de um ano, vai devolver à cidade o monumento no seu original esplendor.



AGRADECIMENTO

A World Monuments Fund Portugal e a Câmara Municipal de Lisboa agradecem o apoio mecénático à Intervenção de Conservação e Restauro da Estátua Equestre de D. José I



ESTÁTUA EQUESTRE **D. JOSÉ I**

Intervenção de Conservação e Restauro



LISBOA
CÂMARA MUNICIPAL



**WORLD
MONUMENTS
FUND PORTUGAL**

Publicado por:

Câmara Municipal de Lisboa
Associação World Monuments Fund Portugal

Editores

A. Elena Charola e José Delgado Rodrigues

Autores**Miguel Figueira de Faria,**

Doutor em História da Arte. Professor Associado e Diretor do Departamento de História, Artes e Humanidades da Universidade Autónoma de Lisboa (UAL)

A. Elena Charola,

Coordenadora da Comissão Científica da WMF Portugal. Research Scientist at the Museum Conservation Institute, Smithsonian Institution, Suitland, MD, USA.

José Delgado Rodrigues,

Membro da Comissão científica da WMF Portugal. Investigador-Coordenador (Ap.) do LNEC. Consultor em conservação da pedra.

Fernando M.A. Henriques

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil/Universidade Nova de Lisboa. Investigador em clima interior de edifícios históricos; comportamento higratérmico dos elementos de construção.

Mauro Matteini,

Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali – CNR (Ap.) Sesto Fiorentino, Florença, Itália.

Nuno Proença,

Coordenador das equipas de conservação e restauro da empresa Nova Conservação, Lda.; Conservador-restaurador formado pelo Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, de Roma.

Marta Raposo,

Conservadora-restauradora da empresa Nova Conservação, Lda.; Licenciada em conservação e restauro pela Universidade Nova de Lisboa (FCT).

Rute Fontinha,

Investigadora do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Manuela Salta,

Investigadora do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Ap.)

Teresa Veiga de Macedo,

Arquiteta. Coordenadora de projeto da WMF Portugal.

English abstract

A. Elena Charola, José Delgado Rodrigues

Créditos fotográficos

Nova Conservação, J. Delgado Rodrigues, Miguel Saavedra, Rute Fontinha, M. Matteini, José Vicente

Coordenação

Helena Correia Lopes

Secretariado

Fátima Mateus

Design Gráfico

Tiago Morais

ISBN

978-989-54109-2-7

Depósito Legal

441542/18

APRESENTAÇÃO

• **Catarina Vaz Pinto** Vereadora da Cultura da Câmara Municipal de Lisboa

07

INTRODUÇÃO

Intervenção de Limpeza e Conservação da Estátua Equestre de D. José I

• **José Blanco** Presidente do World Monuments Fund Portugal

09

CAPÍTULO 1

A Estátua Equestre a D. José I de Joaquim Machado de Castro

• **Miguel Figueira de Faria**

11

CAPÍTULO 2

Estado de alteração e opções de conservação dos elementos em pedra

• **J. Delgado Rodrigues, A. Elena Charola e Fernando M. A. Henriques**

31

CAPÍTULO 3

Trabalhos de conservação e restauro nos materiais pétreos

• **Nuno Proença e Marta Raposo**

39

CAPÍTULO 4

Estudo da alteração dos elementos em liga metálica

• **Rute Fontinha e Manuela Salta**

55

CAPÍTULO 5

Estado de alteração e opções de conservação dos elementos em liga metálica

• **Mauro Matteini, J. Delgado Rodrigues e A.E. Charola**

73

CAPÍTULO 6

Trabalhos de conservação e restauro

• **Nuno Proença e Marta Raposo**

81

CAPÍTULO 7

Documentação e informação

• **Nuno Proença e Marta Raposo**

101

CAPÍTULO 8

Gestão do Projecto

• **A.Elena Charola, Teresa Veiga de Macedo, Nuno Proença**

121

ABSTRACT

Equestrian Statue of Don José I in Lisbon Conservation Intervention (2012-2013)

• **A.Elena Charola e José Delgado Rodrigues**

126

FICHA TÉCNICA / OBRA

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO

128



Monumento ímpar no contexto nacional de Setecentos, a estátua equestre de D. José I reveste-se de uma dupla importância face à cidade e à sua memória. Por um lado, obra-prima da escultura portuguesa, por outro lado, marco de uma cidade que, se reerguia dos escombros do grande terramoto de 1755. Simbolicamente erguida no centro da nova Praça do Comércio, que substituiu o Terreiro do Paço destruído pelo sismo, a escultura representa o monarca glorificado enquanto reedificador da capital destruída.

Inaugurada em 27 de Maio de 1775, a obra do escultor Machado de Castro, encontrava-se, 240 anos depois, em franco processo de deterioração. Em parceria com a Associação World Monuments Fund Portugal, e com Secretaria de Estado da Cultura que à época tutelava este Monumento Nacional, cumpriu-nos avançar com o seu restauro, necessário e urgente. O modelo de participação e intercâmbio entre as diferentes instituições, nacionais e internacionais, públicas e privadas, em prol de um interesse comum, foi exemplar a todos os níveis.

Foi com muito orgulho que acompanhei todo o processo, desenvolvido pela competente e excepcional equipa de técnicos de todas as instituições que lançaram e acompanharam todo o projecto e a sua execução rigorosa pela empresa Nova Conservação, especialista em trabalhos desta natureza.

Neste processo, não queria deixar de salientar a componente informativa e pedagógica, de sensibilização para a salvaguarda do nosso património, patente desde a metodologia adotada na investigação e na ação interventiva, nas visitas proporcionadas, até ao próprio tapume do estaleiro, que respondendo a preocupações estéticas face a um elemento necessário mas excessivamente intrusivo na paisagem urbana de uma das praças mais emblemáticas do centro histórico de Lisboa, serviu para dar a conhecer melhor o monumento e a intervenção que estava a decorrer ao munícipes.

Meses depois de finalizado o processo, o resultado está à vista. A cidade e os seus cidadãos e todos aqueles que a visitam podem agora usufruir da beleza de mais um monumento a que se restituiu dignidade e que a todos recebe na mais nobre das entradas de Lisboa.



S. DOCUMENTO. P. P. D.

Intervenção de Limpeza e Conservação da Estátua Equestre de D. José I

No sentido de garantir a sua perenidade e de restituir a beleza da Estátua Equestre de D. José I na Praça do Comércio em Lisboa, foi assinado a 19 de Abril de 2012 um protocolo entre a Associação World Monuments Fund Portugal e a Câmara Municipal de Lisboa, em parceria com o Estado Português, representado pelo Senhor Secretário de Estado da Cultura.

A Estátua Equestre de D. José, obra-prima da arte portuguesa, representou uma experiência pioneira e inovadora para o grande escultor que foi Machado de Castro (1731-1822) e constituiu também um enorme desafio para o engenheiro militar Tenente-Coronel Bartolomeu da Costa, responsável pela fundição, pela original estrutura interna de suporte (em ferro) e por toda a extraordinária logística no transporte, colocação e fixação. Na sua execução foi utilizada uma liga metálica designada por “latão almirantado” que, sendo de naturalmente amarelo dourado rapidamente se alterou, entre outros factores, em contacto com a atmosfera e o regime de ventos a que está exposta.

Após um levantamento exaustivo do estado de conservação e de uma rigorosa avaliação e análise, foi elaborado um diagnóstico preliminar do Monumento, acompanhado pela Comissão Científica do World Monuments Fund Portugal, organismo de carácter multidisciplinar que agrega especialistas portugueses e estrangeiros de diversas áreas – desde a História às Engenharias. Foi depois elaborado um rigoroso caderno de encargos devidamente orçamentado e estabelecidas as metodologias da intervenção. As diversas fases dos trabalhos a realizar, calendarizadas num cronograma preciso, foram detalhadamente documentadas no relatório final da intervenção.

Desta intervenção de limpeza e conservação, iniciada em Agosto do mesmo ano e que teve a duração de doze meses, resultaram uma substancial melhoria visual do conjunto e uma melhor protecção do Monumento para o futuro.

A Estátua Equestre de D. José I, agora tratada das inúmeras maleitas de que vinha há muitos anos sofrendo, irá continuar a presidir, com a sua majestática beleza, à entrada nobre da cidade de Lisboa.



A Estátua Equestre a D. José I de Joaquim Machado de Castro

“Ficando Lisboa quasi totalmente arrasada pelo terremoto de 1.º de Novembro de 1755, e pelo incendio, que se lhe seguiu, S. Magestade tratou logo das mais oportunas providencias para curar as convulsões physicas, politicas, e moraes, em que a Côrte, e o Estado se achavão. E huma dessas providencias foi cuidar-se na reedificação da Capital, determinando-se desde então erigir-se em huma das Praças principaes da Cidade huma Estatua Equestre á glória de S. Magestade, não só pelo respeito, que lhe era devido, como para perpetuar a memoria de ter Elle sido o Reedificador da sua Capital dessolada (...)”¹.

Machado de Castro, (1812).

a) Introdução

A estátua equestre a D. José I, objecto dos trabalhos de conservação e restauro que este volume de estudos consagra, é uma singular criação artística setecentista que goza do raro privilégio de nos chegar amplamente documentada pelo seu autor, o escultor conimbricense Joaquim Machado de Castro (1732-1823). Das suas múltiplas intervenções literárias sublinhamos os dois trabalhos que são inteiramente dedicados à empreitada do monumento: *A Descrição Analytica da Execução da Real Estatua Equestre...*, (Lisboa, Na Impressam Regia, 1810) e a mais sintética *Memória sobre a Estátua Equestre do Senhor Rei D. José I*, (*Jornal de Coimbra*, vol. II, 1812).

Nestas duas publicações podemos acompanhar cada uma das fases da empreitada pela voz autorizada do autor. Machado de Castro começa por nos dar notícia da realização de uma espécie de concurso, tendo em vista a adjudicação da obra, para o qual fora convidado juntamente com um artista de nacionalidade maltesa². Os dois candidatos deveriam apresentar os seus trabalhos no dia 21 de Março de 1771, obedecendo aos desenhos originais de Eugénio dos Santos, arquitecto da Praça do Comércio. Concebidos os modelos em pequeno, os artistas são recebidos pela corte, procurando o opositor maltês justificar o aparente “no finito” da sua proposta, salientando ser “costume dos homens grandes (...) reservar todos os seus cuidados para a execução da Obra”, motivo pelo qual não se motivara a “acabar muito” o seu modelo. O comentário havia sido feito em italiano, pensando que Machado de Castro não o entenderia, mas o mestre português replicou de imediato também em italiano: “ancora il mio non é finito”³, expondo neste episódio pitoresco um raro momento dos bastidores do processo.

O modelo apresentado por Machado de Castro, feito em cera “cor de passa de uva”, agradou a D. José I. Depois do cerimonial do beija-mão, os artistas retiraram-se acrescentando na sua narrativa Machado de Castro: “no dia seguinte tive a certeza de estar eleito para executar esta Real Estatua”⁴.

O projecto primitivo de Eugénio dos Santos sobreviveu no essencial comprovando a determinação colocada no seu cumprimento que só nalguns pormenores Machado logrou alterar. Uma das mais sensíveis vitórias do escultor foi a exclusão do leão, disposto debaixo das patas do cavalo, existente nos desenhos iniciais e no próprio modelo aprovado, posteriormente dourado, ainda hoje conservado na colecção da casa Pombal.

A concessão da obra a Machado de Castro permitiu fechar o ciclo de produção do monumento apenas com recurso a competências nacionais, desde o desenho inicial à modelação e fundição, passando pelo transporte e colocação da escultura, constituindo no seu todo um momento alto da propaganda pombalina.

A fase relativa à fundição é mesmo anunciada como glória nacional e confrontada com as dificuldades experimentadas em França em operações similares.

Esta originalidade não nos pode desviar, porém, de procurar entender o programa monumental da Real Praça do Comércio no contexto europeu contemporâneo e de reconhecer a solução adoptada, tanto nas opções plásticas como nas intenções políticas, como parte integrante da extensa família de monumentos erguidos à glória dos príncipes reinantes à época.

b) Estátua equestre: fórmula fechada à inovação

A estátua equestre encontra-se colocada num pedestal, desenvolvendo-se à sua volta o restante programa escultórico que obedece com rigor ao padrão internacional, integrando dois grupos auxiliares em mármore, um baixo-relevo e inscrições alusivas ao monarca (**Fig. 1**). A descrição feita por Richard Clearly, sobre o modelo seguido em França no período de Luís XIV, aplica-se literalmente ao protótipo de Lisboa⁵.



Fig.1- Joaquim Machado de Castro, Estátua Equestre de D. José I. Aspecto antes da intervenção de conservação e restauro.

Para além da “imagem de confiante autoridade”, a “escala colossal” e o “custo ostensivo” da obra, as estátuas erguidas em glória do rei-sol “transmitiam uma aura de dramático distanciamento com o rei sentado em pose firme, olhando em frente ou ligeiramente ao lado, a mão esquerda suavemente segurando as rédeas e a direita empunhando o bastão, ou fazendo um gesto de comando (...)”⁶.

A rigidez das fórmulas seguidas e a vigilância exercida sobre a ortodoxia das representações reais resultaram numa reduzida flexibilidade criativa, particularmente no que concerne ao modelo das estátuas equestres. A fórmula começava logo na escolha dos materiais: bronze para a estátua real e, na generalidade, mármore para as esculturas auxiliares.

Ao nível da composição, as possibilidades de variação concentravam-se no movimento do cavalo e no traje, pose, gestualidade e retrato do príncipe. As dificuldades de inovação eram reconhecidas na época pelos próprios artistas. O escultor francês Jacques François Saly (1717-1776), tantas vezes citado por Machado de Castro, verbaliza essa necessidade de mudança⁷, a propósito do estudo do *movimento do cavalo*: “a ambição de cada autor, em tudo o que componha, é criar algo de novo. Esse desejo não deixou de se manifestar em mim”. Saly acabaria por reconhecer as dificuldades que

enfrentava, a cada tentativa de alteração, referindo “os bons lugares” de que os artistas seus antecessores se tinham apoderado, “expondo-se [o escultor] a perder grandes vantagens, se quisesse sair inteiramente do que já tinha sido feito”.

Esta constatação, produzida num dos raros escritos assinados por um protagonista directo deste processo criativo⁸, justifica a solidez estilística que esta família monumental patenteia e que obrigou a estátua da Praça do Comércio a adoptar, na maior parte das suas opções, uma linguagem convencional imposta por um modelo internacional.

Machado de Castro seguiria, no essencial, os desenhos de Eugénio dos Santos marcadamente em débito para com a linguagem das estátuas de Luís XIV. Na representação de D. José, que seria obrigado a “vestir de ferro”, o escultor viu contrariada a sua insistente vontade de o trajar à romana, solução que lhe permitiria um tratamento anatómico do modelo mais naturalista, concordante com a sua esforçada e autodidacta actualização estética. Seria igualmente imposto o uso de um elmo com plumas, fazendo lembrar o retrato equestre de Luís XIV atribuído a Jean Nocret que se conserva em Versailles (**Fig. 2**).



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 2 - Estátua Equestre de D. José I (pormenor).

Sendo-lhe vedado aperfeiçoar *pelo natural* a fisionomia de D. José – não lhe foi concedida autorização para retratar ao vivo o monarca – o escultor teve que recorrer ao “meio perfil expressado na moeda”, e à estampa de Carpinetti que, acrescentando-se, pela sua deficiente qualidade não terá constituído grande ajuda, perdendo-se um dos poucos momentos possíveis de qualificação do monumento face ao bloqueio do estereótipo. Na visita realizada pela família real, para observarem a obra na fundição, a reacção de D. Mariana Vitória não foi a melhor: “o rosto da figura está horrendo” comentário recolhido por Machado de Castro, que lhe motivaria páginas de justificação na sua *Descrição Analytica*... responsabilizando a má iluminação da escultura como principal causa da crítica da rainha⁹.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 3 - Estátua Equestre de D. José I (pormenor do retrato real).

A gestualidade do monarca reflecte igualmente os condicionalismos ditados pela acção, como na maior parte das esculturas da série, vivendo um destino preestabelecido: na mão direita o bastão de comando, na esquerda as rédeas.

c) A assinatura imprevista: “as mãos nuas” do autor

Na representação das mãos de D. José, o escultor, na impossibilidade de as reproduzir fielmente, optou por moldar as suas próprias mãos, deixando no monumento uma imprevista e confessada marca pessoal. É o próprio autor que o revela na *Descrição Analytica*:

“(…) Mr Sally para saciar os seus escrúpulos, quando quiz fazer a mão da redea da sua Estatua, moldou em gesso a mão de Mr. Schaeffer, primeiro Picador de Frederico V; mas eu por menos escrupuloso, menos sabio, e mais apressado, posto que já instruido na posição que ellas devião ter, fiz moldar em gesso as minhas proprias, e pelos gessos dellas extrahidos, copiei as da figura”¹⁰.

A exposição deste inesperado recurso reforça a ousadia do escultor que, não sem alguma ironia, se considera a propósito “menos escrupuloso, menos sabio, e mais apressado”. O processo de representação das mãos, de reconhecida importância como elemento anatómico diferenciador na arte do retrato, resultou numa das raras liberdades artísticas concedidas ao escultor, no caso abandonar a ortodoxia pretendida de retratar o monarca usando luvas “por ser isto conforme às regras Equestres”. A oportunidade permitiu-lhe um singular momento de realismo anatómico no tratamento do modelo, espécie de exorcismo para o facto de ser obrigado a tratar “a Imagem do meu Heroe, dos pés até à cabeça, toda embuçada em ferro, e que nenhuma parte mostrava o nu, (principal beleza destas Artes (...))” (Fig. 4).



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 4 - Estátua Equestre de D. José I. Pormenor das mãos de D. José moldadas a partir das do próprio escultor.

Relativamente à componente equestre, Castro descreve detalhadamente os passos percorridos, tendo contado com a colaboração próxima do marquês estribeiro-mor, que o assistiu na escolha do cavalo, no tratamento da respectiva anatomia, atitude, articulação com o cavaleiro, etc.

Machado de Castro manifesta repetidas vezes o seu agradecimento ao contributo de D. Pedro José de Menezes Coutinho, Marquês de Marialva, pelos ensinamentos na arte equestre que o escultor confessa desconhecer, seguindo aqui, igualmente, as confissões de Saly, na sua descrição do monumento a Frederico V. O cuidado dos artistas, com a opinião dos picadores, demonstra a sua precaução em não infringir a especialidade, recorrendo sempre que possível aos respectivos conselhos. O espaço que os dois escultores dedicam nas suas respectivas descrições à temática é bem elucidativo dessa preocupação. A pesquisa que ambos dizem ter desenvolvido com o estudo directo da anatomia equídea e a tentativa de actualização através do acesso à respectiva tratadística especializada confirmam essa tendência. Os estudos

realizados por Machado de Castro noticiam aspectos interessantes dos trabalhos preparatórios efectuados entre os quais se devem citar os exercícios de metódica observação de exemplares da raça pretendida – “cavalo fino de Hespanha” – que Machado de Castro descreve no texto, reproduzindo os nomes – *Arisco, Belém, Gentil, Machudo, Formoso* –, a par dos desenhos com as respectivas medições. Outra preocupação manifesta pelo escultor consistiu na máquina criada entre cavalo e cavaleiro, procurando justificar a respectiva proporção estabelecida, terreno no qual a prática internacional se concilia com a solução portuguesa, cultivando o habitual recurso a espécies equídeas de porte médio ou pequeno como as mais *finas* para o efeito¹¹.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 5 - Detalhe do monumento a D. José I, expondo o tipo de “cavalo fino de Hespanha” eleito para a estátua equestre.

d) Tensões ideológicas e artísticas

Observando os desenhos primitivos de Eugénio dos Santos e as respectivas críticas de Machado de Castro, torna-se mais evidente que os dois artistas pertenciam a gerações diferentes. Santos nunca chegaria a discutir o seu projecto com o escultor, pois faleceria em 1760,

ainda antes de a obra ser adjudicada a Castro em 1770. O conjunto planeado para a Real Praça do Comércio reflecte a tensão entre essas duas linguagens.

O formato defendido por Eugénio dos Santos obedecia fundamentalmente ao modelo de Luís XIV, caracterizado pela afirmação do *rei conquistador*, enquanto Machado de Castro, mais actualizado, propunha uma perspectiva mais próxima da variante Luís XV, o *monarca esclarecido e pacificador*. Prevaleceu, porém, o projecto primitivo imposto, sem recurso, ao escultor.

A estátua equestre a D. José fixa-se na variante arcaica do herói militar, envergando uma dura armadura, empunhando o bastão de comando em triunfo sobre os povos submetidos, representados nos dois grupos laterais, aspectos habituais no programa dos monumentos a Luís XIV (**Fig. 5**).



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 5 - O escultor teve de submeter-se à variante arcaica do herói militar, adoptada no monumento a Luis XIV, envergando uma dura armadura, e empunhando o bastão de comando em triunfo sobre os povos submetidos, representados nos dois grupos laterais.

Machado de Castro discorre longamente sobre este aspecto, demonstrando estar a par da evolução das representações equestres, desde as pioneiras experiências romanas até às de Girardon, Bouchardon, Lemoine ou Saly, manifestando uma capacidade crítica que distinguia suficientemente a evolução do modelo francês de Luís XIV a Luís XV.

Sem nunca criticar abertamente a carga ideológica patente nos desenhos primitivos de Eugénio dos Santos – opta sempre por contestá-los do ponto de vista técnico e artístico – torna-se claro que as opções de Castro actualizariam o monumento para uma linguagem mais próxima das experiências adoptadas nas representações de Luís XV, o *Bem Amado*. Embora a sua assumida prudência tenha, neste aspecto específico, determinado uma crítica difusa, mais centrada sobre a ineficiência da alegoria, o escultor jamais utilizaria a solução nos seus trabalhos posteriores. Compreendem-se melhor, a esta luz, a intransigência crítica de Castro, colocado perante soluções que sabia estarem ultrapassadas.

O exemplo mais evidente é o do recurso à representação dos povos submetidos nos grupos laterais do monumento. A solução era de há muito conhecida em Portugal, encontrando-se aplicada numa das fontes dedicada a D. João V, desenhadas por Carlos Mardel. Note-se que a insistência nesta variante se materializa depois do abandono do modelo em França, expressão iconográfica criticada por Voltaire, e rejeitada por Pigalle na composição do monumento a Luís XV, em Reims.

Os referidos grupos representavam, no primitivo projecto de Eugénio dos Santos, as quatro partes do mundo submetidas ao monarca português, conduzidas em pares, num esforço de simetria, por duas *Famas* aladas. Machado de Castro conseguiria pequenas alterações ao conjunto, transformando uma das citadas *Famas num Triunfo* (**Fig. 6**).

Por outro lado, procurou conferir outra identidade às figuras dos grupos laterais, libertando-as dos seus hipotéticos atributos relativos aos Continentes e idealizando-as apenas como “prisioneiros de guerra”¹². A forma como se encontrava desenvolvida a alegoria das quatro partes do Mundo foi muito criticada pelo escultor que discordava da mistura de “brutos” – o elefante e o cavalo – com “figuras racionais” no jogo alegórico: “(...) Podião ser as *quatro Partes do Mundo* figuradas todas em brutos, ou todas em figuras racionais; e não havia de notar a incongruencia, com tanto que não houvesse aquele mixto”.

Uma leitura atenta revela, no entanto, que uma das imagens enverga o convencional saioite de penas, mantendo um dos habituais atributos das representações da *América*.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 6 - Grupos laterais. O apertado caderno de encargos não permitiu ao escultor alterar a substância do primitivo projecto. A escassa liberdade composicional que usufruiu, pouco foi além da troca de uma *Fama* por um *Triunfo*.

No conjunto de troféus, estandartes e outros despojos de guerra que se dispõem sobre o pedestal identificam-se, igualmente, as armas de Hércules, uma alusão também associada a D. José, como herói da expulsão dos jesuítas, divulgadas nas estampas de propaganda do regime.

O programa escolhido parece, por outro lado, lateralizar a celebração da reconstrução da cidade, aspecto que se justificava ter outra relevância. Machado da Castro manifesta-se muito crítico a este respeito: “No que pertence à Acção, ou Feito, que nos representa o Heroe, nem pela sua Imagem, nem pelos seus acessórios, podemos alcançar este conhecimento”.

Com efeito, apenas no baixo-relevo, colocado na tabela posterior do pedestal, se celebrava o contexto da reconstrução. Acrescente-se que este elemento não se encontrava previsto nos desenhos iniciais e foi concluído já depois de inaugurado o monumento.

e) O Monumento-portal

Face à exaustão do protótipo da estátua real, seria nas esculturas subalternas dispostas em torno do pedestal que se abria um maior ‘espaço de experimentação’¹³, liberdade que se aprofundou, em França, nos monumentos a Luís XV. O caso em estudo não reflecte esse novo espírito comprometido à nascença com os desenhos de Eugénio dos Santos.

No plano da obra, as esculturas auxiliares não foram consideradas prioritárias por Machado de Castro. A pobreza do projecto inicial e a execução com recurso aos seus ajudantes levam a que o conjunto não constitua uma mais-valia na projecção do monumento. Mesmo assim merece a nossa atenção pelo que representa para a história da escultura em Portugal, visto tratar-se de um raro exercício de escultura sobre pedra sem precedentes, na sua escala, complexidade de composição e temática profana. A liberdade da expressão anatómica empregue nos povos vencidos anuncia já um sentido naturalista de trabalho de modelo num contexto, recordemos, onde esse tipo de ensino não estava instituído, embora outra ordem mais conservadora ainda se faça sentir no dramatismo das atitudes dos prisioneiros e no barroquismo dos panejamentos das estátuas do Triunfo e da Fama, plano estético que, reconheça-se, marcou na generalidade a obra de Machado de Castro.

No plano de percepção do conjunto, no quadro da sua família monumental, note-se a originalidade dos dois grupos alegóricos do pedestal se orientarem no mesmo sentido da escultura principal, conferindo ao conjunto uma leitura quase exclusivamente frontal. Se, por um lado, a sugerida inspiração de Eugénio dos Santos na escultura ornamental de arcos triunfais impôs esta solução de fachada, devemos, agora, sublinhar em paralelo a intencionalidade do esquema adoptado.

A composição desenvolvia-se em torno da estátua equestre, elevada num alto pedestal, de altura superior à norma aplicada nas outras esculturas da série, solução encontrada para uma melhor percepção a quem entrasse em Lisboa através do rio, reforçando a ideia de que o monumento foi construído como portal da cidade orientado ao Oceano. O ângulo do olhar do próprio monarca, desviado ligeiramente à direita na direcção da foz do rio, reforça essa evocação marítima.

O conjunto afasta-se, neste aspecto, do modelo francês que, embora obedecendo a uma orientação global determinada pela estátua real estimulava, em paralelo, uma leitura circular a partir da distribuição das esculturas secundárias, frequentemente dispostas nos ângulos do pedestal.

No monumento de Lisboa a acção esgotava-se, no essencial, na leitura frontal apenas tardiamente complementada pelo referido baixo-relevo, cuja escala diminuta não veio alterar-lhe a orientação: a de uma estátua de costas voltadas à cidade, sentido que ainda hoje é evidente a quem entra na praça pelo arco da Rua Augusta.

De resto, toda a programação paisagística foi planeada a partir desse pressuposto: a praça era para ser vista do rio e a sobreposição projectada da estátua real no fundo do arco triunfal funcionava como um monumento-portal, oferecido aos visitantes que desembarcavam.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 7 - De costas para a cidade, no seguimento do arco triunfal, era para funcionar como um monumento-portal, oferecido aos visitantes que desembarcavam no rio Tejo.

A análise não ficaria completa se não referíssemos a fixação da efígie do marquês disposta frontalmente no pedestal, num medalhão em bronze, note-se, o mesmo material da estátua real. Este aspecto representa uma visível divergência relativamente à matriz francesa inspiradora, onde esta exposição paralela de monarca e ministro é considerada “impensável”¹⁴, à luz das convenções da época, reforçando o sentido possessivo da edificação do monumento por Pombal (**Fig. 8**), numa originalidade que faria escola sendo mais tarde repetida por Pina Manique na estátua real que o Intendente procurou dedicar a D. Maria I.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 8 - Medalhão do Marquês de Pombal na parte frontal do pedestal da Estátua Equestre de D. José I.

Conforme o programa habitual, o conjunto foi complementado com inscrições alusivas esclarecedoras no seu conjunto, escritas em latim, cuja redacção seria confiada ao bispo de Beja, Frei Manuel do Cenáculo:

“A (D) Jose I – augusto. pio, feliz Pai da Patria – porque tendo defendido as reaes prerogativas, corrigido as leis – desenvolvido o Comercio, reconstituído a milicia e as boas artes – restaurou, aformoseando-a, a Cidade completamente arrasada por um terramoto = Sob os auspicios do seu ministro, o Marquez de Pombal e por administração da Junta do Commercio, o senado e povo de Lisboa, lembrado de (taes) beneficios, no ano 1775, erigiu (este monumento)”¹⁵.

f) O baixo-relevo: nem deuses nem plebeus

No estudo da composição para o referido baixo-relevo do pedestal, Machado de Castro revela-nos, em detalhe, as várias etapas do seu pensamento.

No exame atento do conjunto detectou a ausência de qualquer informação sobre a reconstrução da cidade destruída pelo terramoto.

Nem a estátua equestre, nem os grupos laterais faziam qualquer alusão a essa acção central à qual decidiu destinar o novo elemento escultórico. Na sua concepção, – “*Invenção poética*” como se lhe refere na *Descrição Analítica* – Machado de Castro preferiu o quadro alegórico à cena histórica.

A composição reúne nas sete figuras representadas, inspiradas em Cesare Ripa, os protagonistas da reconstrução da Capital. *Generosidade Régia, Governo da República, Amor da Virtude, Comércio, Providência e Architectura*, solidários na recuperação da Cidade martirizada (**Fig. 9**). Os argumentos que o escultor aduz justificando a opção merecem atenta reflexão:

“Neste painel, a representar-se facto realmente historico, ficaria menos nobre; por causa de varios Actores plebeos, que deveriam entrar na scena; seria a representação mais escura, que o mesmo allegorico; não teria tanta extensão de significado, reduzindo-se a menos circunstancias; e seriam as figuras mais pequenas, e em maior número: qualidades todas que devem evitar-se, e os Mestres reprovão”.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 9 - Estátua Equestre de D. José I. Baixo-relevo do pedestal.

Se por vontade própria afastaria os “actores plebeus”, e a respectiva multiplicação da figuração, sempre de complexa execução, de difícil leitura na sua diminuta escala, e de expressão redutora, na *lição simbólica*, Castro achava recomendável, por outro lado, que a representação alegórica se realizasse sem recurso aos heróis clássicos. O escultor informa-nos que um desenho concorrente ao mesmo trabalho havia sido preterido por ter recorrido à representação de Mercúrio para simbolizar o *Comércio*, motivando-lhe a seguinte afirmação: a “mistura de fabuloso, e symbolico tambem não agradou; nem que a hum Principe Catholico ministrassem as Divindades Gentilicas; idéa de que tem sido Camões por varios criticos accusado”¹⁶.

g) A praça do cavalo negro

Concluimos a presente síntese com uma abordagem sumária ao processo de fundição da estátua equestre. O sucesso da experiência representava um considerável grau de competência no contexto das outras nações europeias. Note-se que na referida experiência de Saly, relativa à estátua a Frederico V para a praça real de Copenhaga, o escultor solicitou a deslocação à Dinamarca do fundidor francês Pierre Gor, para comandar a operação, dando nota da raridade desta especialização¹⁷.

Os segredos da fundição a bronze obrigavam, entre outros aspectos, ao equilíbrio da respectiva liga metálica – cobre e estanho – numa proporção que ditava a tonalidade final da escultura¹⁸. A possibilidade de ter sido utilizado cobre em excesso na execução da estátua equestre de D. José, desenvolvendo uma pátina negra, a exemplo do que acontecera com o

monumento a Luís XIV (Vendôme) em Paris¹⁹ é uma hipótese a considerar.

Essa constatação poderia abrir uma via de compreensão para a expressão *the black horse square*, utilizada nos relatos contemporâneos dos viajantes ingleses, quando procuram referir-se à real praça de Lisboa, expressão toponímica que acabaria por generalizar-se entre os súbditos britânicos.

Acrescente-se que os exames laboratoriais mais recentes, sobre as ligas metálicas utilizadas nas fundições de arte do século XVIII em França, têm demonstrado um predomínio do latão, confirmando a forma pouco rigorosa como o termo bronze é usado para definir o material de produção dos monumentos²⁰.

Num documento da época identificam-se, entre os materiais arrolados para a fundição da estátua equestre portuguesa, os seguintes metais e respectivas quantidades: latão (240 quintais), cobre (280 quintais), “metal dos sinos” (120 quintais), etc. Nesta proporção a liga parece inclinar-se mais para o latão. As análises laboratoriais realizadas no contexto do restauro do monumento²¹ vieram confirmar a composição da liga metálica utilizada na estátua equestre – *latão do almirantado* – seguindo a mesma tendência verificada nas obras francesas do século XVIII. Note-se, porém, a utilização generalizada do termo bronze na literatura da época referente à estátua equestre, pelo que se conclui que a palavra ganhou um significado mais vasto, contemplando a generalidade das ligas metálicas que incluíssem cobre, ultrapassando o rigor técnico com que deveriam ser empregues.

A citada lista de materiais oferece a ideia de alguma *criatividade* na recolha dos materiais para a operação, sustentando o ditado popular que corria, a propósito, em Lisboa, ironizando sobre um sino de bronze aproveitado para a fundição: “Já fui sino e fui badalo; agora sou rei e cavalo”²².

Nas citadas obras literárias, Machado de Castro aflora, ainda que com menor detalhe, a fundição realizada no Arsenal Real do Exército sob comando do engenheiro militar Bartolomeu da Costa. As suas alusões, escritas recorde-se cerca de 4 décadas depois da operação, oscilam entre duas preocupações. Uma primeira onde de forma didáctica expõe as diversas etapas da fundição, realizada a um só jacto pelo método da cera perdida.

Uma segunda, quase obsessiva, de submeter a importância da *Fusória* à criatividade da *Escultura* desvalorizando o mérito da *técnica* (“cousa de fácil acesso”) no confronto com a *estética* (“belleza, ou defeito que aquela Peça tenha, emana directamente da Esculptura, e nada da Fusória”²³), processo de intenções relacionado com os diferentes critérios de reconhecimento registados na época que concederam ao fundidor Bartolomeu da Costa as maiores honras da criação do monumento.

h) A epopeia da escultura

A oportunidade de execução de um monumento equestre constituía na época o grau máximo do ofício de escultor. Essa *Epopeia da Escultura*, como a considerou Machado de Castro, representou *o momento* de mudança na sua carreira, emancipando-o da condição de ajudante do italiano Alexandre Giusti na empreitada de Mafra e permitindo-lhe iniciar um longo itinerário em permanente defesa da arte da escultura e do seu estatuto.

O processo da execução da estátua equestre marca, igualmente, a criação de uma escola em Lisboa, que inspiraria directamente o ensino da disciplina na Academia Real de Belas-Artes, fundada em 1836. A estátua equestre a D. José I deve, igualmente, ser entendida na dimensão do respectivo impacto no plano individual e como momento chave na história da escultura portuguesa.

Nota final

O presente texto constitui um resumo de parte do nosso trabalho “A Estátua Equestre, *in Absentia Principis* e o Rei Escondido”, in Miguel Figueira de FARIA (coord.) *Do Terreiro do Paço à Praça do Comércio: história de um espaço urbano*, Lisboa, INCM, 2012, acrescentado com novos elementos e adaptado para corresponder ao contexto do presente volume de estudos evocativo da campanha de restauro da estátua equestre de D. José I, do escultor Joaquim Machado de Castro.

Notas e referências bibliográficas

1 Cf. Joaquim Machado de CASTRO, *Memória sobre a Estátua Equestre do Senhor Rei D. José I*, in *Jornal de Coimbra*, vol. II, 1812, aliás in Henrique de Campos FERREIRA LIMA, *Joaquim Machado de Castro Escultor Conimbricense*, Coimbra, Instituto de História de Arte, 1989 (2.^a ed.), p. 342. Obra doravante citada: CASTRO, (1812).

2 Garcez Teixeira identifica o maltês como sendo Andrea Imbrol artista especializado em trabalhos sobre marfim. Cf. Garcez TEIXEIRA, “Para a História do Monumento a D. José I”, in *Revista de Arqueologia*, tomo I, 1932, pp. 177-178.

3 Cf. CASTRO, (1812), pp. 343-344.

4 Cf. CASTRO, J. Machado de *Descrição Analytica da Execução da Real Estatua Equestre...*Lisboa, Na Impressam Regia, 1810, pp. 32-33. Obra doravante citada: CASTRO, (1810).

5 CLEARLY, Richard, *The Place Royale and Urbain Design in the Ancient Régime*, Cambridge University Press, 1999, p. 56.

6 *Idem*, p. 60. Tradução da nossa responsabilidade.

7 Veja-se, a este propósito, Charlotte CHASTEL-ROUSSEAU, ‘La figure du prince au XVIII^e siècle: monument royal et stratégies de représentation du pouvoir monarchique dans l’espace urbain’, in *L’Esprit des villes, Nancy et l’Europe urbaine au siècle des Lumières (1720-1770)*, Artlys, 2005, p. 102.

8 Vejam-se, respectivamente, os dois opúsculos publicados a propósito pelo escultor: J. F. SALY, *Description de la Statue Equestre que la Compagnie des Indes Orientales de Dannemarc a consacré a la gloire de Frederic V: avec l’explication des motifs qui ont déterminé sur le choix de différens partis qu’on a suivis dans la composition de ce monument*, Copenhague, Chez CL. Philibert, 1771; e SALY, J. F. *Suite de la du monument consacré a Frederic V...*, Copenhague, 1773.

9 CASTRO, (1810), pp. 245 e seguintes.

10 *Idem*, pp. 68-69.

11 *Idem*, pp. 41, 100 e seguintes

12 Cf. CASTRO, (1810), p. 11.

13 Cf. CHASTEL-ROUSSEAU, 2005, p. 100.

14 RABREAU, Daniel, “Royale ou Commerciale, la place à l’époque des Lumières”, in *Monuments Historiques*, n.º 120, Março-Abril de 1982, pp. 31-32.

15 Recorremos à tradução de Roberto Pinto publicada no artigo de Fernandes COSTA, “Erros inadmissíveis num aditamento moderno feito à Inscrição do Monumento a D. José na Praça do Comércio de Lisboa”, separata do *Boletim da Classe de Letras da Academia das Ciências de Lisboa*, volume XIV, Coimbra, Imprensa da Universidade, 1921, p. 4.

16 CASTRO, (1810), p. 204.

17 As dificuldades na fusão em bronze a um só jacto das estátuas reais em França vêm descritas na obra de Pierre PATTE, *Monuments érigés en France a la gloire de Louis XV*, Paris, chez Rozet, 1767, pp. 32-33, que refere o novo processo criado por Pierre Gor, comissário das fundições do Arsenal, responsável pela fundição da estátua a Luís XV de Bouchardon destinada a Paris.

18 Veja-se sobre a questão das fundições a bronze, numa perspectiva técnica, Francesca G. BEWER, David BOURGARIT e Jane BASSETT, “Les bronzes français (XVIe – XVIIIe siècle): notes techniques”, in G. BRESC-BAUTIER e G. SCHERF (dir.), *Les Bronzes français de la Renaissance au Siècle des lumières*, Paris, Musée du Louvre, 2008, pp. 33-35.

19 Pierre Patte a propósito dos extremos cuidados postos na execução da estátua de Luís XV da autoria de Bouchardon refere a questão do necessário controlo da liga de metais a utilizar na fundição para garantir a cor ideal desejada: “Rien n’a été negligee pour procurer à cet ouvrage une supériorité sur tout ce qui avoit été fait en ce genre; jusqu’à prévoir la couleur que la bronze pourroit acquérir, lorsque les injures de l’air, par la suite, y auront fait impression, afin d’éviter les couleurs peu agréables que l’on remarque dans la pluspart de nos statues en bronze. En effet, celle de Louis XIV, à la place dite de Vendôme, est devenu noir, parce qu’on a trop mis de cuivre dans son alliage; celle de Henri IV, sur le Pont-Neuf, est devenu blanchâtre, parce qu’il y avoit au contraire trop d’étain. On s’est assuré, par des expériences sur la proportion de l’alliage des différens métaux qui composent la bronze, que ce monument acquerra avec le temps, le ton d’une olive pochetée, qui est la vrai couleur que doit avoir la bronze.” Cf. Pierre PATTE, op. cit. p. 32.

20 Cf. WELTER, Jean-Marie, “Les bronzes français du XVIe au XVIIIe: est-ce du bronze?”, in G. BRESC-BAUTIER e G. SCHERF (dir.), op.cit., pp. 42-45.

21 Agradecemos ao José Ibérico Nogueira a informação desinteressadamente prestada.

22 LAMAS, Arthur, *Medalhas Portuguesas e Estrangeiras referentes a Portugal*, Lisboa, Tipografia de Adolpho de Mendonça, 1916, p. 55.

23 CASTRO, (1812), pp. 346-347.



Estado de alteração e opções de conservação dos elementos em pedra

a) Introdução

A estátua equestre de D. José I está assente num pedestal de apreciáveis dimensões, constituído por um maciço de alvenaria, com as superfícies aparentes integralmente constituídas por materiais pétreos (Fig. 1). A base do pedestal e os pavimentos adjacentes são também eles revestidos com elementos pétreos. Ladeando o pedestal do conjunto escultórico principal, encontrando-se dois grupos escultóricos de grandes dimensões, também eles esculpidos em materiais pétreos. A parte central do pedestal é constituída por 4 grandes monólitos, que desenham todo o fuste e que eles mesmos são suporte de decoração de grande valia histórica e artística. O conjunto do pedestal e grupos adjacentes, à semelhança da escultura equestre, é da autoria de Joaquim Machado de Castro.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 1 - Vista do lado norte do pedestal e do conjunto escultórico em pedra.

b) Materiais pétreos

O material utilizado na base e no pedestal do conjunto escultórico, bem como nas esculturas que acompanham o grupo principal, é uma rocha carbonatada de origem sedimentar designada como pedra de Lioz. É um material muito compacto, com porosidade inferior a 1%, e de excelente qualidade em termos de resistência e durabilidade.

A pedra de Lioz tem sido extraída na região de Lisboa, e foi com este material que foram construídos muitos dos mais significativos monumentos da capital e da região envolvente, como sejam, o Mosteiro dos Jerónimos e Torre de Belém, muitas das igrejas de Lisboa, o Aqueduto das Águas Livres e o Convento de Mafra.

A variedade aqui utilizada corresponde ao material de melhor qualidade, o que terá sido justificado pela sua maior aptidão para a escultura e sua maior durabilidade. Noutras utilizações onde as exigências eram menores, como por exemplo o Aqueduto e a Torre de Belém, existe maior diversidade em termos da qualidade dos materiais, podendo ali ser encontradas variedades com muito pior desempenho.

c) Estado de alteração dos elementos pétreos

A grande compacidade e elevada resistência do material tornam-no muito resistente à alteração, pelo que são escassos e relativamente pouco importantes os danos devidos à acção dos agentes de alteração que sobre ele actuam.

A acção mais generalizada é devida às águas de origem pluvial que regularmente banham as superfícies. Dado que a calcite – o constituinte principal e quase exclusivo deste calcário – tem solubilidade não despreciable e a acção continuada deixa marcas evidentes (**Fig. 2**), cujo impacte se acentua em ambientes urbanos onde a água das chuvas adquire maior agressividade por aumento da sua acidez.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 2 - Aspecto da erosão causada pela dissolução nos elementos esculpidos. Notem-se os fósseis e os grãos de sílica que, por serem menos solúveis, ficam destacados na superfície do calcário

A exposição ao ambiente urbano de Lisboa também deixou o seu impacto, mas como a água das chuvas atinge a maior parte do monumento, a lavagem elimina os poluentes que se depositam nas áreas mais expostas e que assim ficam com aspecto limpo. Apenas em áreas muito protegidas e de pequena dimensão se encontraram depósitos de sujidade com a tipologia das crostas negras (**Fig. 3**), em estádios de evolução em geral pouco avançados. A parte superior do pedestal e várias outras zonas ao longo do fuste apresentavam manchas esverdeadas, com as cores típicas dos compostos de cobre. A sua origem está nos iões de cobre lixiviados da escultura que acabam recombinados com componentes do calcário, originando impacto visual muito significativo (**Fig. 3**).

Depósitos superficiais, pequenas áreas com incrustações e alguns graffiti estavam presentes, a colonização biológica era incipiente e restringida a pequenas manchas sem grande impacto visual, situações que não levantavam problemas de conservação muito significativos. Na parte superior do fuste e na zona de apoio do grupo equestre existiam fracturas com grande expressão, que levantaram preocupações e exigiram estudos complementares, como será discutido na alínea seguinte.



Fig.3 - Aspecto da sujidade em áreas mais abrigadas. À direita um pormenor de sujidade incrustada, de tipologia “crosta negra”. As manchas esverdeadas são devidas à deposição de compostos de cobre lixiviado do conjunto da estátua equestre.

© J. Delgado Rodrigues

d) Inspeção com georradar

Na parte superior do pedestal existiam diversas fracturas, algumas delas com aberturas muito significativas e atravessando peças contíguas (**Fig. 4**). Para procurar esclarecer a origem destas fracturas foi feito uma inspeção pormenorizada com georradar (**Fig. 5**) ao longo de todo o perímetro da parte superior do pedestal e na sua própria cobertura [1].



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 4 - Pormenor da parte superior do pedestal onde se observam diversas fracturas. Notem-se os grampos para estabilização de fracturas aplicados em intervenções anteriores.

Os resultados obtidos foram bastante esclarecedores (**Fig. 6**), tendo permitido ligar as ocorrências de fracturas à presença de espigões metálicos de solidarização dos elementos pétreos que constituem a estrutura.

A oxidação dos elementos metálicos provoca aumento de volume que, ao ser restringido pela baixa deformabilidade da pedra, origina tensões elevadas que conduzem à rotura desses elementos. Nalgumas situações onde foi possível ter acesso visual ao interior do pedestal, foi possível comprovar a presença de tais elementos metálicos oxidados em estreita associação com as fracturas existentes (**Fig. 7**).



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 5 - Aspectos do uso do georradar no fuste e na cobertura do pedestal. Foram usadas duas antenas com frequências diferentes para permitir atingir maior profundidade ou maior definição, conforme os casos.

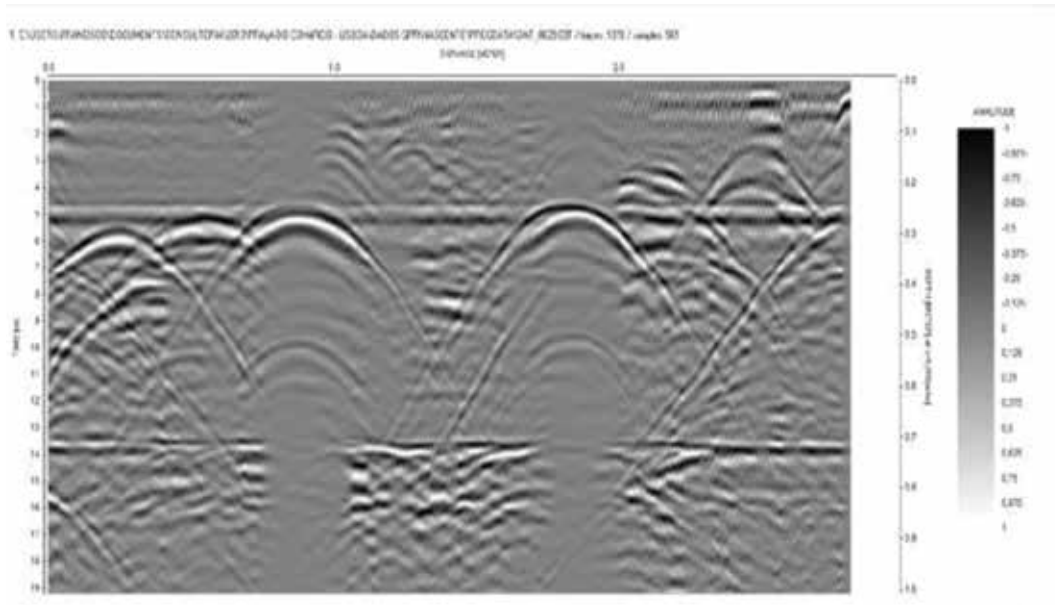


Fig. 6 - Exemplo de saída gráfica do georradar. As hipérbolas do gráfico são ecos devidos a elementos metálicos existentes no interior do pedestal [1].

Algumas das fracturas estavam colmatadas, pelo que se deduz que as não colmatadas teriam sido originadas após a última intervenção realizada no pedestal, em 1983. Esta evolução mostra que o fenómeno está activo e que deve merecer atenção continuada, pois embora se espere que as medidas agora executadas reduzam significativamente a taxa de progressão da alteração, não é possível garantir que elas sejam eficazes ao ponto de eliminar totalmente essa possibilidade.

e) Opções de conservação

As fracturas dos blocos requeriam o entendimento prévio dos mecanismo de geração que estavam em causa, pois daí dependeria a estratégia a definir para solucionar ou minimizar a acção dessas causas. Uma vez obtida uma explicação, foi definido um procedimento de intervenção específico, com vista a minimizar as possibilidades de entrada de água para o interior do pedestal. Procurou-se, assim, reduzir a taxa de evolução das reacções de oxidação, uma vez que a remoção dos elementos metálicos e a sua substituição estavam fora de causa, pela complexidade e custos que tais operações exigiriam.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 7 - Vista para o interior do pedestal em zona onde havia lacuna por destacamento de um fragmento do bloco de pedra. No fundo vê-se um espigão de ferro, que também foi identificado pelo georradar. Notem-se ainda as fracturas dos blocos em estreita ligação com o espigão oxidado.

As juntas e fracturas entre blocos foram limpas e em seguida preenchidas com barreiras múltiplas de argamassa e cordão elástico de poliuretano, e o apoio do conjunto equestre, uma das zonas de infiltração, foi protegido com aplicação de folha de chumbo (**Fig. 8**).



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 8 - Aspecto do capeamento do pedestal após intervenção. Note-se o preenchimento das fracturas e juntas entre blocos e também o novo capeamento com folha de chumbo dos apoios da estátua equestre.

Mesmo onde a sujidade era mais intensa e difícil de limpar, como na parte superior do pedestal onde as crostas negras tinham maior espessura e textura framboidal (**Fig. 3**), a limpeza foi efectuada apenas com água nebulizada (**Fig. 9**) seguida de escovagem suave. Nalgumas outras áreas protegidas do conjunto escultórico, existiam pequenas manchas de crostas negras que também foram eliminadas com procedimento semelhante. As manchas verdes de compostos de cobre foram eliminadas com a aplicação de compressas com EDTA tetrassódico.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 9 - Aspecto do estaleiro de obra durante as operações de nebulização.

As juntas entre blocos foram inspeccionadas e refeitas sempre que necessário e algumas pequenas fracturas foram preenchidas.

Outras acções de pequena envergadura foram executadas, tais como limpeza de algumas manchas de colonização biológica, de sujidade dispersa ou concentrada, eliminação de grafiti, colagem de fragmentos soltos, tal como descrito noutra capítulo desta publicação.

Uma versão deste capítulo em língua inglesa está disponível na revista *Restoration of Buildings and Monuments* [2].

Referências

1 Francisco M. Fernandes e Paulo B. Lourenço - Relatório da inspeção com georadar da base da estátua de D. José I, na Praça do Comércio, em Lisboa. Relatório 13-DEC/E-05, Universidade do Minho, Fev. 2013.

2 J. Delgado Rodrigues*, A. E. Charola and F. M. A. Henriques - Conservation and Restoration of the Don José I Monument in Lisbon, Portugal. Part I: Stone Components. *Restoration of Buildings and Monuments* 2016; 22(2-3): 75-80.



Trabalhos de conservação e restauro nos materiais pétreos

a) Trabalhos preliminares

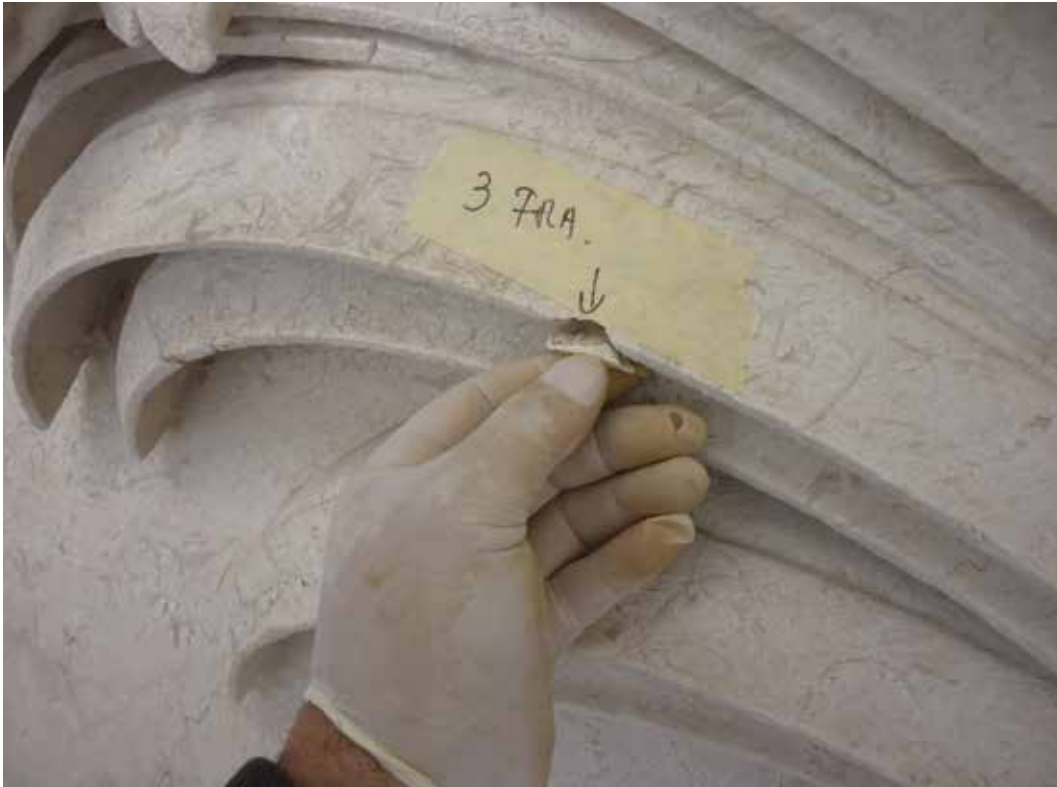
Logo que foi possível aceder à totalidade das superfícies, procedeu-se ao seguinte conjunto actividades, coordenadas com o arranque dos mapeamentos *in loco*:

- recolha e aspiração de lixo, terras, argamassas soltas, entre outros depósitos de maior porte, acumulados essencialmente nos planos horizontais do monumento: escadarias, patamares e outros elementos do muro periférico, topos das bases do pedestal e grupos escultóricos laterais (**fig. 1**);
- recolha e acondicionamento de fragmentos pétreos soltos de menor dimensão; procedeu-se à sua identificação imediata sobre os levantamentos arquitectónicos e escultóricos tornando possível a sua posterior recolocação (**fig. 2**);
- aplicação localizada de um primeiro ciclo biocida sobre os biofilmes e colonização líquénica identificada em parte das superfícies pétreas. Este tratamento foi realizado com uma solução à base de sais de amónio quaternário em água e aplicada por aspersão. Numa fase mais adiantada dos trabalhos de limpeza, demonstrou-se necessário proceder a um novo ciclo biocida nas superfícies da base do pedestal, do patamar e topo dos pilaretes do muro periférico;
- tratamento herbicida restringido às zonas em que se detectou desenvolvimento de alguma vegetação: juntas das escadarias e patamares do muro periférico; juntas das bases do pedestal e dos grupos escultóricos laterais (**fig. 3**).



© Nova Conservação

Fig.1 - Limpeza mecânica dos depósitos soltos de porte mais significativo.



© Nova Conservação

Fig.2 - Identificação e recolha de fragmentos em destacamento.



© Nova Conservação

Fig.3 - Limpeza mecânica de vegetação, após aplicação de solução herbicida.

b) Limpeza

A selecção de técnicas e definição de metodologias de limpeza para os materiais calcários do monumento a D. José I foram orientadas pela necessidade de mitigar tipologias de depósitos/sujeirações específicos, para além da habitual remoção generalizada de poeiras de natureza diversa.

Independentemente do percurso adoptado, estas acções tiveram em vista o encontro de níveis de limpeza equilibrados, com referência às zonas quase isentas de depósitos de percepção macroscópica, salvaguardando-se o mais possível as pátinas e texturas dos substratos, alterados pelo tempo.

Para as acções de limpeza química foram inclusive realizados diversos testes preliminares destinados à aferição de fórmulas, concentrações, veículos e tempos de aplicação.

Todavia, quer pela extensão das superfícies, quer pela presença muito prolongada e/ou localizada de alguns tipos de depósitos, numa fase final da intervenção, foi necessário proceder a algumas operações de reintegração cromática onde haviam permanecido com desequilíbrios tonais, favorecendo-se, desse modo, uma leitura o mais possível do conjunto monumental.

A limpeza fez-se por via:

- **húmida:** destinaram-se à mitigação gradual de poeiras acumuladas, alguns depósitos aderentes e à limpeza das crostas negras de menor espessura ou amolecimento/remoção do estrato exterior enegrecido das mesmas. Para tal, recorreu-se a sistemas amovíveis de nebulização, montados com pontas de orientação, diâmetro e fluxo de saída de água reguláveis. Em algumas situações, a acção da água nebulizada foi potenciada pela escovagem simultânea das superfícies (**figs. 4 e 5**);

- **química com compressas ou de aplicação directa e controlada:** para saneamento ou atenuação das manchas verdes (solução de bicarbonato de amónio, com adição de 2% de EDTA tetrassódico, quando necessário, intercalada com lavagens de água destilada), de presença avultada sobre os substratos pétreos, mais concentradas nas imediações dos elementos em liga de cobre, coincidindo na sua maioria com as principais linhas geodésicas do monumento; das crostas negras, que persistiram após a primeira abordagem por nebulização com água e acções de escovagem. E ainda dos depósitos aderentes, de espessura variável e de natureza aparentemente orgânica, patentes nas escadarias e patamares do muro periférico (**figs. 6 e 7**);

- **mecânica:** limpeza das crostas negras de maior espessura e dureza, especificamente em algumas reentrâncias de alguns elementos escultóricos (grupos laterais; zona posterior da coroa), com recurso a micro-rectificadoras, tipo Dremmel®, com pontas de adequadas (escovas abrasivas, micro-esmeril) que permitissem uma remoção controlada dos estratos enegrecidos; micro-abrasão de pormenor, a pressão controlada, com óxidos de alumínio de granulometria fina, para atenuação de marcas residuais das crostas negras e manchas verdes; remoção de depósitos aderentes de maior espessura e menor dureza e adesão (pastilhas elásticas, depósitos cimentícios, outros) com recuso a ferramentas/instrumentos manuais; utilização pontual de um equipamento de odontotécnico de ultra-sons para remoção das concreções calcárias, designadamente as que existiam no alçado Norte, junto ao baixo-re-

levo (*fig. 8*). Este procedimento de limpeza auxiliar tem a vantagem de combinar as vias mecânica e húmida.



© Nova Conservação

Figs.4 e 5 – Limpeza por via húmida, com sistemas de nebulização e ações de escovagem.



© Nova Conservação

Figs.6 e 7 – Limpeza química das manchas verdes no plinto e nos elementos decorativos do pedestal.



© Nova Conservação

Fig.8 – Limpeza de concreções calcárias com equipamento de ultra-sons.

c) Tratamento de juntas e discontinuidades

i) Geral

Em todo o plinto, pedestal, grupos escultóricos e escadaria, foram removidos mecanicamente os materiais de preenchimento degradados ou considerados perniciosos (por razões materiais ou mesmo estéticas), entre eles argamassas cimentícias, bastardas ou sintéticas, e ainda os depósitos terrosos e outros que se haviam acumulado nas juntas já totalmente desprovidas de argamassa. Para tal, utilizaram-se ferramentas manuais e micro-martelos pneumáticos.

As operações de abertura de juntas foram seguidas de uma limpeza cuidada das mesmas – por via húmida e/ou com recurso a sistemas de ar comprimido – essencial para a boa adesão dos novos materiais de preenchimento (**fig. 9**).

Os vazios estruturais de maior profundidade (juntas escadarias e muros periféricos; juntas do pedestal e do plinto; juntas de alguns elementos dos conjuntos escultóricos; imediações da pata direita traseira do cavalo), procedeu-se ao seu preenchimento ou injeção com argamassas de desempenho estrutural. No caso das juntas mais finas, recorreu-se a uma argamassa pré-doseada, fluida e expansível (**fig. 10**).



Fig.9 – Abertura de juntas não funcionais, com micromartelos pneumáticos.



Fig.10 – Preenchimento em elemento escultórico com argamassa fluida de desempenho estrutural.

© Nova Conservação

Para o tratamento superficial de juntas e discontinuidades (micro-estucagem de orifícios, fissuras, pequenas zonas de lacuna) foram aplicadas duas argamassas à base de ligante hidráulico e inertes calibrados de granulometrias várias, ambas preparadas com referência à cor e texturas das superfícies pétreas adjacentes (**figs.11-13**).

A colocação das argamassas nas juntas e zonas de micro-estucagem foi antecedida da molhagem cuidada dos suportes para promoção da sua adesão aos mesmos. As argamassas foram aplicadas à espátula, sendo depois devidamente compactadas e esponjadas.

De uma forma geral, o nível das argamassas de refechamento foi ligeiramente rebaixado em relação às superfícies, favorecendo-se deste modo uma leitura harmoniosa da estereotomia dos elementos, estruturais ou decorativos, à excepção dos casos em que se realizou propositadamente uma elevação e rampeamento ligeiro das mesmas para promoção do desvio e drenagem das águas para fora das superfícies e estruturas, em zonas de empoçamento ou de maior circulação de águas.



© Nova Conservação

Figs.11



© Nova Conservação

Figs.12



© Nova Conservação

Figs.11-13 – Refechamento superficial de juntas e de pequenas discontinuidades no substrato pétreo.

ii) Plinto – topo Norte e base da estátua

Orientada pela análise dos problemas estruturais do topo do plinto e pedestal, tendo presente a sua severidade, desenvolvimento e recorrência, foi proposta uma solução diferenciada com vista à sua estabilização. Importa lembrar que se trata de lesões simples e múltiplas causadas sobretudo pela corrosão dos elementos metálicos em ferro presentes e que permaneciam – conjuntamente com as juntas de andamento horizontal do plinto, degradadas – pontos preferenciais de entrada e circulação de águas, contribuindo para um sempre potencial agravamento da situação.

Com vista ao tratamento das juntas horizontais e das juntas e lesões de andamento vertical do topo do plinto e pedestal (a norte), foi então aplicada a seguinte metodologia, após aprovação pela Comissão Científica:

- limpeza profunda e cuidada das superfícies de interface das juntas e das lesões (com ferramentas manuais, sistemas de ar comprimido, etc.), em abono da adesão dos novos materiais;
- preenchimento em profundidade das juntas horizontais (algumas alargadas, devido à movimentação de elementos), com argamassas hidráulicas fracas preparadas com agregados de granulometria grosseira e introdução de materiais de enchimento adicionais (nomeadamente, brita) quando necessário (**figs. 14 e 15**);

- nas juntas e lesões verticais e, também, nas camadas mais externas das juntas horizontais do plinto e pedestal, adopção de um sistema de preenchimento multi-camadas, alternando-se argamassa hidráulica, cordão distanciador de polietileno e mástique poliuretânico de baixo módulo de elasticidade (*figs. 16 e 17*).

O tratamento final destas juntas e lesões foi posteriormente realizado com argamassas hidráulicas semelhantes às preparadas para o refechamento superficial de juntas e descontinuidades anteriormente descritas.



© Nova Conservação

Figs.14-15 – Estabilização e colagem de fragmentos de grande porte no topo Norte. Injeção em profundidade em fracturas e juntas de zonas fragilizadas do plinto.



© Nova Conservação

Figs.16 e 17 – Selagem das juntas do topo do plinto com sistema multicamadas.

d) Tratamento de elementos metálicos

i) Sem função específica

Os elementos metálicos em ferro degradados e sem função específica foram cuidadosamente removidos com recurso a ferramentas manuais. Mesmo que destituídos de função específica, todos os elementos metálicos de menor dimensão, mas com algum cariz histórico foram preservados e devidamente tratados: limpos mecanicamente; estabilizados e protegidos com sistema de conversor de ferrugem e uma resina acrílica.

ii) Com função estrutural (grampos e espigões visíveis)

À parte dos elementos metálicos em aço inox e em latão remontantes às intervenções anteriores, fazem parte do sistema construtivo do pedestal e plinto grampos de ferro e liga de cobre (bronze). Desde que acessíveis, os últimos foram tratados de acordo com as suas características materiais e face aos processos de degradação, mais ou menos perniciosos, que apresentavam, da seguinte forma:

- **grampos em bronze:** limpeza simples e desgorduramento das superfícies; protecção com resina acrílica;
- **grampos e terminações dos espigões de secção circular em ferro:** limpeza mecânica dos produtos de corrosão soltos à superfície, com instrumentos manuais ou por microabrasão localizada; estabilização e protecção com inibidor de corrosão e resina acrílica; selagem dos mesmos face à acção das águas e do oxigénio, com resina epoxídica preparada com aditivo plasticizante; recobrimento final dos elementos com argamassas hidráulicas semelhantes às preparadas para o tratamento final de juntas, com adição de fibras de polipropileno no primeiro estrato; sempre que possível, sobrelevou-se o nível da camada final de argamassa em relação às superfícies envolventes, favorecendo-se desse modo o escoamento das águas pluviais (**figs. 18-20**).



© Nova Conservação

Figs.18



© Nova Conservação

Figs.19



© Nova Conservação

Figs.18-20 - Tratamento de elementos metálicos em ferro do plinto e do topo do pedestal. Revestimento final dos elementos metálicos selados, com argamassas hidráulicas.

Os grampos em latão existentes a norte foram limpos mecanicamente e, a par dos elementos em inox (a nascente, a poente e a norte), directamente cobertos com argamassas hidráulicas análogas às utilizadas no refechamento superficial de juntas e micro-estucagem.

Uma nota ainda sobre os elementos em chumbo existentes no plinto, no interior de diversas juntas do pedestal, dos muros periféricos e escadarias, isolados e/ou revestindo alguns grampos metálicos; por se encontrarem em bom estado de conservação, os mesmos foram preservados, simplesmente limpos ou, em alguns casos, revestidos com argamassas de superfície.

e) Reposição de elementos

Na sequência de uma análise das tipologias de lacunas identificadas em todo o conjunto (lacunas volumétricas em elementos figurativos nos conjuntos escultóricos; lacunas em elementos decorativos e arquitectónicos simples) foi decidido conjuntamente com a Comissão Científica da WMF-P que a reposição de elementos se cingiria às esferas e tacos em falta no topo dos pilaretes dos muros periféricos (*figs. 21 e 22*); se, por um lado, estes elementos são simples, de cariz geométrico, facilitando a sua replicação face aos remanescentes, por outro, são essenciais ao enquadramento harmonioso do monumento.



Figs.21 e 22 – Recolocação de uma das réplicas dos elementos esféricos de remate das urnas decorativas (pilaretes do muro periférico).

Assim, as esferas e tacos em questão foram reproduzidos em calcários de Lioz de elevada qualidade, com um acabamento ajustado às superfícies envolventes (em termos de cor e textura) e recolocados no posicionamento dos elementos originais mediante a aplicação de resina epoxídica adensada com material tixotrópico e aplicada à espátula. No caso das esferas,

à parte do reaproveitamento de um espigão de latão, foram ainda utilizados pernos de aço inox, roscados, como elementos de ligação das mesmas ao topo das urnas correspondentes, seguindo a lógica do sistema construtivo pré-existente.

f) Reintegrações cromáticas

Numa fase de final da intervenção, demonstrou-se necessário proceder a algumas reintegrações e acertos cromáticos sobre as argamassas das juntas e micro-estucagens e, pontualmente, sobre os substratos pétreos; no caso último, as zonas dissonantes – mais claras – correspondiam sobretudo às manchas verdes (agora suprimidas), cuja permanência prolongada originou uma alteração dos substratos e a formação de “pátinas naturais” distintas das encontradas nas superfícies adjacentes.

As reintegrações/acertos cromáticos foram realizados pela aplicação a pincel de velaturas de água de cal adicionada de pigmentos inorgânicos puros, preparadas com referência às cores e tonalidades das superfícies vizinhas, com o intuito de se chegar a uma leitura esteticamente coerente do conjunto.

g) Protecção final (anti-graffiti)

Por razões que se prendem, por um lado, com a elevada qualidade dos substratos pétreos e seu razoável estado de conservação, e, por outro, quer com a durabilidade limitada dos produtos hidrorrepelentes mais correntes, quer com falta de garantia de manutenção regular do monumento, optou-se pela não aplicação de uma protecção final desta tipologia.

Dada a maior acessibilidade às superfícies exteriores dos muros periféricos, decidiu-se pela aplicação de um produto anti-graffiti apenas.



Estudo da alteração dos elementos em liga metálica

a) Introdução

O desenvolvimento dos processos de corrosão é a principal causa da degradação dos monumentos em ligas de cobre expostos no exterior. A corrosão é um processo eletroquímico cujo desenvolvimento requer a formação de uma película de água sobre o metal, como a que resulta da condensação de humidade ou da ocorrência de chuva. Esta película de água conterá várias espécies dissolvidas que poderão contribuir para acelerar a corrosão, dependendo do tipo de poluentes gasosos existentes e do tipo de partículas em suspensão na atmosfera. Assim, a ocorrência e intensidade da corrosão vai depender não só da natureza da liga (composição, microestrutura, rugosidade) e da corrosividade atmosférica (para a qual contribuem os agentes poluentes atmosféricos e fatores climáticos), como também da forma de exposição das superfícies metálicas aos fatores promotores da corrosão.

As ligas de cobre, principalmente os bronzes (liga de cobre e estanho) e os latões (liga de cobre e zinco), têm sido usadas desde a antiguidade no fabrico de esculturas, elementos arquitetónicos e outras peças, devido à sua boa resistência à corrosão atmosférica que resulta da capacidade destas ligas ao se corroerem, formarem na sua superfície uma camada de produtos de corrosão com características protetoras, que reduz a velocidade de corrosão ao longo do tempo. Esta camada, pátina, é essencialmente constituída por óxidos de cobre (por ex.: *cuprite* – Cu_2O), de tom castanho avermelhado que ao longo do tempo se tornará quase preto, devido à deposição de poeiras e de outras substâncias em suspensão na atmosfera que se vão acumulando na superfície. Estas pátinas desenvolvem-se na superfície da escultura logo desde o início da sua exposição à atmosfera e manter-se-ão praticamente inalteradas em termos da sua composição química em ambientes pouco poluídos, recobrendo toda a superfície da escultura, conferindo-lhe um tom castanho-escuro ou preto. Nos casos de esculturas com maior longevidade, a pátina formada nos ambientes pouco poluídos poderá ainda conter alguns carbonatos básicos (como a *malaquite* – $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) de cor verde.

O aumento da poluição atmosférica que se tem verificado nas últimas décadas, contudo, tem levado a que ocorram alterações químicas nas camadas de produtos de corrosão protetores formadas nos primeiros anos de exposição nas estátuas antigas e que, nas estátuas recentes, as pátinas sejam desde o início constituídas por produtos menos protetores (GRAEDEL, 1987; SELWYN et al., 1996; STRANDBERG, 1997)

Em ambientes urbanos e industriais, onde existe contaminação da atmosfera por dióxido de enxofre (SO_2), formam-se predominantemente sulfatos básicos de cobre, como a *brochantite* ($\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$) e a *antlerite* ($\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$), produtos que têm cor verde e são os principais responsáveis pelas pátinas verdes frequentemente observadas nas estátuas. No caso de ambientes muito húmidos e altamente poluídos por SO_2 , forma-se ainda o sulfato não básico *calcantite* (CuSO_4), de cor azul. Os sulfatos básicos são razoavelmente estáveis e aderentes, proporcionando ainda alguma proteção da liga, no entanto, a *calcantite* é muito solúvel, sendo removida pela água das chuvas, favorecendo a progressão da corrosão (GRAEDEL, 1987; SELWYIN et al., 1996; STRANDBERG, 1997).

Nas zonas marítimas, onde estão presentes cloretos na atmosfera, ocorre ainda a formação de cloretos de cobre, como os cloretos básicos *atacamite* e *paratacamite* ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$), de cor verde, e o cloreto não básico *nantoquite* (CuCl), de cor cinzenta. Os cloretos básicos são medianamente estáveis, conferindo alguma proteção, ao contrário da *nantoquite*, por vezes designada “cancro do bronze”, cuja hidrólise dá origem à formação de *cuprite* e *paratacamite*, que é um produto mais volumoso, provocando a rápida degradação das pátinas, com a formação de picadas de cor verde de *paracatamite* (GRAEDEL, 1987; SELWYIN et al., 1996; STRANDBERG, 1997)

Assim, o primeiro sinal visível da ocorrência de processos de corrosão acelerados nas esculturas em ligas de cobre traduz-se na alteração cromática da sua superfície, em resultado da formação de pátinas de cor verde e preta. Esta alteração cromática, além de introduzir distorções estéticas na escultura, produzindo efeitos de luz e sombra indesejáveis, está associada a diferentes níveis de risco de degradação da liga de cobre. É, pois, necessário conhecer através de um estudo detalhado do estado de corrosão da estátua, a natureza e a intensidade da degradação existente, e a sua previsível progressão. O tipo de intervenção a que a escultura deverá ser submetida só deverá ser decidido com base nestes elementos, pois de contrário a intervenção poderá não assegurar a conservação futura do monumento.

É de referir ainda uma outra causa frequente do desenvolvimento de processos de corrosão neste tipo de estátuas metálicas, que resulta do contacto entre metais com diferentes potenciais eletroquímicos, podendo ocorrer corrosão galvânica do metal *menos nobre*. Isto acontece, por exemplo, quando elementos de base ferrosa são usados para reforço estrutural das estátuas de bronze ou em ligações interiores, as quais podem encontrar-se em estado de corrosão avançado, colocando em risco a segurança estrutural da estátua, dado que o ferro, menos nobre que o cobre, corrói-se preferencialmente. Nestes casos podem surgir manchas ferruginosas na superfície da estátua.

b) Diagnóstico da corrosão

No diagnóstico do estado de corrosão da estátua de D. José I seguiu-se uma metodologia adequada ao estudo da corrosão dos monumentos em ligas de cobre (FONTINHA e SALTA, 2000). A metodologia usada envolveu uma inspeção visual prévia para identificação dos elementos metálicos existentes, reconhecimento das principais tipologias de pátinas presentes e definição do plano de amostragem em função dos diversos aspetos macroscópicos existentes e das condições de exposição (ex.: abrigada ou facilmente lavada pelas chuvas) e de orientação

(ex.: Norte/Sul). Ao que se seguiu a execução da amostragem com o cuidado de não introduzir danos físicos no monumento. E, por fim, procedeu-se à análise em laboratório das amostras colhidas, recorrendo a técnicas de observação microscópica e a técnicas de análise química para determinação da composição química da liga, e da estrutura, composição química e mineralógica das pátinas (SALTA e FONTINHA,1998).

c) Elementos metálicos do monumento a D. José I

O monumento ao rei D. José I (**Fig. 1**) é constituído pela estátua equestre de D. José I, ladeada na base por várias figuras alegóricas representando víboras e ramos de silvas. No pedestal desta estátua, na parede frontal, encontra-se um medalhão em baixo relevo representando o busto do Marquês de Pombal. Existem ainda outros pequenos elementos metálicos no pedestal, tais como letras, uma coroa e alguns acessórios das estátuas de pedra.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 1 – Estátua de D. José I antes da intervenção.

Todos estes elementos metálicos são em liga de cobre, assim como o gradeamento metálico à volta do pedestal. Também o suporte onde assenta o casco traseiro esquerdo do cavalo é em liga de cobre.

Este monumento está localizado numa praça com intenso tráfego automóvel, de frente para o rio Tejo, na zona ribeirinha de Lisboa. Deste modo, está sujeito não só à poluição típica de um ambiente urbano, como também a um ambiente húmido e salino resultante de neblinas frequentes e da ação dos ventos marítimos, fatores determinantes para o tipo de pátinas formadas na superfície metálica desta estátua.

d) Aspeto visual das pátinas

Os aspetos visuais descritos foram observados durante o trabalho de diagnóstico realizado em 1998, tendo-se constatado posteriormente, em 2012, que não houve alteração significativa.

A estátua de D. José I, assim como os restantes elementos metálicos deste monumento, apresentavam alterações cromáticas da superfície características da corrosão de ligas de cobre em ambiente urbano, da qual resulta a formação de pátinas verdes e pretas, refletindo as marcas do tempo e as condições climáticas e de poluição do local onde se encontra implantada. Os principais aspetos visuais observados foram os seguintes:

- **pátina verde** sobre praticamente todas as superfícies não abrigadas, mais expostas ao vento e à chuva, predominando nos lados Sul e Oeste (**Figs. 2 e 3**). Esta pátina geralmente apresentava inúmeros pontos dispersos de pátina preta (**Figs. 3 e 5**), tendo-se verificado que nas superfícies verticais a pátina tende a ser mais espessa e macia, com zonas de desagregação, sendo removida facilmente por raspagem, evidenciando uma corrosão mais profunda da liga do que sob os pontos pretos. Em algumas superfícies horizontais, a pátina verde era mais fina e aderente, permanecendo ainda em algumas dessas zonas uma subcamada alaranjada;
- **pátina preta** predominante nas superfícies verticais dos lados Norte e Este (**Figs. 2 e 6**), e nas zonas mais abrigadas das chuvas, como recantos e zonas cobertas. Esta pátina, fina e muito aderente, apresentava frequentemente uma subcamada de produtos alaranjados;
- **estrias de pátina verde** nas zonas cobertas com pátina preta, que se desenvolveram nas linhas do percurso de escoamento das águas, quer da chuva quer de condensações (**Fig. 6**);
- **manchas de pátina verde** dispersas nas zonas de pátina preta ou como subcamada desta, em zonas abrigadas das chuvas como recantos e zonas cobertas (**Figs. 8 e 9**);
- **manchas castanhas** sobre a pátina verde em recantos nas superfícies horizontais e sob o ventre do cavalo (**Figs. 4 e 9**). O seu aspeto, distribuição e localização indicam que possam resultar da deposição de partículas ferruginosas existentes em suspensão na atmosfera.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 2 – Aspecto geral das pátinas verdes e pretas da estátua de D. José I. Esquerda: lado sul/oeste. Direita: lado norte/este.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 3 – Pormenor de uma zona da pátina verde com pontos de pátina preta.

Fig. 4 – Pátina verde e manchas castanhas.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 5 – Pormenor da pátina verde numa superfície vertical, exibindo zonas de desagregação.

Fig. 6 – Formação de linhas de pátina verde em zonas de pátina preta, nas linhas de escoamento de água.

Foram ainda observadas, pontualmente, manchas de cor castanha ferruginosa em vários locais (**Fig. 10**), que podem decorrer da eventual presença de acessórios de ferro na estátua. Para além destas manchas, observou-se em alguns pontos a utilização de materiais de “enchimento” de cor esbranquiçada e a presença de diversos “remendos” e “costuras” que,

no entanto, apresentavam o mesmo tipo de pátinas indiciando ser do mesmo tipo de liga da estátua.



Fig. 7 – Pátina preta em superfícies verticais e recantos.



Fig. 8 – Zona de pátina preta com uma subcamada de pátina verde.

© J. Delgado Rodrigues



Fig. 9 – Manchas castanhas e “escorrimentos” verdes na pátina preta.



Fig. 10 – Mancha castanha ferruginosa localizada (seta a vermelho).

© J. Delgado Rodrigues

e) Composição química da liga e dos produtos das pátinas

Para a identificação do tipo de liga usada na estátua de D. José I foram analisadas várias amostras de liga retiradas em diferentes pontos da estátua de D. José I e de alguns dos elementos decorativos na base (víboras e silvas). Estas amostras, constituídas por pequenos troços metálicos e aparas, obtidas por corte transversal ou por perfuração com uma broca de pequeno diâmetro (2-3 mm), foram retiradas de zonas de excrescências de fundição ou de zonas internas, de modo a não danificar a superfície visível da estátua.

Para análise da composição dos produtos de corrosão que compõem as pátinas foram colhidas várias amostras, por ligeira raspagem da superfície da estátua de D. José I e de outros elementos metálicos, em zonas representativas dos diferentes aspetos cromáticos observados.

A localização dos vários tipos de amostras colhidas é indicada na **Fig. II**.

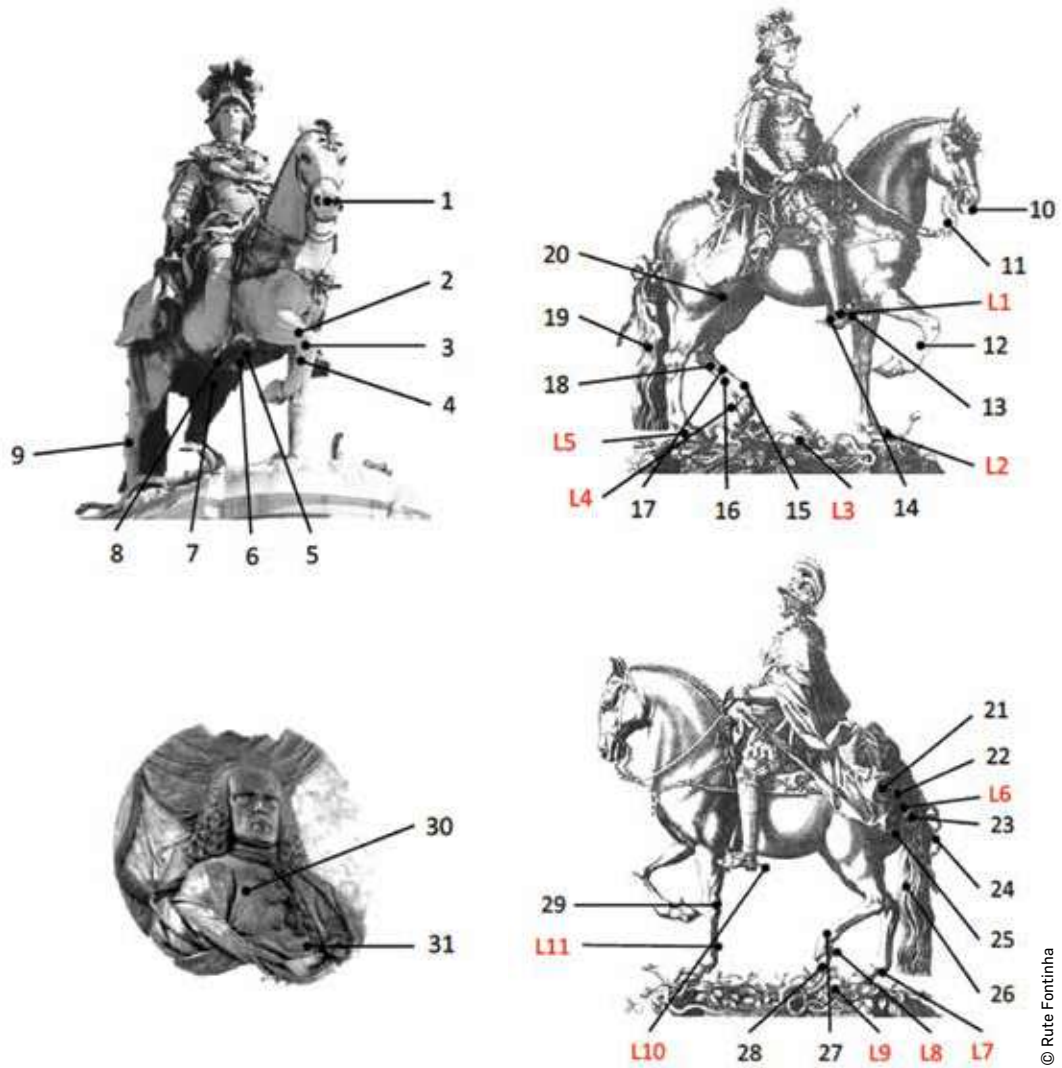


Fig. II - Localização das amostras de liga (L1 a L11) e de pátina (1 a 31) colhidas nos vários elementos metálicos da estátua de D. José I. (Os desenhos da estátua da direita foram retirados de MACHADO DE CASTRO, 1810 (edição de 1975).

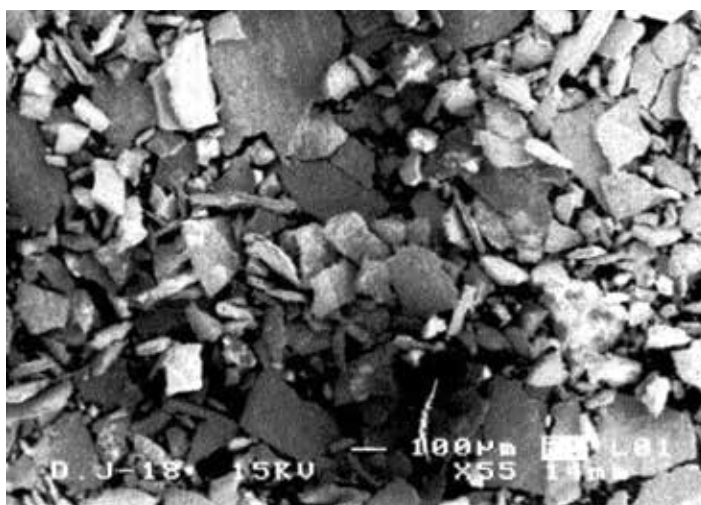
Para identificação da composição química da liga foram efetuadas análises semiquantitativas nas diferentes amostras de liga, usando um sistema de microanálise de raios X por dispersão em energias associado ao microscópio eletrónico de varrimento (SEM-EDS). Os resultados obtidos nessas análises resumem-se no **Quadro 1**, onde se indicam os máximos e mínimos, em percentagem dos elementos de liga, dos valores médios obtidos em cinco determinações em cada amostra.

Tendo-se verificado que o zinco era o segundo elemento maioritário na generalidade das amostras, com exceção da amostra retirada de um remendo, em que este elemento era o chumbo, pôde concluir-se que a estátua de D. José I e os seus ornamentos foram construídos numa liga de cobre e zinco, usualmente designada por latão, contendo também chumbo e estanho (de 1,5% a 3%). Este último elemento confere à liga maior resistência à corrosão e à deszincificação.

Elementos		Cobre - Cu	Estanho - Sn	Zinco - Zn	Chumbo - Pb
Estátua D. José I	Max.	81	2,9	14	3,3
	Min.	80	1,5	10	2,0
	remendo (1 amostra)	76	4,5	6,7	10
Ornamentos viboras e silvas	Máx.	79	2,0	18	6,9
	Mín.	69	0	16	3,3

Quadro 1 – Análise semiquantitativa dos principais elementos da liga metálica (teores máximos e mínimos, em %) obtida por SEM-EDS (SALTA e FONTINHA,1998)

A análise da composição química elementar dos produtos de corrosão que formam as pátinas da estátua de D. José I foi também efetuada por SEM-EDS. Na **Fig. 12** ilustra-se o aspeto típico destes produtos retirados de uma zona de pátina verde observado no microscópio de varrimento eletrónico (SEM). Os resultados obtidos nas análises semiquantitativas (SEM-EDS) apresentam-se na **Fig. 13** e resumem-se no **Quadro 2**, em função da tipologia da pátina.



© Rute Fontinha

Fig. 12 – Micrografia SEM dos produtos de uma amostra da pátina verde

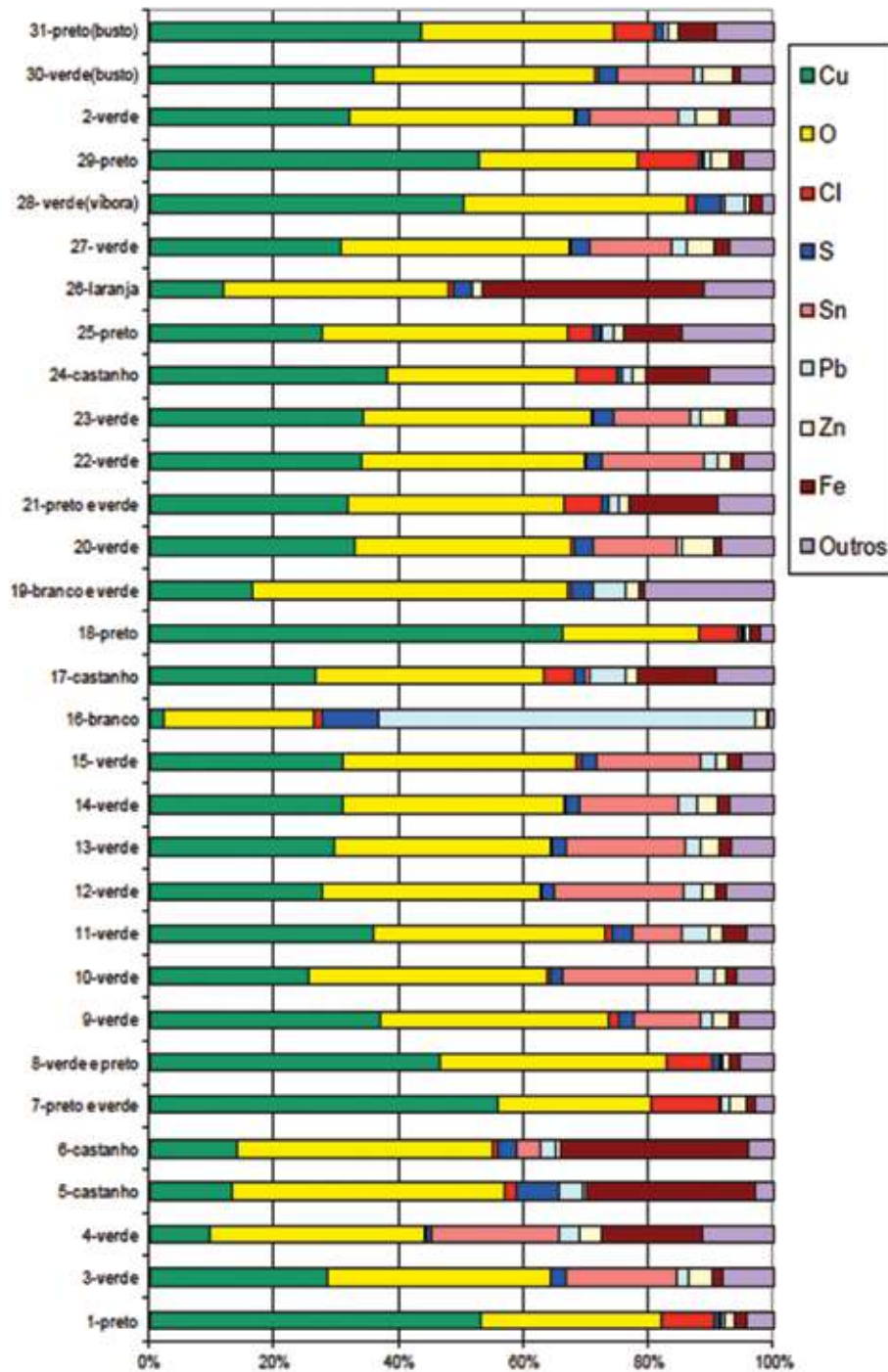


Fig. 13 – Resultados das análises SEM-EDS dos produtos que constituem as pátinas (SALTA e FONTINHA, 1998)

Num número restrito de amostras da pátina, considerado representativo das várias tipologias observadas, foram também realizadas análises por difractometria de raios X (XRD), técnica que permitiu identificar o tipo de compostos cristalinos presentes nas pátinas.

Os resultados obtidos nas análises por XRD realizadas também se resumem no **Quadro 2**, juntamente com os das análises SEM-EDS, em função da tipologia da pátina.

Aspecto visual da superfície	Composição química Resultados da análise SEM-EDS (teores mínimos e máximos, em %.)	Composição mineralógica Resultados da análise XRD (*compostos cristalinos predominantes)
Pátina verde	Cu: 25-38 Sn: 6,8-23 O: 33-44 Pb: 0,5-4,5 Cl: 0,2-1,4 Zn: 0,4-5,7 S: 1,7-3,7 Al, Si, Fe, Mg, Ca, Na, P: 0-6,7	$\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6^*$ Cu_2O $\text{CuSn}(\text{OH})_6$
Escorrimentos verdes		
Pátina preta	Cu: 30-69 Sn: 0-1,1 O: 24-40 Pb: 0-3,2 Cl: 3,9-9,9 Zn: 0,9-4,6 S: 0,5-1,1 Al, Si, Fe, Mg, Ca, Na, P: 0-10	$\text{Cu}_7\text{Cl}_4(\text{OH})_{10}\cdot n\text{H}_2\text{O}^*$ Cu_2O^* Cu_3SnS_4 , SiO_2
Manchas verdes dispersas ou como subcamada na pátina preta	Cu: 46 - 55 Sn: 0 - 0,6 O: 24 - 36 Pb: 0,6 - 1,5 Cl: 7,5 - 11 Zn: 0,9 - 2,0 S: 0,5 - 0,9 Al, Si, Fe, Mg, Ca, Na, P: 0-6,7	$\text{Cu}_7\text{Cl}_4(\text{OH})_{10}\cdot n\text{H}_2\text{O}^*$ $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}^*$, CuCl^* Cu_2O , $\text{CuC}_2\text{O}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$ SiO_2
Manchas castanhas e alaranjadas	Cu: 13-28 Sn: 0-4,4 O: 35-45 Pb: 0-7,0 Cl: 0,7-5,0 Zn: 0-3,0 S: 2,5-7,7 Fe: 11-36 Al, Si, Mg, Ca, Na, P: 0-6,7	$\text{Cu}_7\text{Cl}_4(\text{OH})_{10}\cdot n\text{H}_2\text{O}^*$ $\text{Pb}(\text{Fe,Cu})_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})$ $\text{CuC}_2\text{O}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$ SiO_2

Quadro 2 - Composição química e mineralógica dos produtos de corrosão que compõem os diferentes tipos de pátina obtida por SEM-EDS e por XRD (SALTA e FONTINHA, 1998)

Com base nos resultados obtidos pelas duas técnicas de análise química usadas, pôde concluir-se em relação à composição das pátinas que:

- **a pátina verde** era essencialmente constituída pelo sulfato básico de cobre *brochantite* ($\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$), estando também presente o hidróxido de cobre e estanho *mushitonite* ($\text{CuSn}(\text{OH})_6$), e coexistindo em algumas zonas com o óxido de cobre *cuprite* (Cu_2O);
- **a pátina preta**, nas zonas onde aparecia a subcamada de pátina verde, era essencialmente constituída pelo cloreto básico de cobre hidratado ($\text{Cu}_7\text{Cl}_4(\text{OH})_{10}\cdot n\text{H}_2\text{O}$) com algum *quartzo* (Si_2O), e nas zonas onde se encontrava diretamente sobre o metal, continha também *cuprite*;

- a *cuprite* era o principal constituinte da **subcamada alaranjada** que foi observada em várias zonas da estátua, sobretudo sob a pátina preta;

- **as manchas verdes** dispersas na pátina preta continham o cloreto básico hidratado ($\text{Cu}_7\text{Cl}_4(\text{OH})_{10}\cdot n\text{H}_2\text{O}$) e, quando estas manchas se encontravam sob a pátina preta em zonas abrigadas, continham ainda o cloreto básico de cobre *atacamite* ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$) e o cloreto cuproso *nantoquite* (CuCl).

Adicionalmente, concluiu-se que, para além dos produtos de corrosão do cobre (Cu), nas pátinas deviam existir outros produtos resultantes da corrosão do estanho (Sn), do zinco (Zn) e do chumbo (Pb), uma vez que nas análises efetuadas por SEM-EDS (**Fig. 13, Quadro 2**) foram detetados teores significativos destes elementos. Compostos estes, na sua maioria amorfos, por isso não detetáveis nas análises por XRD.

Em relação às amostras retiradas de zonas com manchas castanho-alaranjado ou amarelado, dado que foram determinados por SEM-EDS teores significativos de ferro (Fe) e numa das amostras colhidas sob o ventre do cavalo foi identificado um composto complexo de cobre, ferro e chumbo, concluiu-se que estas manchas eram causadas por compostos de ferro.

Considerou-se que a presença destes compostos na superfície da estátua deveria ter resultado da deposição de partículas ferrosas existentes em suspensão na atmosfera (por ex.: provenientes da Siderurgia Nacional), nomeadamente, nas superfícies horizontais mais expostas, mas que também poderia resultar da corrosão de uma eventual armadura interna da estátua em ferro (MACHADO DE CASTRO, 1975), cujos produtos seriam arrastados pelas águas que saíam do interior da estátua pelo furo existente no ventre do cavalo (**Fig. 9**), zona onde se observaram extensas manchas acastanhadas.

Finalmente, considerou-se ainda que o quartzo (SiO_2) detetado em várias amostras da pátina resultava da deposição de areias e outras partículas siliciosas, que ao longo do tempo iriam ficando retidas nas sucessivas camadas de produtos de corrosão formadas. A deposição destas e de outro tipo de partículas existentes em suspensão na atmosfera justifica ainda a presença dos elementos cálcio (Ca), alumínio (Al), magnésio (Mg), sódio (Na) e fósforo (P) detetados por SEM-EDS e a presença de *mooloite* ($\text{CuC}_2\text{O}_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$), detetada por XRD, que se terá formado por reação do cobre com partículas carbonáceas depositadas, ou devido a atividade de microorganismos.

Na generalidade os produtos de corrosão identificados nas análises efetuadas foram os normalmente encontrados em estátuas de liga de cobre expostas em ambientes urbanos poluídos. A *mushitonite* ($\text{CuSn}(\text{OH})_6$), porém, é menos vulgar e a sua presença é indicadora do extenso período de exposição da estátua, que era superior a 220 anos.

f) Microestrutura das pátinas

A observação no microscópio ótico de reflexão da secção transversal das amostras constituídas por troços de liga com pátina permite obter informação sobre a sua constituição, complementando a observação visual realizada no local. Na **Fig. 14** ilustram-se alguns dos aspetos observados em microscopia ótica, na secção transversal das pátinas de duas amostras colhidas, respetivamente, em zonas de pátina preta e de pátina verde. Na amostra de pátina preta (**Fig. 14 (esquerda)**) observa-se nitidamente uma camada mais interior, de cor vermelha-alaranjada, geralmente associada à *cuprite*, e uma camada mais exterior de cor cinzenta escura. Vestígios desta subcamada vermelha também são ainda visíveis nas amostras com pátina verde (**Fig. 14 (direita)**). Nestas amostras observa-se principalmente uma camada mais exterior amarela que corresponde à pátina verde.

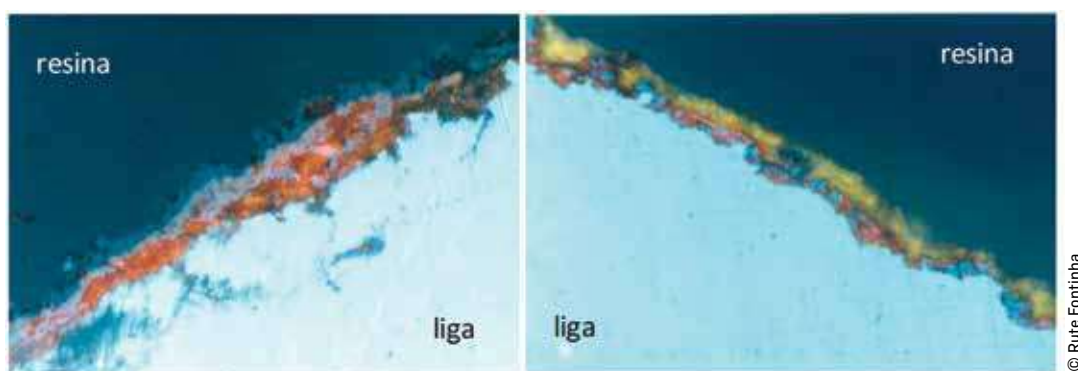


Fig. 14 – Aspeto micrográfico da secção transversal das pátinas da estátua de D. José I. Esquerda: numa zona de pátina preta. Direita: numa zona de pátina verde (50X). Imagens em luz polarizada e em contraste interferencial de Normanski.

As observações realizadas em microscopia ótica são consistentes com as observações visuais macroscópicas e revelam a existência de diferentes morfologias de pátinas formadas na superfície da estátua de D. José I, resultantes da corrosão atmosférica da liga. As pátinas pretas (**Fig. 15**), constituídas principalmente por *cuprite* (óxido de cobre), produtos de deposição externa e alguns cloretos básicos de cobre, apresentam frequentemente uma subcamada alaranjada (essencialmente de *cuprite*). A cor escura da resinaligaligaresinacamada exterior é devida à deposição e acumulação de partículas de sujidade sobre a *cuprite*. Este tipo de pátina é geralmente lisa, fina e aderente, sendo protetora da corrosão. Nas zonas onde existia este tipo de pátina, o desgaste da liga por corrosão era muito reduzido.



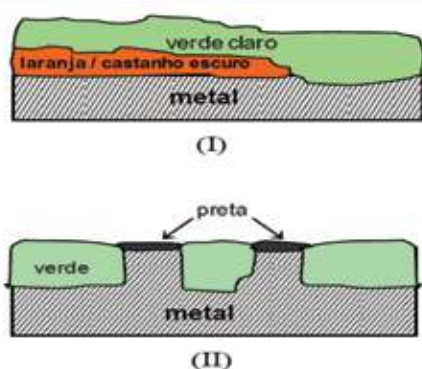
© J. Delgado Rodrigues



Fig. 15 – Pátina Preta. Esquerda: aspeto visual de zonas com pátina preta lisa e aderente. Direita: corte esquemático da pátina preta com subcamada laranja de cuprite.

Nas zonas cobertas com pátinas verdes ocorriam dois tipos de microestruturas, que se ilustram de forma esquemática na **Fig. 16**. Estas pátinas correspondiam às zonas da estátua onde a superfície da liga se apresentava mais atacada e irregular, sendo essencialmente constituídas por *brochantite* (sulfato básico de cobre). Por vezes continham uma subcamada alaranjada de *cuprite*, o que indicava a transformação progressiva dos óxidos de cobre em *brochantite* por ação do SO_2 , mas era frequente encontrar-se apenas a camada verde (**Fig. 16**, esquerda (I)), sem a camada de *cuprite* residual.

Em algumas zonas horizontais, onde a pátina verde era mais lisa, dura e aderente e ainda subsistia uma camada fina de produtos castanho-alaranjados, a corrosão da liga não era tão intensa. Contudo, em algumas superfícies verticais, a pátina verde apresentava-se muito espessa e macia, com zonas de desagregação (**Fig. 5**). Nestas zonas, a pátina contém inúmeros pontos pretos. Os pontos pretos são “ilhas” remanescentes de uma pátina preta previamente existente que, por condições particulares da liga, adquiriram um carácter catódico em relação às zonas circundantes que sofreram corrosão preferencial. Sob a pátina verde, ocorreu um desgaste profundo da liga, mais acentuado do que nas zonas onde se manteve a pátina preta fina e aderente (**Fig. 16**, esquerda (II)).



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 16 – Pátina verde. Esquerda: corte esquemático da pátina verde contínua (I) e da pátina verde com pontos pretos (II). Direita: aspeto visual de uma zona com pátina verde e pontos pretos.

A morfologia das pátinas verdes indicia que o seu processo de formação deverá ter ocorrido segundo o mecanismo ilustrado na **Fig. 17**, proposto por (LEONI, 1984).

Segundo este, nas ligas de cobre expostas à atmosfera, inicialmente, dá-se a formação das pátinas pretas, constituídas por óxidos de cobre protetores, de forma generalizada.

Já a formação das pátinas verdes requer a presença de água contendo agentes corrosivos dissolvidos (ex.: aniões sulfato), iniciando-se nas zonas onde esta condensa, goteja ou escorre. Com o tempo, a propagação das pátinas verdes dar-se-á segundo um mecanismo de formação de inúmeras células de corrosão localizada, atuando as zonas da liga cobertas com pátina verde como ânodos, enquanto a pátina preta confere um carácter catódico à liga subjacente. Estabelecem-se células de concentração diferencial - as zonas verdes têm maior concentração de agentes agressivos que as zonas pretas - e a corrosão prossegue para fora dos limites das zonas verdes, com a formação destas pátinas também nas zonas de transição. Com o tempo, nas zonas mais expostas, dá-se a expansão da pátina verde, ficando apenas pequenas zonas catódicas remanescentes da pátina preta, inseridas numa ampla área anódica de pátina verde (**Fig. 16, direita**). A corrosão dá-se quase exclusivamente nas zonas de pátina verde.



© J. Delgado Rodrigues

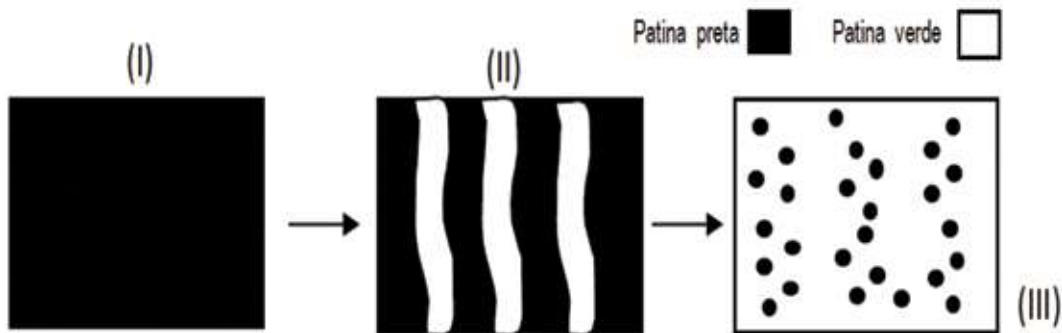


Fig. 17 – Zona com pátinas verdes e esquema da sua formação. **(I)** Zona coberta com pátina preta. **(II)** Formação das zonas anódicas (pátina verde) e catódicas (pátina preta) numa zona onde ocorre o escoamento de água. **(III)** Expansão das zonas anódicas. (LEONI, 1984)

Em algumas zonas de difícil acesso das chuvas, onde se dava a deposição e acumulação de partículas arrastadas pelos ventos, observou-se ainda um outro tipo de morfologia de pátinas, menos frequente, mas igualmente importante por poder estar associado a fenómenos de corrosão ativa da liga. Nestas zonas formaram-se películas rugosas de produtos acinzentados, sob as quais existia uma camada fina de cor verde. A camada cinzenta é macia e pulverulenta, destacando-se com alguma facilidade. Sob esta camada observaram-se produtos de cor verde claro vivo, geralmente constituídos por vários tipos de cloretos de cobre indicadores da possibilidade de nessa zona estar a ocorrer o ataque localizado da liga na forma de picadas. Por vezes observava-se também uma camada mais interior, junto da liga, de cor alaranjada ou castanha, de cuprite (**Fig. 18**).



© J. Delgado Rodrigues



Fig. 18 – Pátina cinzenta rugosa com subcamada verde. Esquerda: aspeto visual. Direita: corte esquemático da secção transversal ilustrando as diversas camadas de produtos presentes.

g) Conclusões do diagnóstico do estado de corrosão

A estátua de liga de cobre de D. José I apresentava-se num estado de corrosão mais avançado nas zonas cobertas com pátina verde, sobretudo nas zonas em que a pátina era macia e apresentava descamação, onde já tinha ocorrido alguma perda de material da liga. Nas zonas cobertas com pátina preta, em geral, a corrosão progrediu menos. A existência da subcamada de cuprite foi benéfica para a conservação da estátua, uma vez que este óxido confere uma excelente proteção ao metal. O sulfato básico *brochantite* (resultado da ação agressiva dos gases poluentes SO_2 provenientes do tráfego automóvel urbano), principal constituinte das pátinas verdes, é prejudicial para a conservação da estátua uma vez que é razoavelmente solúvel. A presença do cloreto básico hidratado $\text{Cu}_7\text{Cl}_4(\text{OH})_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ indicava que algumas zonas se encontravam em processo evolutivo de corrosão da liga. No entanto, como em geral ocorria sobre a camada de cuprite, a sua presença foi considerada menos nefasta para a conservação da estátua. A existência de fenómenos de corrosão ativa, tipo picadas, a que está associada a presença do cloreto cuproso, *nantoquite* (CuCl), foi observada pontualmente, mas de forma incipiente, numa zona abrigada da estátua.

Referências

FONTINHA, I. R. e M. M., Salta, 2000 - Metodologia para o diagnóstico da corrosão em estátuas de ligas de cobre. Relatório 16/00-NQ, LNEC, Lisboa.

GRAEDEL, T. E., 1987 - Copper patinas formed in the atmosphere – II. A qualitative assessment of mechanisms. *Corrosion Science*, 27 [7]:721-740.

LEONI, M., 1984 - Elementi di Metallurgia Applicata al Restauro delle Opere d'Arte. Opus Libri, Firenze.

MACHADO DE CASTRO, 1810 - Descrição analytica da execução da real estátua equestre do Senhor fidelíssimo D. José I". Lisboa, edição comemorativa do segundo centenário da inauguração da estátua equestre de D. José I na Praça do Comércio de Lisboa, Academia de Belas Artes, 1975.

SALTA, M.; Fontinha, I. R., 1998 - Diagnóstico da Estátua de D. José I em Lisboa. Relatório 313/98-NQ, LNEC, Lisboa.

SELWYN, L. S.; Binnie, N. E.; Poitras, J.; Laver, M. E.; Downham, D. A., 1996 - Outdoor Bronze Statues: Analysis of metal and Surface Samples. *Studies in Conservation*, 41:205-228.



CAPÍTULO 5 • Mauro Matteini, J. Delgado Rodrigues e A.E. Charola

Estado de alteração e opções de conservação dos elementos em liga metálica

a) A limpeza e seus problemas

O conjunto da escultura equestre de D. José I está exposto há cerca de 250 anos, num ambiente urbano e também sob forte influência do ambiente marítimo determinado pelo estuário do rio Tejo e pelo oceano Atlântico. Estes dois tipos de ambientes e as intervenções anteriores deixaram marcas bem vincadas na imagem e no estado de conservação, tendo criado uma imagem muito heterogênea que reduziria significativamente a legibilidade da obra de arte (**Fig. 1**).

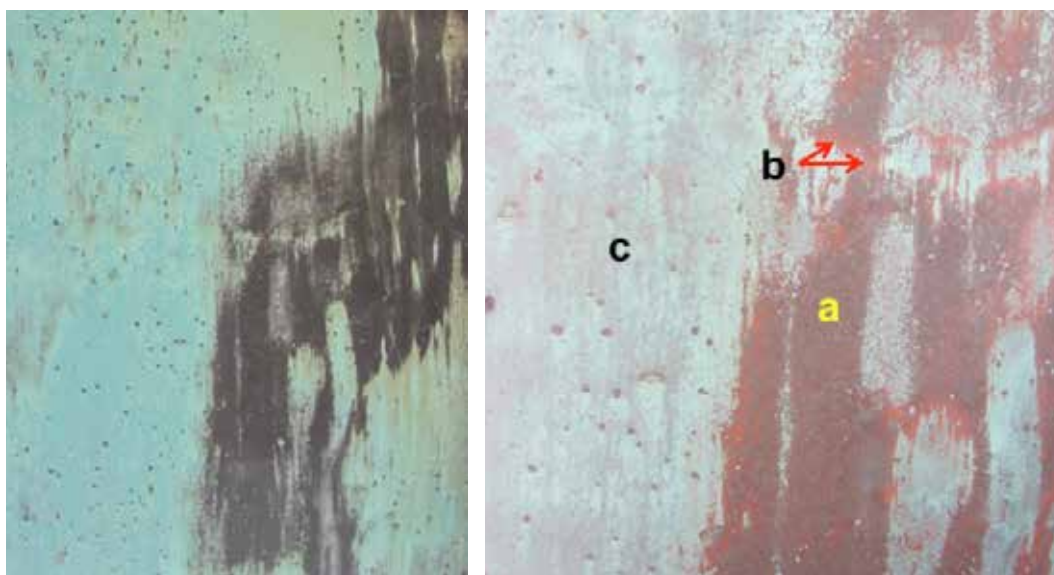


Fig. 1 - Aspecto do conjunto escultórico fortemente marcado pelo contraste de cores deixadas pela sujidade e pelos produtos de alteração da liga metálica.

A escultura estava coberta por produtos de alteração da liga metálica e por sujidade mais ou menos intensa simplesmente depositada sobre as superfícies expostas, em especial onde a água das chuvas não chegava para remover os depósitos acumulados.

Conforme já descrito (Fontinha & Salta, nesta publicação), a alteração da liga metálica segue caminhos diversos, de acordo com a composição dos agentes agressivos, as condições de exposição e a composição e propriedades da liga metálica. Os produtos e morfologias resultantes da alteração (designados por pátinas, na terminologia da alteração de ligas metálicas) podem ter uma acção de protecção muito eficaz, como no caso da cuprite (Cu_2O), ou serem menos protectoras, como no caso da brocantite ($\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$) e da antlerite ($\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$). Quando o teor de cloretos do ambiente é significativo, como é o caso presente, desenvolve-se um composto que não tem qualquer função protectora, a nantoquite (Cu_2Cl_2), pelo que a alteração tem tendência a progredir indefinidamente, desde que a adição de cloretos continue. Nas **figuras 2 a 4** ilustram-se algumas das situações mais características.

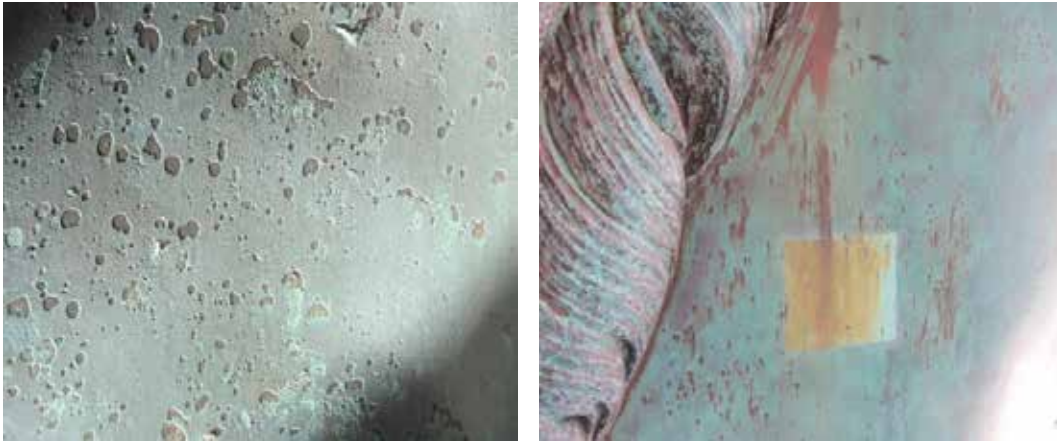
Na **Fig. 2** vê-se uma área coberta por depósitos negros e esverdeados e a mesma área durante um teste de limpeza. Os depósitos negros situam-se nas zonas com escassa ou nula lavagem pela água das chuvas, pelo que permitem a acumulação de sujidade urbana por simples deposição subaérea. A limpeza mostra que estes depósitos estão sobrepostos à camada de cuprite protectora, tal como se vê durante o teste de limpeza. Os depósitos esverdeados são relativamente brandos e não conferem protecção duradoura. A sua limpeza controlada permite chegar a um nível onde por transparência se percebe a existência de cuprite, mas a ocorrência desta camada é descontínua e a espessura é muito pequena, pelo que não é adequado limpar abaixo do nível atingido neste teste.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 2 - Aspecto das pátinas de alteração antes (esquerda) e durante um ensaio de limpeza (direita). A pátina negra de sujidade cobre uma camada intermédia castanho-escura, de compostos de cobre (a) que por sua vez se sobrepõe a uma camada bem definida de cuprite, castanho-avermelhada (b). A mancha de pátinas verdes de sulfatos básicos de cobre (c) apresenta ilhas de cuprite remanescentes e pode estar directamente assente sobre a liga metálica ou sobre retalhos descontínuos de cuprite.

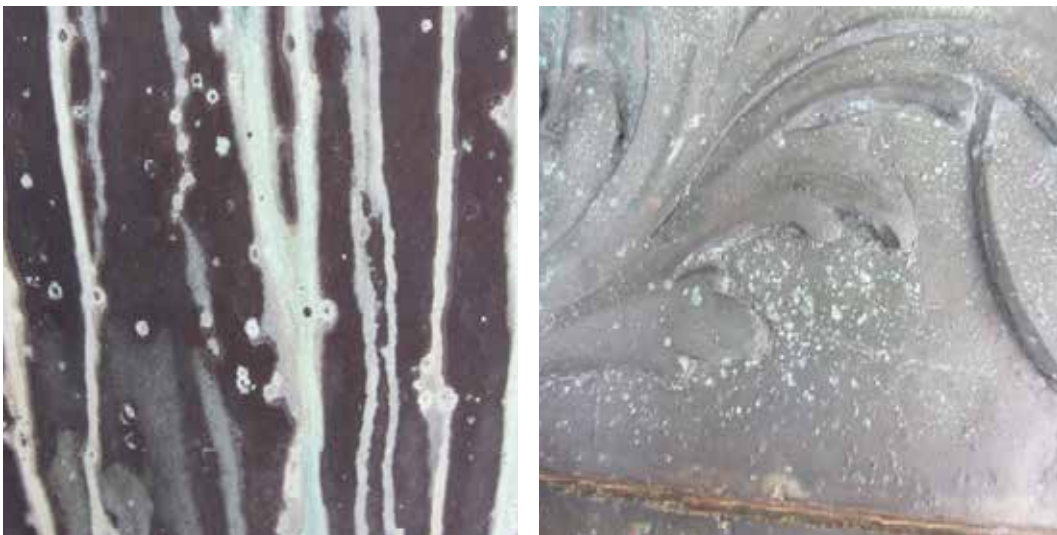
A **Fig. 3** mostra que a camada de depósitos esverdeados resulta da alteração da primitiva camada de cuprite (ver Fontinha & Salta) deixando “ilhas” isoladas dessa camada encimada por sujidade escura. A limpeza subsequente nunca pode atingir uma situação homogénea dado que não existe nenhum nível (excepto o da liga metálica propriamente dita) que seja constante. O resultado final terá de ser sempre uma composição de tonalidades que podem ser harmonizadas mas nunca totalmente eliminadas.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 3 – Aspecto das “ilhas” de cuprite cobertas de sujidade e dos depósitos esverdeados que lhes sucederam na evolução da alteração (esquerda). A limpeza de uma área semelhante (direita) elimina os depósitos de sujidade e as camadas não-protectoras, mas não pode eliminar a heterogeneidade inerente. A janela de coloração amarelada é um testemunho da situação anterior à limpeza.

A **Fig. 4** ilustra a ocorrência de alteração em pústula associada ao ataque por soluções com ião cloreto, tendo a nantoquite como produto de alteração. Estas áreas apresentam os mesmos problemas de limpeza que as restantes, juntando-se agora a necessidade de lidar com o ataque bastante intrusivo e persistente, tal como se abordará mais tarde neste capítulo.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 4 - Aspecto de áreas com ataque por cloretos e com as correspondentes pústulas instáveis de nantoquite. Este tipo de ataque aparece em zonas húmidas, onde há deposição de aerossóis, mas onde não chega a acção de lavagem pela chuva.

Com base na informação laboratorial e nos testes de limpeza realizados em obra, foi definido que a limpeza deveria remover todos os depósitos de sujidade urbana e os compostos de alteração brandos e escassamente protectores. Os níveis de referência a atingir seria uma aproximação à camada de cuprite nas zonas cobertas com depósitos negros, pois aí esta camada é relativamente contínua e portanto poderia definir com razoável aproximação um nível exequível para a limpeza. Nas áreas recobertas com depósitos esverdeados, seriam removidas as camadas mais brandas, definindo-se o nível final quando fosse perceptível, por transparência, a aproximação aos resíduos avermelhados de cuprite subjacente. Dada a irregularidade desta camada e a presença da liga metálica às mesmas profundidades, não é possível atingir um nível de limpeza idêntico ao atingido nas áreas cobertas com depósitos negros, pelo que a permanência de áreas com tonalidades mais avermelhadas e acastanhadas lado a lado com áreas esverdeadas, vagamente avermelhadas, é um facto inevitável.

Na **Fig. 5** apresentam-se duas zonas semelhantes antes e após limpeza onde se pode perceber a intensidade das operações de limpeza e a impossibilidade de obter superfícies homogêneas. De facto, a obtenção de uma superfície homogênea só seria atingível ao nível da própria liga, o que implicaria a remoção de produtos de alteração protectores e mesmo alguma espessura da própria liga metálica, situação que seria totalmente inaceitável em termos de conservação.



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 5 – Aspecto da situação antes da limpeza (esquerda) com janela de teste e uma situação na condição final após concluída a limpeza (direita). A presença de camada de cuprite avermelhada é contínua nas áreas anteriormente negras, enquanto que a coloração avermelhada é apenas perceptível por transparência através dos depósitos esverdeados.

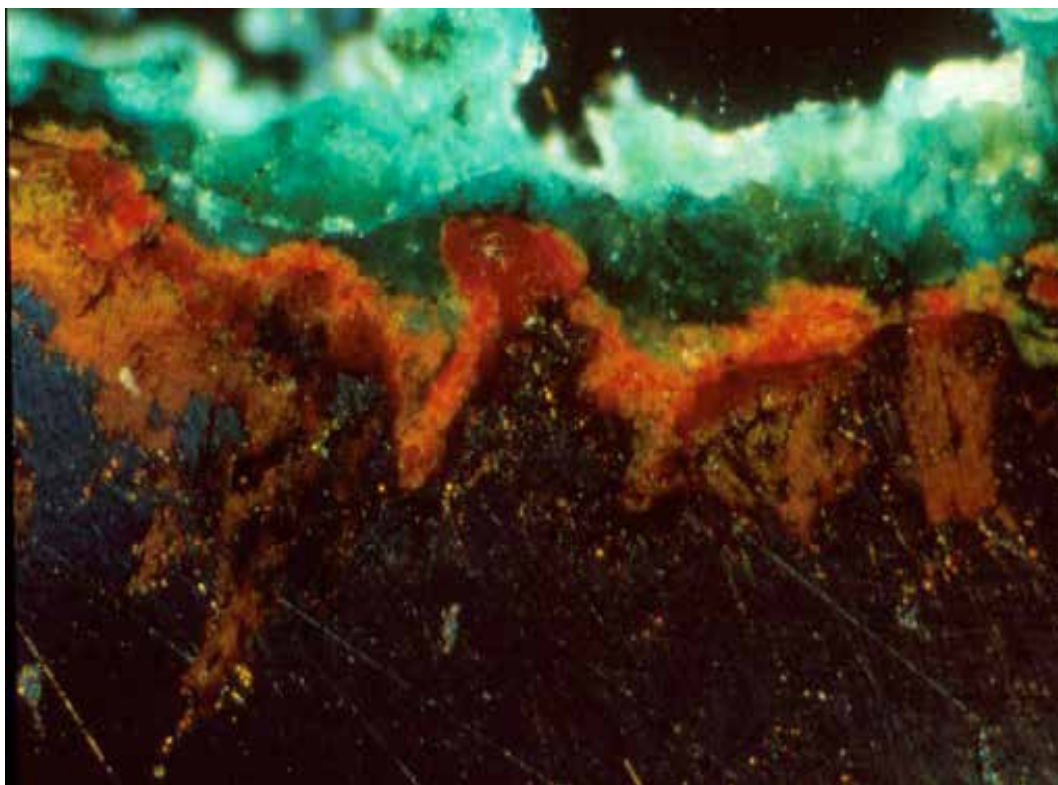
b) Passivação após limpeza

Uma vez terminada a limpeza, é necessário proteger a liga metálica para tentar retardar a acção dos agentes de alteração, em especial a existência de ambiente ácido que favorece a corrosão e o ataque pelos cloretos, com formação de nantoquite.

A nantoquite é um sal de cobre monovalente moderadamente solúvel em água, e é, por isso, um composto instável, muito reactivo, que representa uma ameaça para a conservação das ligas de cobre. De facto, este composto está na origem do bem conhecido processo cíclico

de corrosão das ligas de cobre conhecido como “cancro do bronze”. Na estratificação das camadas de alteração da liga (**Fig. 6**), a nantoquite desenvolve-se numa posição interna, na transição entre a liga metálica e os produtos verde-azulados das pátinas, ao mesmo nível da cuprite Cu_2O , óxido avermelhado de cobre monovalente. Uma vez que a nantoquite é um composto quase incolor, ela resulta quase invisível ao microscópio óptico, mas a sua presença foi confirmada por outras técnicas (ver Fontinha & Salta, nesta publicação) e a sua ocorrência na estátua de D. José I é perfeitamente natural dada a proximidade do mar e a consequente passagem frequente de aerossóis marinhos por esta área.

Para garantir a durabilidade das acções de restauro das ligas de cobre é necessário resolver o problema da progressão da corrosão, inibindo as condições para a sua ocorrência, antes de decidir aplicar qualquer acção de protecção da liga metálica. Existem diversos agentes inibidores da corrosão conhecidos da prática da conservação e restauro há décadas. Para as ligas de cobre, os mais difundidos pertencem à família do benzotriazol, um composto orgânico de acção complexante, base de uma série de produtos concebidos especificamente para este problema. Infelizmente, no entanto, estes agentes têm algumas limitações significativas: eles tendem a ser consideravelmente tóxicos (alguns são mesmo mutagénicos) e alteram bastante as cores verde-azuladas características das pátinas espontâneas, prejudicando fortemente o aspecto final das superfícies. Acresce, ainda, que a sua eficácia em exposição no exterior não tem grande durabilidade.



© M. Matteini

Fig. 6 – Secção estratigráfica ao microscópio óptico (ampliação 20x) de uma sequência típica da corrosão das ligas de cobre expostas no exterior. Em baixo, de cor escura, a liga de cobre; ao centro, estrato vermelho irregular de cuprite e nantoquite; em cima, estrato verde azulado das pátinas típicas das ligas de cobre .

Para o restauro da cobertura em cobre do portal da igreja de Santa Maria delle Grazie, em Milão, Matteini¹ tinha recomendado o uso de oxalato de sódio, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, em solução aquosa a 5% p/v, cuja acção se revelou muito positiva. Já depois de ter sido recomendada e aplicada na estátua de D. José I, esta mesma solução seria utilizada em diversas intervenções de esculturas de bronze em Milão².

Para além da acção passivante ao formar oxalato de cobre, este tratamento também permite a eliminação da nantoquite por oxidação para compostos cúpricos insolúveis. Esta acção poderia ser traduzida pela reacção:

Nantoquite (Cu_2Cl_2 , *ligeiramente solúvel*) + oxalato de sódio ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, *solúvel*) + oxigénio (O_2 , gás) → oxalato cúprico, (CuC_2O_4 , *verde, insolúvel*) + óxido cúprico (CuO , *tenorite, negra, insolúvel*) + cloreto de sódio (NaCl , *solúvel, eliminável por lavagem*).

Segundo este mecanismo de acção, o oxalato de sódio na presença do oxigénio promove a oxidação do (cobre +1) da nantoquite, para compostos mais estáveis (de cobre +2), fortemente insolúveis e que, para além disso, fazem parte dos compostos comumente presentes nas pátinas naturais das ligas de cobre.

Para complementar a acção “curativa” obtida pelo tratamento com solução aquosa de oxalato de sódio a 5%, foi considerado importante aplicar também uma acção “preventiva” com a aplicação de um tratamento alcalinizante para contrapor ao ambiente ácido que facilita o processo corrosivo.

Este tratamento, também ele de carácter inovador, tinha sido aplicado pela primeira vez alguns anos antes sobre um bronze arqueológico greco-romano (“Apoximeno” de Lussino, Croácia). Em vez de se usar os álcalis solúveis, como o bicarbonato de sódio habitualmente usado para esta finalidade, optou-se por utilizar a água de cal, a pH 9-10, que apresenta vantagens notórias. De facto, para além da acção alcalinizante directa, a água de cal, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, com o tempo acaba por carbonatar dando o carbonato de cálcio insolúvel (CaCO_3) que se aloja nos poros das camada de corrosão, funcionando aí como “reservatório” de alcalinidade que actua como acção preventiva contra eventuais novos processos corrosivos. Em suma, a combinação destes dois tratamentos tem acção curativa dos danos e efeito preventivo de inibição da corrosão, que posteriormente seria complementado com uma protecção final de hidrofugação.

Após limpeza, lavagem e passivação da superfície, a escultura foi coberta com diversas camadas de material protector para procurar impedir o acesso de humidade ao contacto com a liga metálica. Durante esta operação final de protecção foram também efectuados ajustamentos cromáticos para procurar reduzir os contrastes excessivos entre áreas contíguas com imagens muito dissonantes (**Fig. 7**). Estes aspectos são abordados em mais pormenor em capítulo específico (Proença et al., nesta publicação)



© J. Delgado Rodrigues

Fig. 7 – Aspectos da estátua após intervenção. No lado virado a E (esquerda) predominavam as tonalidades muito escuras e o resultado final ainda reflecte esse facto. No lado virado a (direita) predominavam as cores esverdeadas, situação que se mantém.

Referências

¹ FRANCESCO, C. Di, C. Ragozzino, B. Ferriani, M. Matteini, M. Realini, C. Conti, R. Mazzeo, E. Joseph e S. Pratti – Esperienze innovative e conferme nei trattamenti a base di ossalati solubili su superfici lapidee e leghe metaliche: intervento e monitoraggio nel cantiere del Portale di Santa Maria delle Grazie a Milano. Atti del Convegno Scienze e Beni Culturali XXIII, Bressanone, 2007. Edizioni Arcadia Ricerche, pp. 245-255.

² BELLINI, A., M. Matteini, P. Gasparoli, L. Formica, M. M. Grisoni, F. Gerbelli e M. Sita – Sponsorizzazione tecnica per la progettazione e l'esecuzione dei lavori di Restauro conservativo di 15 monumenti cittadini. XII Congresso Nazionale IGIIC – Lo Stato dell'Arte – Accademia Di Belle Arti di Brera – Milano 23-24 Ottobre 2014.



Trabalhos de conservação e restauro

a) Limpeza

i) Objectivos e testes de limpeza

Com uma limpeza selectiva da estátua equestre e restantes elementos decorativos em liga de cobre do monumento, teve-se em vista:

- contribuir o mais possível para a estabilização química das superfícies, por redução da presença de produtos exógenos, potencialmente favorecedores da progressão dos fenómenos de corrosão (sais solúveis diversos, outros) ou desfiguradores;

- chegar a uma uniformização morfológica das superfícies, através da compactação/redução de porosidade das pátinas mais aderentes, conferindo-lhes um acabamento polido, i.e., de porosidade mais reduzida.

Assim sendo, à parte a remoção generalizada de depósitos menos aderentes (particulado atmosférico e outros), gorduras, entre os demais, superficiais ou solúveis, definiram-se as seguintes metas orientadoras, relativamente aos níveis de limpeza a atingir nas diversas superfícies:

- **pátinas verde/verde azulada e manchas laranja:** limpeza das camadas pulverulentas; compactação dos estratos mais aderentes, poupando as camadas de cuprite subjacentes;

- **pátinas negras:** remoção dos depósitos mais superficiais e polimento da pátina remanescente;

- **incrustações:** remoção das mesmas na sua totalidade.

Para responder aos objectivos acima indicados, definiu-se um conjunto de testes preliminares de limpeza, a ensaiar em janelas representativas da diversidade de situações a tratar na estátua equestre, à excepção das manchas de ferrugem cuja mitigação foi abordada à parte. Os resultados obtidos através dos procedimentos de limpeza por via húmida, química e mecânica testados foram apresentados e discutidos junto da Comissão Científica da WMF-Portugal para definição das metodologias finais a adoptar (simples ou combinadas), descritas nos subcapítulos seguintes.

ii) Limpeza por via húmida e química

Uma primeira limpeza das pátinas pulverulentas (sobretudo, verde-claras) e depósitos menos aderentes (particulado atmosférico, gorduras, outros) na estátua equestre, cobras e silvas, no medalhão do Marquês de Pombal e restantes elementos em liga de cobre foi realizada por via húmida, com aplicação de uma solução de água destilada e detergente neutro, seguida de acções de escovagem ligeira (**fig. 1**).



© Nova Conservação

Fig.1 – Primeira limpeza da liga metálica, suave e controlada, com soluções de água e álcool.

No caso do gradeamento foi necessário realizar uma limpeza inicial das superfícies com soluções de álcool e acetona, para primeira eliminação de *graffiti*, estratos gordos e outros depósitos aderentes.

iii) Limpeza mecânica pontual

Para remoção ou primeiro rebaixamento das incrustações existentes nas superfícies protegidas da estátua equestre (essencialmente sobre pátina/depósitos negros) foram utilizados bisturis e, pontualmente, mini-esmeriladoras com pontas odontotécnicas (**fig. 2**).



© Nova Conservação

Fig.2 – Limpeza mecânica de incrustações espessas.

Também no gradeamento do muro periférico foi necessário recorrer ao bisturi para remoção de restos materiais exógenos (materiais autocolantes, outros).

iv) Microabrasão

Os resultados mais satisfatórios obtidos nos testes de limpeza por micro-abrasão foram conseguidos com recurso a microesferas de vidro, com granulometrias compreendidas entre os 70 e os 10 μm (figs. 3 e 4).



Figs. 3 e 4 – Limpeza das pátinas não coesas e não idóneas por micro-abrasão.

Foram utilizados equipamentos de micro-abrasão de pormenor, de pressão regulável e ponteiros de diâmetro pequeno e ajustável.

O processo de limpeza por micro-abrasão decorreu de forma lenta e progressiva, atentando-se às variantes de pátinas (tipologia, espessura, condições de adesão).

De acordo com os objectivos definidos, foi possível rebaixar as pátinas verdes, por supressão das camadas não coesas e menos aderentes.

No caso das pátinas negras mais extensas, contínuas e aderentes (em zonas sem volumetrias), foi decidido conjuntamente com a Comissão Científica da WMF-P rebaixá-las até atingir uma tonalidade mais quente, próxima da cuprite (sem a ela chegar totalmente); esta decisão pretendeu-se essencialmente com questões estéticas e de apresentação das superfícies, no sentido de atenuar o impacto visual, muito contrastante, entre estas áreas muito escuras e opacas e as superfícies adjacentes, que preservariam as tonalidades verdes e alguma transparência (figs. 5-7).



© Nova Conservação

Figs.5-7 – Janelas de limpeza, na figura do monarca, em elementos do gradeamento dos muros periféricos e na figura do cavalo.

Como referido, esta metodologia de limpeza permitiu concomitantemente uma compactação e sequente polimento das superfícies, a que estará associada uma conveniente diminuição de porosidade nas camadas mais externas das pátinas.

Foram ainda removidas as incrustações remanescentes, assim como os produtos de corrosão provenientes dos elementos em ferro da estrutura interna (manchas de ferrugem).

A metodologia de limpeza por micro-abrasão foi aplicada sobre a estátua equestre, nos elementos decorativos da sua base, no medalhão do Marquês de Pombal, nos caracteres das inscrições e grinalda do alçado Sul e, ainda, no gradeamento de encerramento do muro periférico.

Findos os trabalhos de limpeza, todas as superfícies foram detalhadamente aspiradas para prossecução dos trabalhos de conservação, destinados à passivação, apresentação e protecção final dos suportes.

b) Passivação

i) Objectivos e testes preliminares

Concluídas as etapas principais de limpeza, do ponto de vista conservativo, outra das preocupações prendia-se com a passivação físico-química das superfícies, antes de prosseguir com a sua protecção final.

A esse propósito foi sugerido pelo Prof. Mauro Matteini a adopção de duas soluções de natureza distinta, curativa e preventiva, respectivamente:

- nas zonas com indícios de corrosão activa, a aplicação localizada de uma solução de **oxalato de sódio** com o intuito de transformar eventuais produtos quimicamente instáveis, participantes no ciclo de corrosão da liga metálica (designadamente, a nantoquite), em produtos estáveis e insolúveis (e.g. tenorite)¹;
- aplicação generalizada de **água de cal** com vista à criação de uma reserva alcalina na interface pátinas-metal, para minimização dos processos de corrosão, usualmente favorecidos em meio ácido.²

A pedido da Comissão Científica foram realizados diversos testes preliminares para ensaio de ambas as soluções (sem que uma fosse eliminatória da outra), em janelas pré-definidas, temporariamente cobertas com uma câmara húmida (de 8 a 15 dias), com a pretensão de simular um ambiente propenso às reacções físico-químicas implícitas nos processos de corrosão (**figs. 8 e 9**).

¹ Segundo relatório entregue pelo Prof. Mauro Matteini, após visita à intervenção, para além da transformação da nantoquite em tenorite, a primeira, a par com outros produtos de alteração eventualmente presentes como a brocantite, a atacamite e paratacamite, transformar-se-ão também num oxalato de cobre; este produto de cor verde azulada é igualmente estável e insolúvel.

² Também por sugestão do Prof. Mauro Matteini esta solução de carácter preventivo foi ensaiada e aplicada na estátua de bronze Apoxyomenos, na ilha de Lošinj (Croácia), na região da Dalmácia.



© Nova Conservação

Figs. 8 e 9 – Testes de passivação química. Campânula para avaliação de pontos de corrosão activa.

Relativamente aos efeitos obtidos, concluiu-se que, aparentemente, poderá haver alguma estabilização das superfícies após a aplicação de ambas as soluções, sem que isso implique uma alteração significativa de cor ou textura das pátinas remanescentes. Decorridos os períodos de resguardo, considerou-se que, quer nas janelas-teste de aplicação de oxalato de sódio, quer de solução combinada (oxalato de sódio, seguido de água de cal), houve uma diminuição efectiva de reactividade (eflorescências mais difusas, em menor quantidade e espessura).

ii) Oxalato de sódio

O tratamento das superfícies com compressas de oxalato de sódio foi orientado pelo mapeamento prévio das zonas com concentração expressiva de eflorescências. Nessas zonas procedeu-se à aplicação de uma solução de oxalato de sódio preparada em água destilada, primeiro pincelada e, seguidamente, mediante compressas de pasta de papel, durante tempo limitado (**figs. 10-11**); passadas 24 horas, as superfícies foram banhadas com água destilada, em *spray*, para remoção de eventuais excessos do reagente aplicado, assim dos produtos solúveis formados no âmbito da reacção fomentada.

Nas áreas mais susceptíveis de haver recorrência de eflorescências (portando, zonas que aparentavam maior reactividade), este tratamento foi novamente reforçado com auxílio de uma “boneca” embebida na mesma solução (**fig. 12**).

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO



© Nova Conservação

Figs.10-12 - Passivação da liga metálica com oxalato de sódio.

Este tratamento das superfícies foi extrapolado para todos elementos em liga de cobre onde se registou o surgimento de eflorescências.

iii) Água de cal

Foi preparada uma solução de hidróxido de cálcio em água destilada até se atingir um pH ~ 10 (controlado com auxílio de fitas indicadoras). Com vista a promover a penetração desta solução na porosidade das pátinas, a mesma foi aplicada com um pincel rígido, com insistência nas zonas aparentemente mais reactivas, em movimentos circulares (**fig. 13**). Por não haver tendência a branqueamento, deixou-se secar as superfícies sem as enxugar.



© Nova Conservação

Fig.13 – Passivação preventiva da liga metálica com água de cal.

c) Desidratação das superfícies

Após conclusão dos trabalhos de passivação, procedeu-se à desidratação das superfícies com álcool etílico. Esta etapa intermédia teve como objectivo a mitigação de eventuais concentrações de água na porosidade de superfície, essencial para boa execução das etapas de integração cromática e de protecção final.

d) Tratamento de elementos em ferro

Os términos expostos da estrutura interna em ferro foram tratados com um produto estabilizador e inibidor de ferrugem e posteriormente selados com resina epoxídica cicloalifática, com características de resistência às radiações UV adequadas, carregada com material tixotrópico e pigmentos inorgânicos puros (**fig. 14**).



© Nova Conservação

Fig.14 - Tratamento dos términos expostos da estrutura interna em ferro.

e) Preenchimento de descontinuidades

As superfícies da estátua equestre, silvas e cobras e ainda do medalhão do Marquês de Pom- bal foram detalhadamente revistas, tendo-se procedido ao preenchimento dos orifícios e descontinuidades (defeitos de fundição, fissuras, contornos de algumas tampas e remen- dos), à espátula, igualmente com uma resina epoxídica com características de resistência às radiações UV adequadas, carregada com material tixotrópico e pigmentos inorgânicos puros (**fig. 15**).

No *ofício* utilizado para entrada da sonda do equipamento de vídeo-endoscopia na traseira do cavalo, por ser mais profundo, foi realizado um primeiro preenchimento com uma cavi- lha em chumbo, revestida de seguida com a resina epoxídica acima indicada.



© Nova Conservação

Fig.15 – Preenchimento de descontinuidades com resinas pigmentadas para minimizar entrada de águas pluviais para o interior da estátua equestre.

f) Recolocação e fixação de elementos soltos

i) *Silvas e tampas*

Numa fase preliminar da intervenção foi possível ensaiar a recolocação e disposição dos elementos soltos (silvas) que se encontravam em reserva (**fig. 16**), com base nos sistemas de encaixe, correspondência das terminações disjuntas (caules serrados; folhas destacadas) e ainda em alguns registos fotográficos de arquivo, ainda que esclarecedores em situações muito pontuais (**fig. 17**).



Fig.16 - Elementos soltos (silvas) que se encontravam em reserva



Fig.17 - Ensaio de posicionamento e encaixe de uma das silvas soltas.

Foram discutidas várias soluções de recolocação e fixação dos elementos em causa, inclusive metodologias de soldadura adequadas. Contudo, no sentido de preservar o mais possível as volumetrias e as pátinas dos elementos em questão, optou-se pela adopção de soluções menos intrusivas, nomeadamente pelo recurso a parafusos de latão, aplicados nos sistemas de encaixe pré-existent, e a anilhas de latão, dimensionadas e moldadas caso a caso, por exemplo para a junção de caules desarticulados (**figs. 18 e 19**).



Figs.18 e 19 - Exemplos dos sistemas de encaixe e posicionamento dos elementos que se encontravam em reserva.

O reforço das anilhas de latão, de argolas e outros sistemas de fixação destes elementos ao plinto, bem como a recolocação de peças soltas de menor dimensão (folhas) foi executado com uma resina epoxídica carregada com material tixotrópico e pigmentos inorgânicos puros.

O mesmo tipo de procedimento foi adoptado para fixação e preenchimento perimetral de algumas tampas, abertas e/ou soltas (**fig. 20**), que cobriam parte das extremidades da estrutura metálica interna em ferro, restituindo-lhes as funções protectora e estética.



© Nova Conservação

Fig.20 – Fixação de tampa de cobertura de uma das extremidades da estrutura metálica interna em ferro.

ii) Caractere da inscrição e florão

Quer na inscrição dedicada ao monarca e respectiva adenda patente no alçado Sul do pedestal, quer na referente à data de recolocação do medalhão do Marquês de Pombal, existiam diversos caracteres soltos. Os últimos foram removidos temporariamente e recolocados no pedestal, nas respectivas posições originais, com aplicação de resina epoxídica, carregada e tonalizada (**fig. 21**).



© Nova Conservação

Fig.21 – Recolocação de caractere solto.

Dadas as características formais e função destas inscrições e elementos decorativos acessórios (florões que ladeiam a inscrição “12 de Outubro de 1833”), foi proposto à Comissão Científica da WMF-P que se procedesse à reprodução dos elementos em falta: um dos florões; e uma letra na palavra “FIN_IT” do aditamento da inscrição dedicatória.

No caso do florão, foi consensual a opinião de que se deveria produzir uma réplica a partir da peça equivalente, patente no pedestal; a mesma foi então reproduzida em bronze, devidamente patinado, e as suas entregas posicionadas nos orifícios pré-existentis com auxílio de resina epoxídica (**fig. 22**).



© Nova Conservação

Fig.22 – Recolocação de réplica de um dos florões em falta.

No caso do caractere em falta, foi solicitado o auxílio do Departamento de História, Artes, Humanidades da UAL para compreensão da inscrição e sequente confirmação da letra que estaria em falta, através da consulta de um latinista.

A pesquisa efectuada pela equipa da UAL³, nomeadamente a chegada a um artigo publicado pela Academia de Ciências de Lisboa (Fernandes Costa, 1921), permitiu-nos tomar conhecimento da problemática levantada a propósito de um conjunto de erros em tempos patentes naquele aditamento; entre outros, um dos erros estaria na palavra em causa, escrita na altura com dois N (i.e. “FINNIT”).

Ao cruzar esta informação com a documentação recolhida no arquivo da DGEMN – designadamente com o caderno de encargos da intervenção promovida nos anos 30⁴ - verificou-se nela e no terreno que, de facto, não só as correcções aconteceram (não só nesta, como na palavra “EQUESTRIS”, que passou a “EQUESTREM”), como seguiram uma das propostas de correcção apresentadas pela ACL no artigo supra referido.

Para além disso, a possibilidade da letra em falta ser um “X” foi validada por um latinista. A nova letra “X” foi realizada por fundição em latão e colocada na posição devida (FINXIT).

iii) Elemento do freio do cavalo: rédeas e grupo escultórico “Fama”

O elemento do freio do cavalo que se encontrava caído foi recolocado, reutilizando-se simplesmente a peça roscada pré-existente, com adição de nova anilha e porca para proceder ao aperto.

O elemento do freio do cavalo (rédeas) que se encontrava caído (solto da sua fixação original) foi simplesmente fixo ao parafuso pré-existente com porca e anilha.

g) Integração cromática

Com vista à integração cromática das zonas de maior dissonância, que comprometiam uma apresentação harmoniosa das superfícies e volumetrias, realizou-se um conjunto de testes preliminares. Os resultados em 3 janelas-teste delimitadas na estátua equestre foram submetidos à apreciação da Comissão Científica da WMF-P. Após aprovação dos resultados (**figs. 23-25**), este trabalho de apresentação final das superfícies foi executado mediante o protocolo testado não só na estátua equestre como nos restantes elementos em liga de cobre, em particular sobre as “ilhas” e “fronteiras” de maior contraste entre as diferentes pátinas, atenuando-as, para que recuassem “visualmente” para um segundo plano de leitura.

³ Investigação da Dra. Cristina Dias e Prof. Doutor Miguel Faria, que será eventualmente objecto de publicação futura.

⁴ Arquivo da DGEMN, DSARH-010/125-0855.97/75, “Obra de conservação do monumento de D. José I na Praça do Comércio”.



© Nova Conservação

Figs. 23 - 25 – Exemplo de janelas de ensaio das integrações cromáticas. | **Figura 25** – Integração cromática de zona já tratada, com coloração esteticamente muito difusa.

h) Protecção final

A protecção final das superfícies de todos os elementos em liga de cobre foi iniciada com a aplicação de duas camadas adicionais de Paraloid B44; as mesmas foram aplicadas por aspersão nas superfícies lisas (**fig. 26**) e a pincel nas superfícies finas ou mais trabalhadas (pormenores decorativos de maior detalhe, com reentrâncias e volumes complexos; cobras, silvas, medalhão do Marquês, inscrições, gradeamento).

Sobre a estátua equestre, cobras, silvas e medalhão do Marquês optou-se por melhorar o sistema de protecção e impermeabilização das superfícies com a adição de camadas finais de acabamento à base de ceras.



© Nova Conservação

Fig.26 – Aplicação de protecção final por aspersão sobre as superfícies lisas.

i) Capeamento/protecção das sapatas em chumbo

Outro aspecto que importava salvaguardar prendia-se com o maior desvio possível das águas pluviais para fora das estruturas, evitando-se o seu contacto com os elementos em ferro; i.e. não só com os espigões e grampos associados ao sistema construtivo do pedestal e plinto, mas também com os prumos da estrutura interna em ferro da estátua equestre, neles encastrados.

Como medida preventiva adicional optou-se pelo revestimento das sapatas em chumbo das patas do cavalo com chapas de chumbo suplementares, criando-se pendentes para o ambicionado desvio das águas (**fig. 27**). As chapas foram modeladas e dimensionadas caso a caso, com especial atenção às zonas de união entre elas e entre as mesmas e os elementos pré-existentes.



© Nova Conservação

Fig.27 – Criação de revestimento adicional nas sapatas de chumbo da estátua, com pendentes, para desvio das águas pluviais.

j) Outros trabalhos

Para além das actividades acima descritas foram ainda executados os seguintes trabalhos complementares:

- refechamento do espaço existente sob o medalhão do Marquês de Pombal (preenchimento de orifício e protecção das massas de enchimento) com uma argamassa hidráulica e inertes calibrados, e injeção em profundidade dos vazios remanescentes com argamassa pré-doseada, hidráulica, fluida e expansível;
- colocação de calços de chumbo no gradeamento sob, ou entre, alguns elementos do gradeamento os suportes de pedra, para prevenir o seu potencial descaimento ou deformação.



12 DE OUTUBRO DE 1833

Documentação e informação

A intervenção no monumento a D. José I incluiu uma componente documental significativa, constituindo por si só – em cada uma das suas vertentes (fotográfica, vídeo, gráfica, laboratorial, escrita) – um percurso analítico da obra, fundamental não só como complemento à sua memória (portanto, à sua conservação) e como base para as tomadas de decisão, mas também como ferramenta de trabalho, permitindo ligação permanente entre o passado, o presente e o futuro.

a) Documentação fotográfica e vídeo

Em termos de documentação fotográfica, foram produzidas mais de 1500 imagens, que correspondem:

- a registos profissionais, gerais e parciais (dos alçados e enquadramento), realizados imediatamente antes da montagem das estruturas de andaime e logo após o desmonte das mesmas, com recurso plataformas elevatórias, telescópica com alcance máximo de 28 metros e tesoura (**figs. 1 e 2**).
- a registos profissionais de pormenor com luz rasante do baixo-relevo do alçado Norte, como medida adicional para registo completo e detalhado da informação incisa e relevada (**figs. 3-6**);
- a registos das principais das formas e fenómenos de alteração e degradação dos materiais pétreos e da liga metálica;
- a um conjunto de janelas de acompanhamento das superfícies pétreas e metálicas, definidas às diferentes cotas do monumento, repetidas pelo menos em 2 ou 3 momentos da intervenção (período inicial, após actividades de limpeza, no decurso dos acabamentos) e referenciadas sobre as bases gráficas do levantamento arquitectónico;
- a registos dos diferentes ensaios realizados e das operações de conservação e restauro;
- a registos adicionais de outros aspectos caracterizadores da intervenção, nomeadamente dos meios de acesso (andaimes, plataformas), do estaleiro e tapumes, da envolvente (Praça do Comércio) e sua dinâmica.

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO



© Nova Conservação

Figs. 1 e 2 – Vistas parciais do monumento a D. José I, durante os trabalhos de levantamento arquitectónico e fotográfico precedente aos trabalhos de conservação e restauro, com auxílio de plataformas elevatórias.

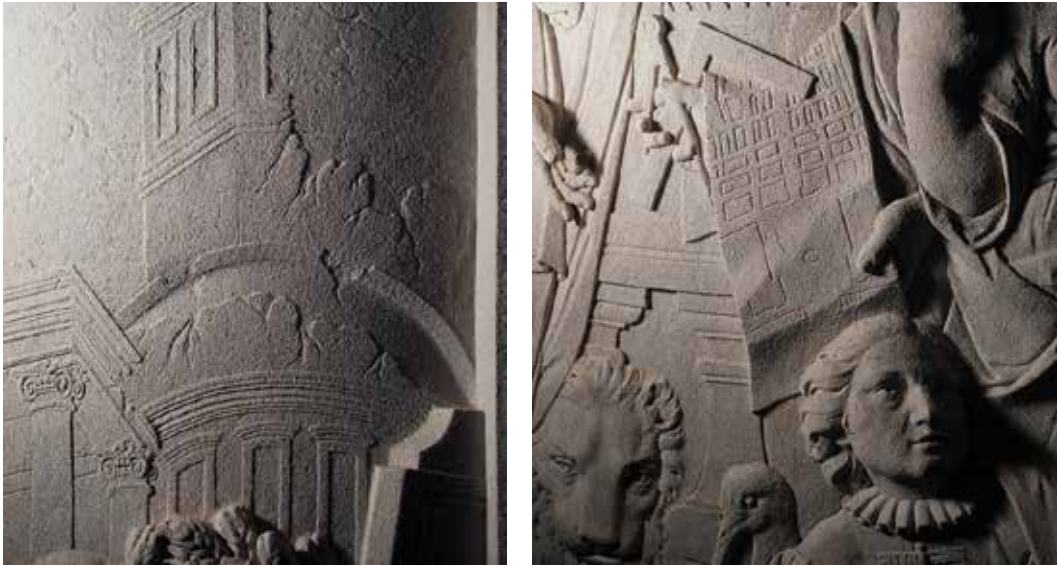


Figs. 3



Figs. 4

© Nova Conservação



Figs. 3-6 – Registos fotográficos à luz rasante do relevo alegórico “Generosidade Régia”, realizado em período nocturno (figs.4-6: ©Miguel Saavedra).

Durante os 11 meses de intervenção foram ainda realizados registos vídeo (**fig.7**) por uma equipa de imagem da Universidade Autónoma de Lisboa, tendo sido devidamente coordenados com a WMF-P e as equipas de conservação e restauro; destinaram-se a registar não só as modificações sucessivas das superfícies pétreas e metálicas ao longo da intervenção, como alguns exemplos das principais operações de conservação e restauro e, ainda, testemunhos do acompanhamento por parte da Comissão Científica da WMF-P.



Fig.7 – Registo vídeo da intervenção a cargo da Universidade Autónoma de Lisboa.

b) Levantamento arquitectónico e escultórico

O levantamento arquitectónico e escultórico completo, pormenorizado e à escala, do monumento a D. José I era inexistente até ao momento da mais recente intervenção. A sua produção foi determinante enquanto base de trabalho para o registo e análise de aspectos ligados ao dimensionamento¹, caracterização material e tecnológica do objecto, ao seu estado de conservação (localização, disposição, extensão da degradação) e ao desenvolvimento e gestão dos trabalhos de conservação e restauro.

À parte do seu potencial de utilização em conteúdos informativos e divulgativos, sobre o mesmo, poderá ainda ser futuramente registada não só informação associada ao comportamento das superfícies e das estruturas tratadas face à passagem do tempo, bem como eventuais operações de manutenção ou de natureza diversa que decorram no monumento.

Este levantamento foi realizado através da combinação, cruzamento e restituição de dados obtidos a partir de topografia tradicional, de varrimento laser 3D, de diferença de fase, com resolução de 3/6mm (**fig. 8**) e de medições e registos directos, com auxílio de documentação fotográfica digital de alta resolução de todas as superfícies e volumetrias. Para a produção de parte destes dados foi necessário recorrer a uma plataforma elevatória telescópica com alcance máximo de 28 metros, a uma plataforma elevatória tesoura (18 m) e também a fotografia aérea com *zeppelin*, com apoio de uma equipa da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa (**fig. 9**).



Fig. 8 – Levantamento 3D com *laser scanning*.



Fig. 9 – *Zeppelin* usado na fotografia aérea do monumento (Faculdade de Arquitectura – Universidade Técnica de Lisboa).

© Nova Conservação

¹ O monumento tem uma altura máxima de 17,91 m.

Os levantamentos acima mencionados resultaram num total de 15 restituições 2D (desenhos) – plantas e cortes longitudinais a diferentes cotas, 4 alçados, com e sem representação do gradeamento e muro periférico, e representação de pormenor das superfícies exteriores dos pilaretes do último, devidamente confirmadas in loco.

Às bases bidimensionais juntou-se a integração da documentação fotográfica digital de alta resolução sobre as nuvens de pontos do levantamento tridimensional, obtido por laser scanning (*figs. 10-12*).

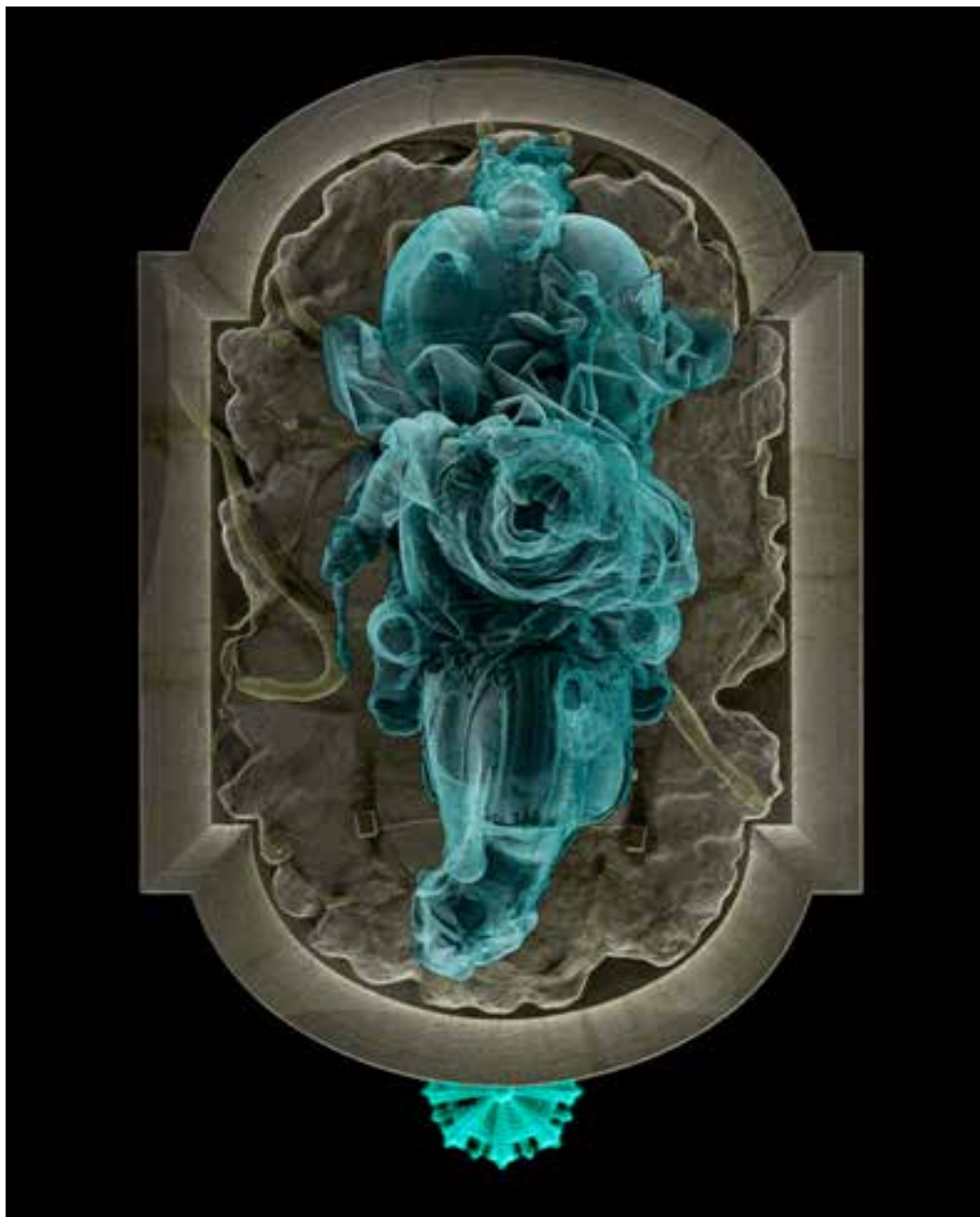


Fig. 10



© Nova Conservação

Fig. 11



© Nova Conservação

Figs. 10-12 – Resultados das várias fases do trabalho de levantamento arquitectónico 3D, incluindo integração de fotografia digital de alta resolução sobre a nuvem de pontos tridimensional.

c) Mapeamento de aspectos tecnológicos, estado de conservação e trabalhos realizados

Terminada a montagem das estruturas de andaimes e estaleiro (figs. 13-14), sobre as restituições 2D (fig.15), em suporte de papel, foram mapeados diversos aspectos tecnológicos, merecedores de registo, para memória futura e para a compreensão dos sistemas construtivos, como também as formas e fenómenos de alteração e degradação mais significativos, identificados nos calcários de Lioz e na liga metálica da estátua equestre; finalmente, foram ainda objecto de registo alguns trabalhos específicos realizados no âmbito da intervenção.



© Nova Conservação

Figs. 13-14 – Montagem de andaimes e vista geral do estaleiro da intervenção.



© Nova Conservação

Fig.15 – Exemplo de restituição para ficheiro dwg do levantamento arquitectónico e escultórico do monumento.

Os dados registados *in loco* foram progressivamente restituídos para bases editáveis, totalizando 69 levantamentos à escala, trabalhados em ambiente AutoCad, passíveis de análise e adição consecutiva de informação ao longo da intervenção e no futuro (figs. 16-19).



© Nova Conservação

Fig.16 - Mapeamento das formas de alteração e degradação detectadas nos materiais pétreos e argamassas do plinto.

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO

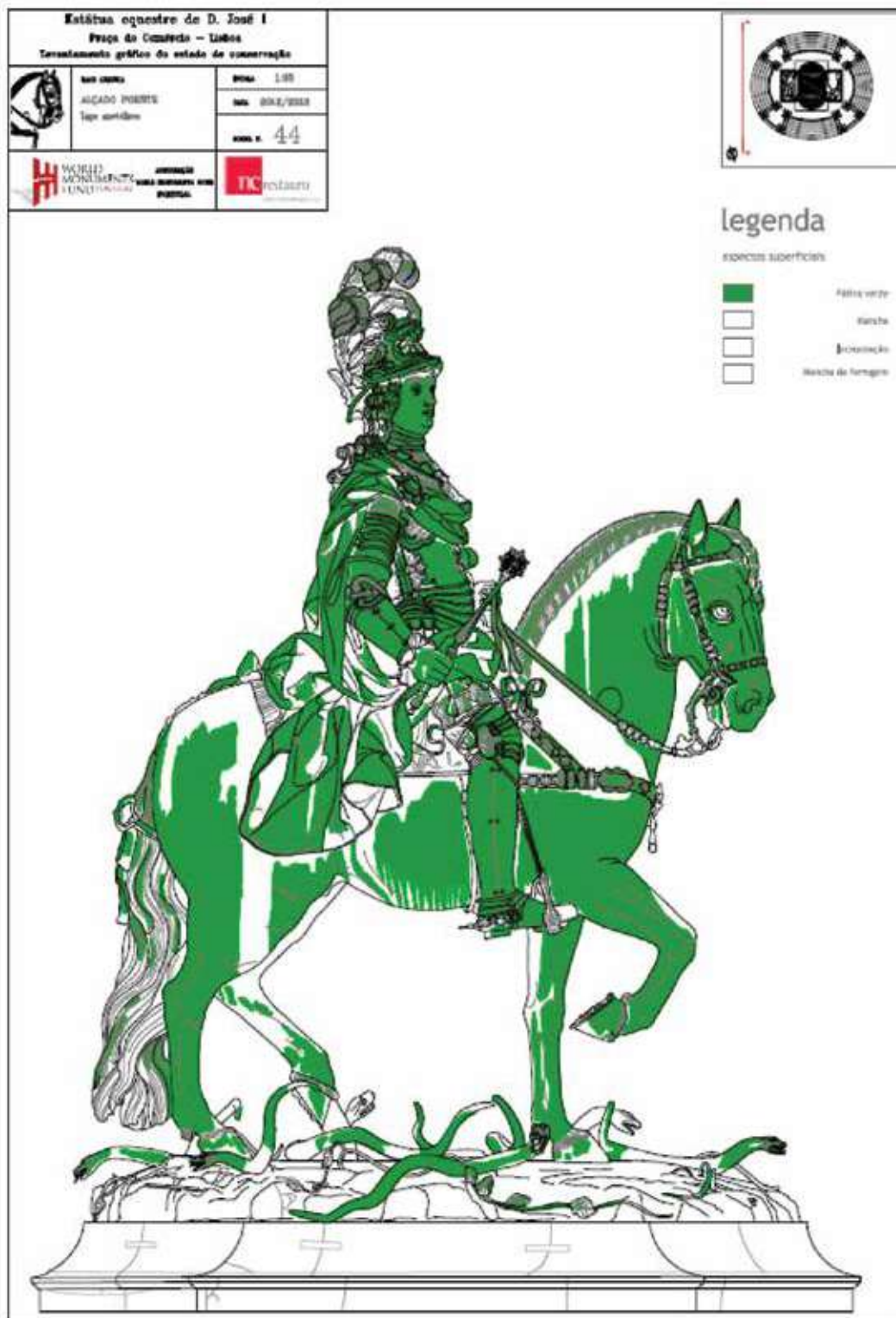


Fig.17 - Exemplo de restituição gráfica para ficheiro dwg da informação relativa ao estado de conservação da liga metálica mapeada *in loco* (e.g. patina verde).

© Nova Conservação

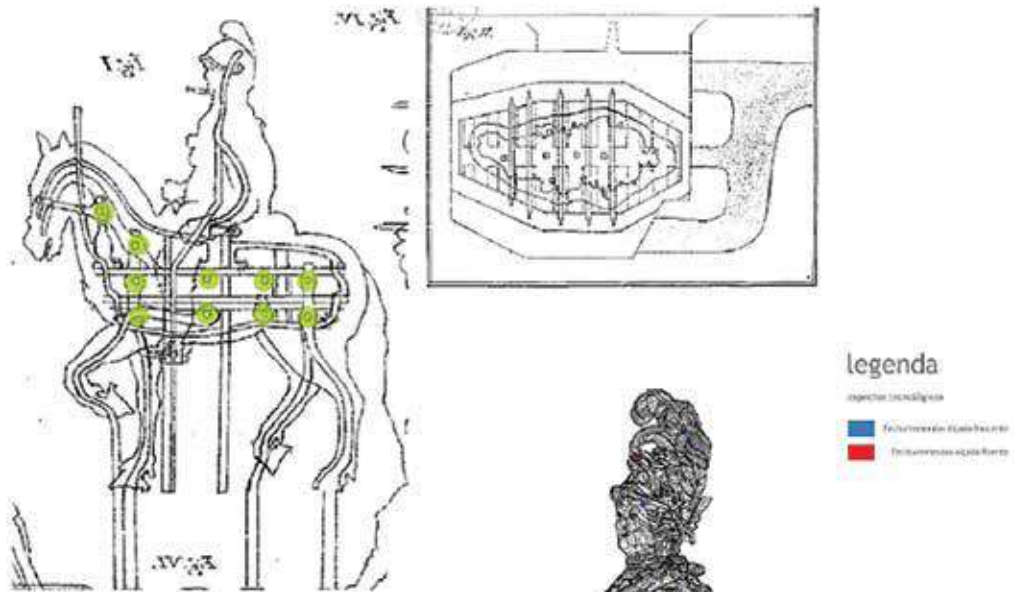


Fig.18

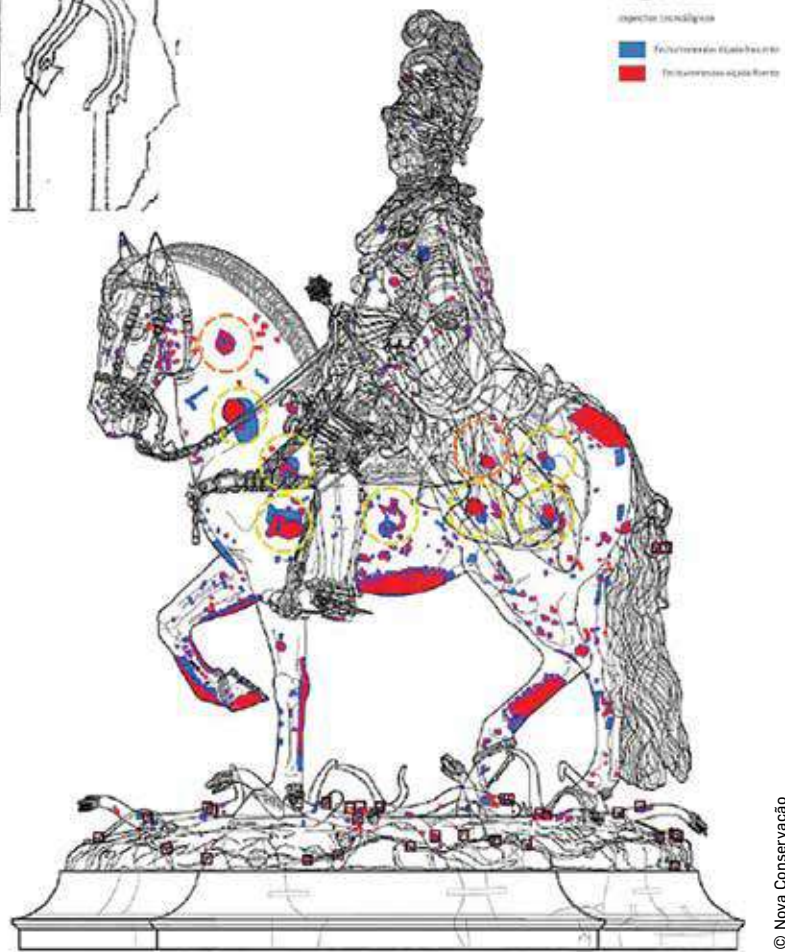


Fig.19

© Nova Conservação

Fig.18 – Representação da estrutura interna da estátua e respectivas barras horizontais de sustentação durante a fundição (estampa V e fig. II da estampa IV, fonte: Lima, s.d.). | **Fig.19** – Sobreposição das tampas e remendos identificados nos alçados Poente e Nascente (a vermelho e azul) da estátua equestre. Os círculos assinalam as correspondências com o posicionamento sugerido nas estampas de Honório Fiel de Lima (a verde, nas tampas com sobreposição; a laranja, as existentes apenas num dos alçados).

d) Componente analítica e laboratorial

Contemporaneamente à participação permanente da equipa de História de Arte da Universidade Autónoma que, em coordenação com a Conservação e Restauro, progrediu no estudo e recolha de informação de carácter histórico, tecnológico e artístico, a nível arquivístico e no terreno (Faria, 2012), aspectos de maior expressão e severidade como as lesões múltiplas existentes no plinto (associadas à presença de grandes elementos metálicos em ferro) e a alteração e corrosão da liga metálica da estátua equestre mereceram o recurso a meios de diagnóstico complementares, nomeadamente:

- a inspeções da estrutura por georadar (Universidade do Minho), com vista à compreensão do sistema construtivo do plinto e da ligação entre este com os elementos de sustentação da estátua equestre (figs. 20-24);



© Nova Conservação

Fig.20 – Inspeção da estrutura do plinto por georadar.

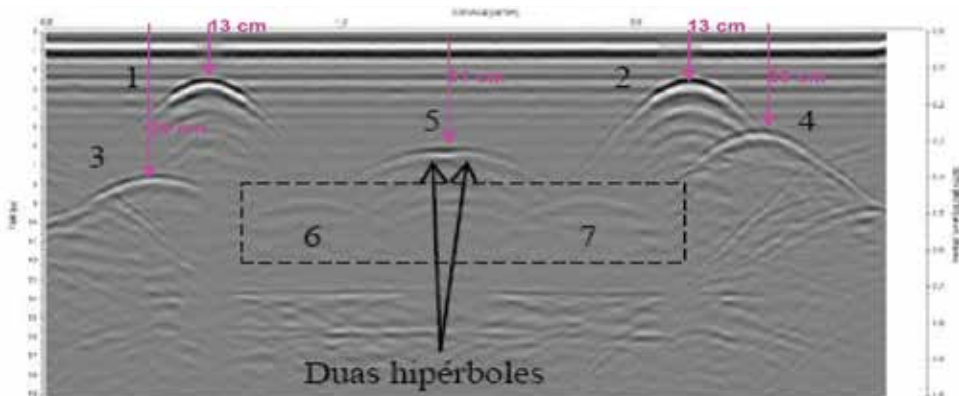


Fig.21 – Um dos radargramas resultantes com hipérboles que indicarão a presença de elementos metálicos inclusos, em profundidade.

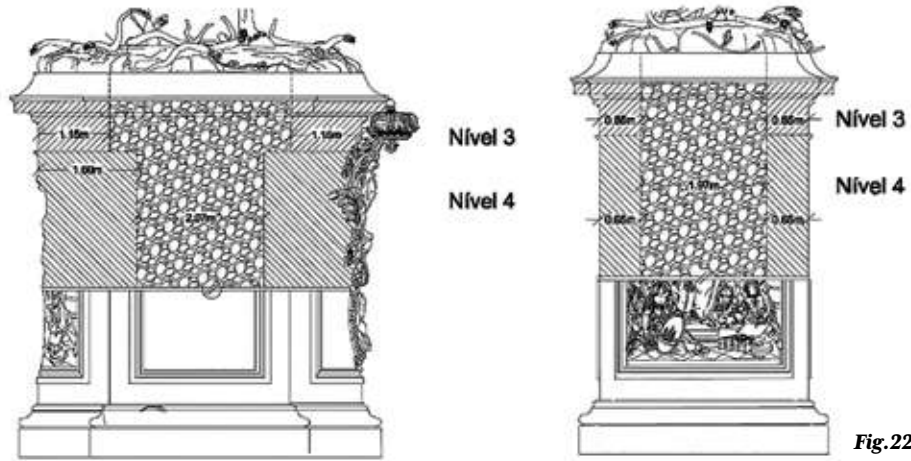


Fig.22.

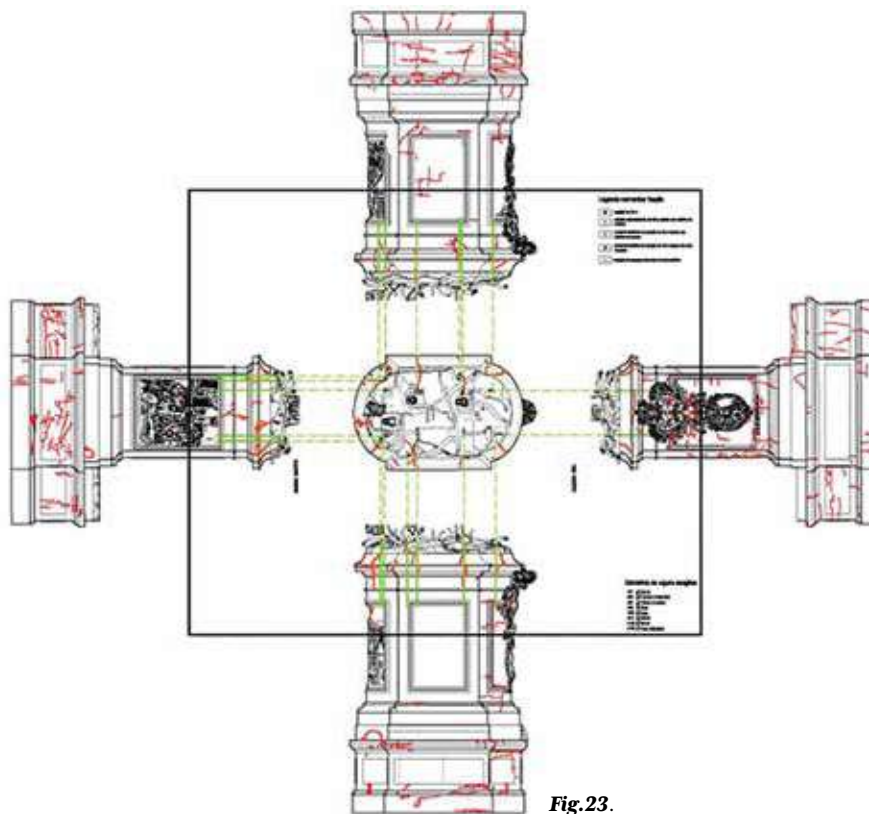


Fig.23.

© Nova Conservação

Fig.22 – Cortes com indicação das espessuras de alguns elementos pétreos do pedestal determinadas por georadar. | Fig.23 – Ensaio de correspondência entre algumas fissuras/fracturas e elementos metálicos visíveis e não visíveis detectados no plinto e pedestal.



© Nova Conservação

Legenda:








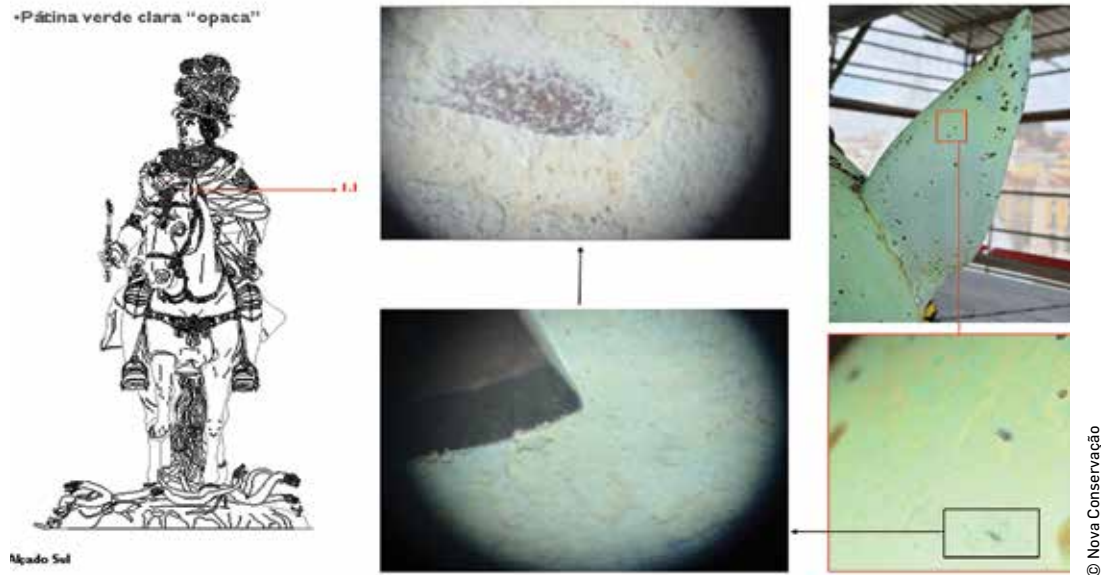
-  Elementos detectados e identificados como espigões por georadar
-  Extensão dos espigões tendo em conta a metodologia construtiva
-  Elementos sinalizados pelo georadar
-  Espigões visíveis pelo topo do plinto. ● Espigão visível na 1ª peça abaixo do plinto irregular
-  Grampos detectados e identificados por georadar
-  Elementos sinalizados por georadar, podendo corresponder a grampos
-  Elementos que, do ponto de vista construtivo e tendo em conta a disposição simétrica dos restantes, fazem sentido que existam

Fig.24 – Esquema representativo da presença dos elementos metálicos (espigões, grampos) do sistema construtivo do plinto e pedestal (vistas Poente e Nascente), identificados in loco e por georadar.

- a caracterização visual (**figs. 25-29**) e físico-química das pátinas da liga de cobre por um laboratório especializado (Laboratório/Centro Hércules, Universidade de Évora) – complementar ao estudo realizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, na década de 90 – determinante para a selecção das metodologias de limpeza e orientação dos níveis de actuação;



Figs. 25-29 – Exemplo de zona de análise estratigráfica, realizada *in loco*, na superfície da liga metálica, para caracterização visual das pátinas sobre ela formadas, sua espessura, densidade e sequência.

- a vídeo-endoscopia (Instituto de Soldadura e Qualidade e Olympus) para compreensão da estrutura metálica interna da estátua equestre, em ferro, em termos tecnológicos e do seu estado de conservação actual (**figs. 30-33**).



Fig. 30 – Análise por vídeo-endoscopia da estrutura interna do cavalo através do orifício de saída de águas existente no abdómen da figura.



© Nova Conservação

Figs. 31-32 – Imagens da estrutura interna em ferro do cavalo recolhidas por vídeo-endoscopia (barras, parafusos, zonas de ligação, invólucro em liga de cobre).



© Nova Conservação

Fig. 33 – Análise por vídeo-endoscopia realizada pelo tardo do medalhão do Marquês de Pombal, para avaliação de sistemas de ancoragem e da sua condição.

e) Informação pública

A intervenção de conservação e restauro na estátua equestre de D. José I – sita na mais imponente e simbólica praça da cidade de Lisboa – fez-se necessariamente acompanhar de uma interface de informação pública, dirigida aos habitantes da cidade e a quem a visita.

Uma das opções tomadas – proposta e levada a efeito pelo Departamento de Património Cultural da Câmara Municipal de Lisboa – foi a de utilização dos tapumes perimetrais do estaleiro para disposição de informação histórica e iconográfica acerca do monumento, tendo a mesma sido grafitada sobre os diversos painéis.

A WMF-P promoveu ainda a colocação de um painel adicional com informação bilingue (português e inglês) acerca do estado de conservação dos materiais pétreos e da liga metálica do conjunto equestre (fotografias exemplificativas das principais problemáticas em tratamento), com indicação das entidades promotoras e financiadores do projecto em curso (**fig. 34**).



Fig.34 – Informação pública – vista de pormenor da informação pintada e disponibilizada sob a forma de painéis, nos tapumes da obra. Painel didáctico preparado pela WMF-P com informação sobre a intervenção de conservação e restauro e entidades envolvidas, colocado junto à entrada do estaleiro.

Num espaço privilegiado de ligação entre o rio Tejo e a Baixa Pombalina, que é também percurso de circulação permanente e de grande afluência turística, as interfaces e meios de comunicação e divulgação acima indicados, a par da informação que foi sendo progressivamente disponibilizada através da comunicação social (conferências de imprensa; notícias várias, em jornais e revistas de grande tiragem; entrevista nos “Encontros com o Património”, emitido pela TSF, a 29 de Junho de 2013, com o título “D. José: uma estátua na Praça”²; entrevista à plataforma on-line “Património.pt”, na rubrica ZOOM3, finalizada a intervenção), podem ser também entendidas como medidas compensatórias da restrição de fruição que fez sentir durante cerca de 10 meses.

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO



© José Vicente

Fig.35 – Equipa da Montana Lisboa, na elaboração de um dos painéis.

Sobre o arranque dos trabalhos, acerca da iniciativa de “pintura” didáctica sobre os tapumes e a conclusão da intervenção, a CML apresentou on-line uma série de notícias acompanhadas de pequenos vídeos.⁴ A intervenção de conservação e restauro na estátua equestre de D. José I – sita na mais imponente e simbólica praça da cidade de Lisboa – fez-se necessariamente acompanhar de uma interface de informação pública, dirigida aos habitantes da cidade e a quem a visita.

Para este efeito o Departamento de Património Cultural da Câmara Municipal de Lisboa encomendou ao atelier Silvadesigners o projeto de decoração dos tapumes perimetrais do estaleiro para disposição de informação histórica e iconográfica acerca do monumento. Como resultado, foram criados quadros ilustrados, onde se procurou contar a história do Monumento e da Praça do Comércio, que de uma forma informativa e espetacular para lisboetas e turistas, fosse capaz de atrair e conduzir as pessoas pelos 96 m de perímetro dos painéis, para lerem a história, que contava saborosas peripécias associadas à instalação do monumento e ao seu enquadramento histórico, desde o Terramoto de 1755 à pomposa inauguração a 6 de junho de 1775. Os temas desses quadros ilustrativos foram: «O Terramoto», «A Praça», «A Casa do Risco», «A Estátua», «O Escultor», «O Rei», «O Marquês», «O Leão», «As Serpentes», «O Cavallo Gentil», «Alegorias», «O Medalhão», «A Generosidade Régia», «O Laboratório», «Bartolomeu da Costa», «A Viagem», «A Festa» e «O Brilho».



Fig.36 – Tapumes «O Cavallo Gentil», «Alegorias».

© José Vicente

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO



© José Vicente

Fig.37 – Tapume «O Terramoto».



© José Vicente

Fig.38 – Tapumes «O Marquês», «O Leão», «As Serpentes».

²Emissão “D. José I: uma estátua na praça”, disponível em http://www.tsf.pt/Programas/programa.aspx?content_id=918070&audio_id=3293050

³Reportagem “O restauro da estátua Equestre de D. José I”, disponível em: <http://www.patrimonio.pt/index.php/zoom/804-reportagem-o-restauro-da-estatu-equestre-de-d-jose-i>

⁴Notícias e vídeos disponíveis em <http://vimeo.com/53324802>, <http://vimeo.com/54085928>, <http://www.cm-lisboa.pt/noticias/detalhe/article/estatu-de-dom-jose-i-regressa-em-agosto>



Gestão do Projecto

Financiamento do Projecto

A intervenção de conservação e restauro da Estátua Equestre de D. José I foi considerada pela WMF-P com sendo de significativa relevância, dada a sua localização no coração de Lisboa. A preparação do projecto pela WMF-P teve início em 2008 e contou com o acompanhamento de uma equipa de técnicos especialistas, proporcionando a compreensão exacta das condições actuais da estátua e garantindo o desenvolvimento de acções de conservação adequadas. Estes estudos preliminares permitiram a identificação da constituição material da estátua em liga de cobre, zinco e latão almirantado, contrastando com a suposição inicial de que o material utilizado seria o bronze.

O projecto de conservação da Estátua teve início em Agosto de 2012 e final em Julho de 2013 e contou com a participação financeira da World Monuments Fund, através do Fundo Robert W. Wilson Challenge to Conserve our Heritage, da World Monuments Fund Portugal, da Câmara Municipal de Lisboa, do Continente (Grupo Sonae) e da Team 4. A contribuição relativa de cada uma destas instituições pode ser consultada no gráfico apresentado na **Fig. 1**

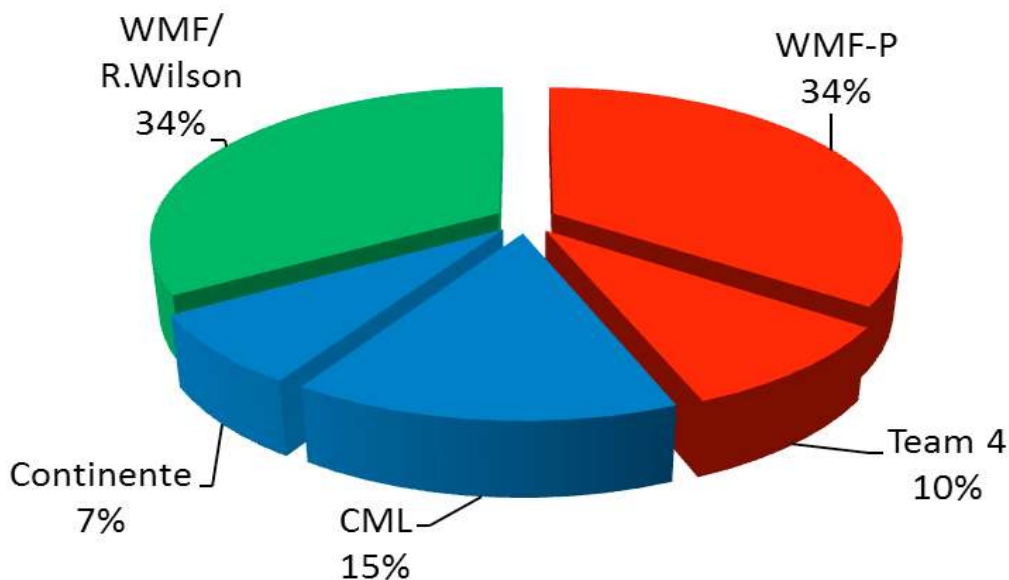


Fig. 1 - Contribuição financeira dos mecenas em percentagem: WMF-P, Team 4, WMF/R.Wilson Challenge Fund, Câmara Municipal de Lisboa e Continente.

A distribuição dos custos para a gestão do projecto é demonstrada em percentagem no gráfico designado como **Fig. 2**.

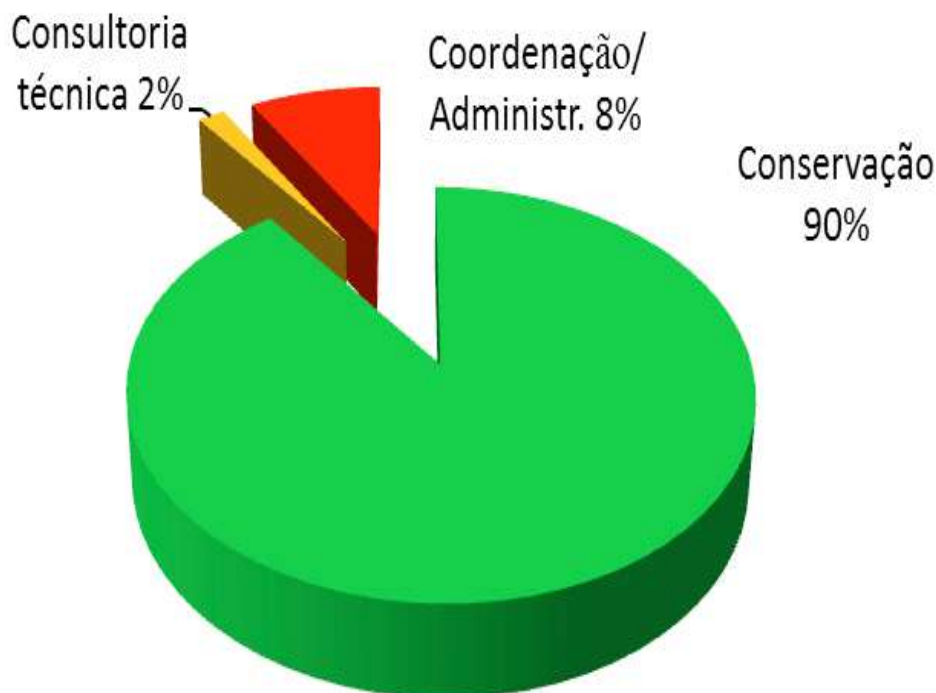


Fig. 2 -Custo total distribuído pelas componentes do projecto.

Gestão do Projecto: tempo e custos

O sucesso de uma intervenção desta dimensão e duração depende necessariamente de uma gestão equilibrada das frentes de trabalho e de uma selecção e distribuição cuidada dos recursos financeiros, materiais e humanos.

Partindo da complexidade do monumento em causa e das principais problemáticas de conservação a resolver, esta intervenção – delineada para ser integral – foi planeada sobre uma extensão temporal de 12 meses, que permitisse a referida abordagem faseada, orientada pelo estabelecimento de prioridades, níveis de intervenção e sequenciação de diversas actividades associadas ao calcário de Lioz, à liga metálica e ambos os materiais. As principais vertentes de actividade foram desenvolvidas entre Agosto de 2012 e Julho de 2013.

No gráfico abaixo (**Fig. 3**) é representada, em termos percentuais, uma distribuição do tempo afecto às principais vertentes de trabalho; se, por um lado, à conservação e restauro correspondeu, como esperado, a maior fatia temporal, importa também destacar o peso significativo das actividades de documentação e logística.

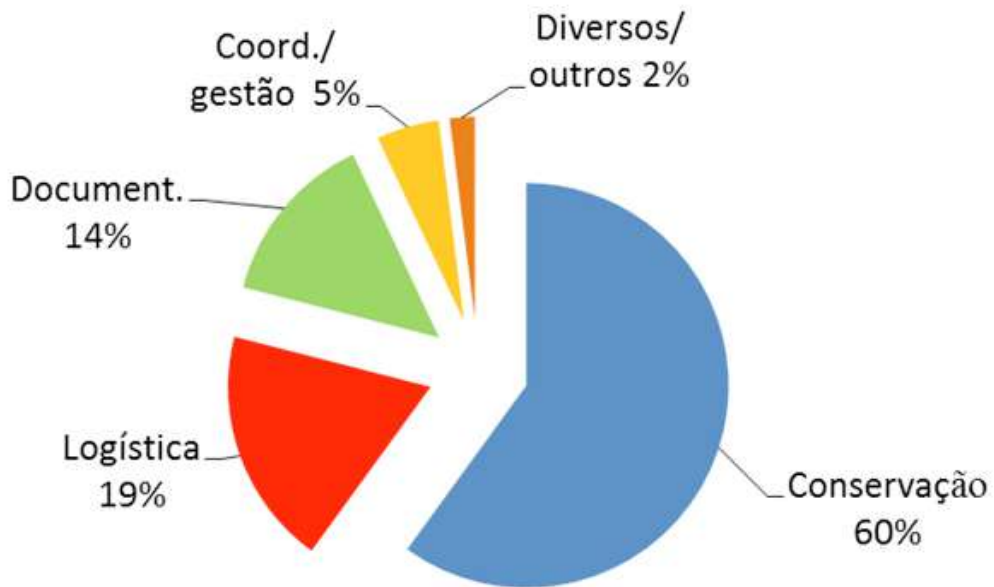


Fig. 3 - Análise percentual do tempo afecto às principais vertentes de intervenção.

Numa análise mais detalhada – a partir do gráfico da **fig. 4** – conclui-se que o maior volume de trabalho correspondeu, em primeiro lugar, aos materiais pétreos.

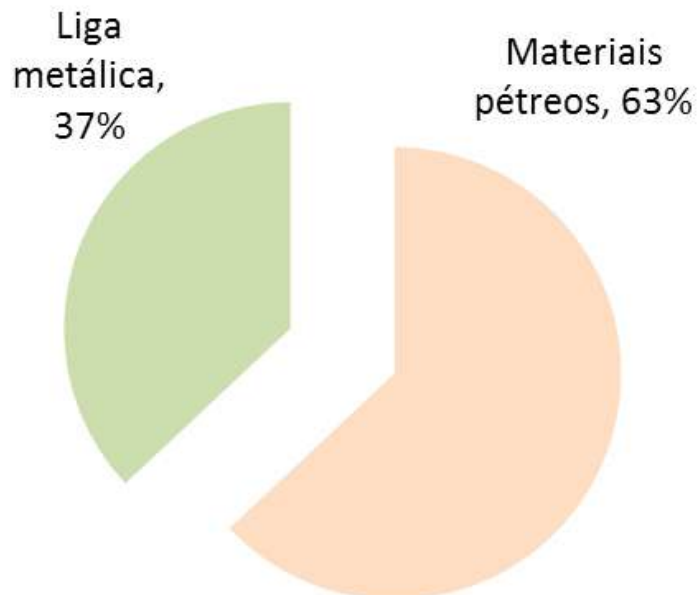


Fig.4- Análise percentual do tempo afecto aos materiais pétreos e à liga metálica.

Do ponto de vista das actividades na liga metálica (**Fig. 5**), por exemplo, a limpeza surge com maior afectação de tempo, seguindo-se os trabalhos de integração cromática e protecção e, ainda, os de estabilização/consolidação das superfícies/componentes em liga de cobre.

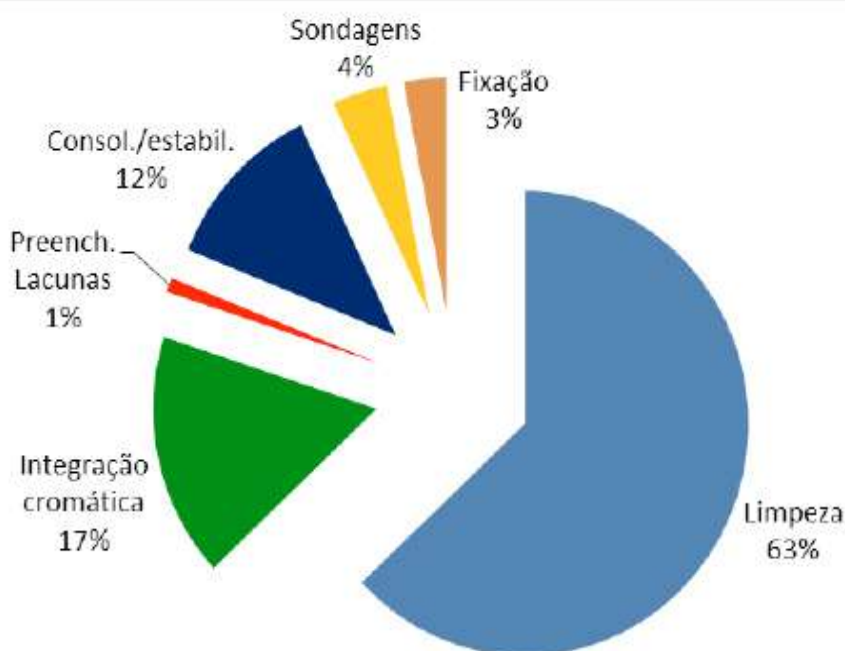


Fig. 5- Análise percentual do tempo afecto às principais actividades desenvolvidas na liga metálica.

O maior emprego de tempo nestas tipologias de actividades prende-se não só com a relação entre a sua aplicabilidade e a extensão das superfícies, mas também com a natureza e complexidade do trabalho; sobretudo na liga metálica, lembrando a sua riqueza decorativa a par da diferenciação das pátinas de alteração, em natureza, espessura e disposição. As tipologias de trabalho com maior expressão implicaram o recurso a soluções/técnicas mistas (limpeza; juntas) e/ou a um acompanhamento muito detalhado dos níveis de intervenção previamente definidos em testes preliminares (limpeza; passivação/estabilização; integração cromática).

Voltando a uma análise geral, agora dos custos afectos às principais actividades de conservação e restauro, os mesmos encontram-se representados no gráfico abaixo (Figura 6), destacando-se o equilíbrio percentual expresso entre os materiais e entre estes e as principais actividades de apoio à conservação e restauro propriamente dita (documentação, logísticas, etc.):

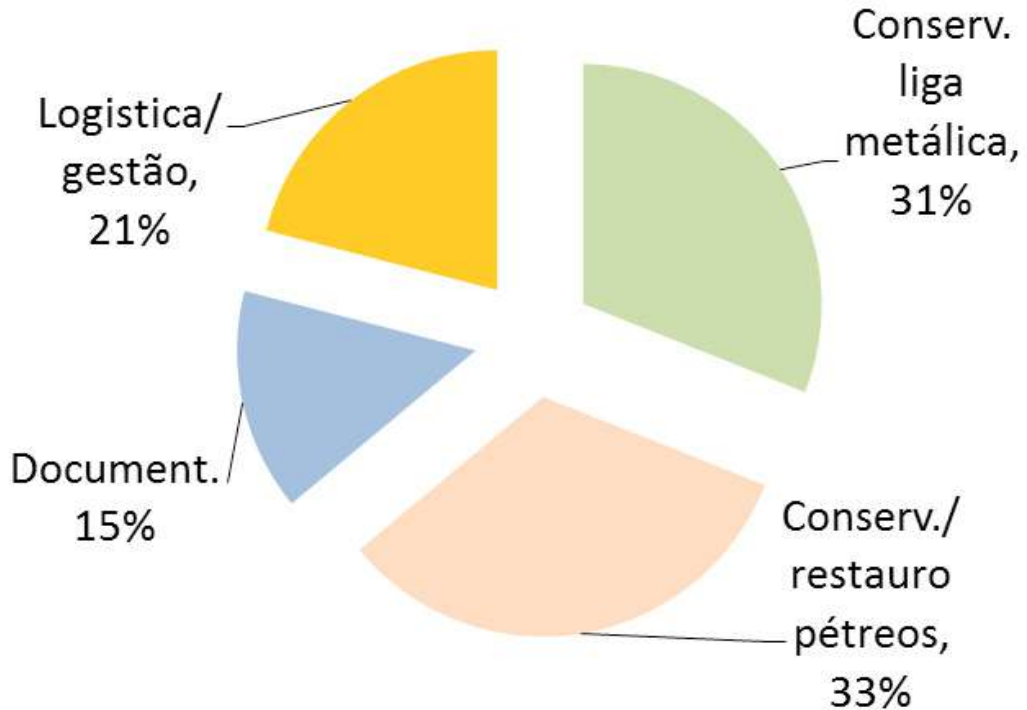


Fig. 6- Custo por percentagem em função da logística e das ações de conservação dos dois principais materiais: pedra e metal.

Notas finais

As ações de conservação da estátua apoiaram-se num princípio basilar de actuação da World Monuments Fund: a aposta num diagnóstico consistente e aprofundado como garante de uma actuação tecnicamente adequada, temporalmente demarcada e financeiramente estabilizada.

Mas importa ainda referir um outro princípio essencial para que a intervenção realizada possa efectivamente beneficiar o património intervencionado: a sua manutenção, a que aqui se apela como forma de garantir que as actuações de conservação desenvolvidas possam perdurar, permitindo preservar o valor patrimonial único da Estátua Equestre de D. José I.

Equestrian Statue of Don José I in Lisbon Conservation Intervention (2012-2013)

1. Introduction

The equestrian statue of Don José I (1750-1777) is located in the center of one of the most emblematic squares in Lisbon, the Commerce Square (Praça do Comércio), and sits high upon an elliptical Lioz limestone base, decorated with sculpted groups. The monument constitutes an icon for the city of Lisbon. The statue faces the river as to welcome visitors arriving by sea and is one of the most visited and photographed monuments in Portugal.

The monument was designed by Joaquim Machado de Castro (1731-1822) and the metal statue, weighing over thirty eight tons, was cast in one piece in a single operation by Commander Bartolomeu da Costa, an outstanding feat at the time. Transporting the statue from the army armory in Santa Apolónia where it was cast to now the Military Museum to its present location, was a complex logistical undertaking requiring about one thousand men, and entailed demolishing some buildings, including the last medieval gate of Lisbon, Porta da Cruz.

This National Monument is under the tutelage of the Lisbon Municipality (Câmara Municipal de Lisboa), and the conservation intervention was carried out in collaboration with World Monuments Fund Portugal.

2. Main problems and intervention

Metal statues soon

The equestrian statue was cast in brass, a copper alloy with a significant amount of brass, rather than the traditional bronze. Located close to the Tagus river that shortly flows downstream into the Atlantic ocean, exposes it to a corrosive marine environment plus the typical air pollution that developed during industrialization. The consequence of this combined effect resulted in that the east side of the statue is covered with a black deposit resulting mainly from air pollution, while the west side had a greenish tint from the metal corrosion - mainly resulting from the chloride attack of the marine environment in combination with

air pollution, as prevailing rain and winds washed off any black deposit. The conservation intervention started with cleaning: first by brushing, then by micro-abrasion with a glass spheres that also served to compact the corroded surface. This was followed by washing with de-ionized water and the application of lime-water to ensure an alkaline reserve to reduce future corrosion. Then the statue was rinsed with ethanol to dry it completely. To reduce the color contrast between adjacent areas, water-colors were used to mask differences so that a uniform appearance was achieved. Finally, acrylic resins and microcrystalline wax were applied as a protective layer.

Stone pedestal

The elliptical stone pedestal, nearly 10 meters high, is decorated on the north side by a bas relief representing Royal Generosity, while two sculpted groups flank it on the sides, Fame to the east, and Triumph to the west. On the south side facing the river, is a metal medallion of the Marquis of Pombal, and above it, carved in stone, the royal shield. The sculptures were carved by Machado de Castro.

One of the most problematic issues was the presence of several fractures on the cover of the pedestal on the north side, just by the back legs of the horse that steps among snakes (representing the enemies of the King). These fractures occurred many years ago, as witnessed by the various interventions that tried to address them. The problem was studied using georadar technology that images the subsurface thus allowing to confirm that the origin of the cracks resulted from the corrosion of the iron bars that hold the pedestal together. Since these elements are deep within the pedestal, it is impossible to reach them without taking the monument apart. The solution adopted was the installation of several layers of an insulation system to prevent water from entering from the top of the monument. The cracks were filled and regular monitoring will be required to ensure that no further deterioration occurs.

The excellent quality of the Lioz limestone used for this pedestal and the sculptures resulted in minimal erosion of the surface from the acid attack from air pollution, so that the high artistic value of the sculptures can still be appreciated 250 years after their creation. Areas protected from direct rain washing over the surface had some black deposits formed on them. The bulk of these deposits was removed mechanically and the residues were eliminated by ammonium carbonate poultices, if necessary, or just by water sprays.

3. Final remarks

World Monuments Fund Portugal directed the conservation intervention following agreement with the Municipal Chamber of Lisbon. The intervention was completed in time (one year) and on budget and was followed by art historians from the Universidade Autónoma de Lisboa and the WMFP Scientific Committee.

FICHA TÉCNICA / OBRA

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO

ENTIDADES PARCEIRAS

Câmara Municipal de Lisboa
Secretaria de Estado da Cultura
Associação World Monuments
Fund- Portugal

Direção Municipal de Cultura
| Departamento de Património Cultural
Gestão de Projeto

Arq^o. Jorge Ramos de Carvalho - (DMC | DPC)
Dra. Maria Teresa Bispo - (DMC | DPC)

Divisão de Salvaguarda
de Património Cultural
Fiscalização

Arq^a. Ana Silva Dias - (DMC | DPC | DSPC)
Dr. Frederico Vaz - (DMC | DPC | DSPC)

Direção Geral de Património Cultural
| Departamento de Estudos, Projetos,
Obras e Fiscalização
Fiscalização

Arq. José Canas - (DGPC | DEPOF)
Dra. Antónia Tinturé - (DGPC | DEPOF)

Associação World Monuments
Fund- Portugal

Coordenação de Projeto

Dr. José Ibérico Nogueira - (WMFP)
Arq.^a Teresa Veiga de Macedo - (WMFP)

Comissão Científica

Prof. Doutora A. Elena Charola
Dr. José Delgado Rodrigues
Prof. Doutor Eng. Fernando Henriques
Prof. Doutor Luis Aires-Barros

Universidade Autónoma de Lisboa
| Centro de Estudos de História
Empresarial

Consultadoria de História da Arte
Prof. Doutor Miguel Faria - (UAL | CEHE)
Dra. Cristina Dias - (UAL | CEHE)

Consultor para a Conservação
da Liga Metálica

Prof. Doutor Mauro Matteini

INTERVENÇÃO
DE CONSERVAÇÃO
E RESTAURO

Nova Conservação, Lda.

Coordenação

Nuno Proença
Paola Coghi

Apoio à coordenação

Liliana Silva
Alexandre Sá Viana
Marta Raposo (ensaios, documentação)
Carlos Duarte (documentação, logística, planeamento)
Marta Alves (estruturas, documentação, planeamento)

Equipa de Conservação e Restauro

Alexandre Sá Viana
Dario Aprile
Isabel Ferreira
João Constantino Oliveira
Jorge Ribeiro
Liliana Silva
Mário Santos
Carlos Boal (colaborador externo)
Joana Shearman (colaborador externo)

TRATAMENTO
DOCUMENTAL
DA INTERVENÇÃO

Nova Conservação, Lda.

Marta Raposo
Carlos Duarte
Marta Alves

LEVANTAMENTO
ARQUITECTÓNICO
E ESCULTÓRICO

Azimut, S.A.S
Luca Fabiani
Valerio Pellegrini

**Universidade Técnica
de Lisboa Faculdade
de Arquitectura**
(fotografia aérea com zeppelin)
Prof. Doutor Luís Mateus e equipa

Nova Conservação, Lda
Arq. Bernardo Pimentel
(revisão do levantamento
arquitectónico do baixo-relevo Norte)

**LEVANTAMENTO
FOTOGRAFICO
PROFISSIONAL**
Miguel Saavedra

LEVANTAMENTO VÍDEO
Universidade Autónoma de Lisboa
(Centro de Estudos de História Empresarial
& Gabinete de Comunicação e Marketing)

**MÉTODOS DE EXAME
E ANÁLISE**
Caracterização físico-química das pátinas
Prof. Doutor António Candeias (Direcção)
Laboratório Hércules, Universidade de Évora
Laboratório José de Figueiredo, Direcção
Geral do Património Cultural

Prospecção por georadar
Universidade do Minho, Departamento
de Engenharia Civil
Prof. Doutor Paulo Lourenço
Prof. Doutor Fernando Fernandes

Vídeoendoscopia
Instituto de Soldadura e Qualidade, S.A
Olympus Ibérica, S.A.U (Nuno Félix)

**SEGURANÇA E SAÚDE
NO TRABALHO E GESTÃO
DE RESÍDUOS**
Dr. José Ibérico Nogueira (WMF-P)
– Coordenação de Segurança
João Heleno (Percentil, Lda.) – Técnico
de Segurança
Catarina Raimundo (Percentil, Lda.)
Marta Alves (Nova Conservação, Lda.)

**QUALIDADE/APOIO
ADMINISTRATIVO
E LEGAL**
Nova Conservação, Lda.
Ana Moita
Carla Fouto

**SUBEMPREENTEIROS
& FORNECEDORES
DE ÂMBITO TÉCNICO
E LOGÍSTICO**
Montal, S.A. (andaimos)
Fast – Made Trabalhos e Construções
m Madeira, Lda (tapumes)
Grupo Vendap, S.A. (contentores; sanitários)
Joveda – vedações, Lda. (baías anti-motim)
Transgrua – transportes, representações e aluguer
de equipamentos, S.A. (plataformas elevatórias)
Renascimento – Gestão e Reciclagem de Resíduos,
Lda. (tratamento de resíduos de construção
e demolição)
Fundibronze – Fundição e Oficina de Eq-
uipamentos Marítimos e Industriais, Lda.
(réplicas de elementos em liga metálica)

**COMUNICAÇÃO I
TAPUMES DE OBRA**
Projecto e Design
SilvaDesigners

Ilustrações
Bernardo Carvalho

Graffitis
Montana Lisboa

Stencil dos textos
Júlio Pereira e Eurocartazes

APOIOS
World Monuments Fund,
Robert W. Wilson Challenge
to Conserve our Heritage.
Team4.
Continente.
Universidade Autónoma de Lisboa - Depar-
tamento de História, Artes e Humanidades.
Associação de Turismo de Lisboa.

A PRAÇA

THE SQUARE

A Real Praça do Comércio é o espaço mais emblemático da reconstrução da Baixa pombalina. Substituindo o funcional Terreiro do Paço da Ribeira, o seu papel passou a ser o da representação do poder real. O monarca é a única personagem em cena na Praça.

A Real Praça do Comércio é o espaço mais emblemático da reconstrução da Baixa pombalina. Substituindo o funcional Terreiro do Paço da Ribeira, o seu papel passou a ser o da representação do poder real. O monarca é a única personagem em cena na Praça.



A CASA DO RISCO

THE CASA DO RISCO

Os planos de reconstrução de Lisboa foram feitos na Casa do Risco das Obras Públicas, gabinete criado logo em 1756 por Pombal e constituído por arquitetos e engenheiros. Foi dirigido por Eugénio dos Santos e, após a sua morte, por Carlos Mardel. O projeto da Praça do Comércio já incluía a estátua equestre e o arco do triunfo.

Os planos de reconstrução de Lisboa foram feitos na Casa do Risco das Obras Públicas, um gabinete de arquitetos e engenheiros criado logo em 1756 por Pombal. Foi dirigido por Eugénio dos Santos e, após a sua morte, por Carlos Mardel. O projeto da Praça do Comércio já incluía a estátua equestre e o arco do triunfo.

O ESCULTOR

THE SCULPTOR

Joaquim Machado de Castro (1731-1822) foi um dos mais importantes artistas portugueses do século XVIII. Escultor na Escola de Mafra entre 1756 e 1770, a encomenda da estátua equestre trouxe-o a Lisboa, tinha então 40 anos. Escreveu um minucioso livro sobre o trabalho, a *Descrição Analytica da Execução da Real Estátua Equestre do Senhor Fidelíssimo D. José I*, publicado em 1810.

Joaquim Machado de Castro (1731-1822) foi um dos mais importantes artistas portugueses do século XVIII. Escultor na Escola de Mafra entre 1756 e 1770, a encomenda da estátua equestre trouxe-o a Lisboa, tinha então 40 anos. Escreveu um exaustivo livro sobre o trabalho, a *Descrição analytica da execução da estátua equestre*, publicado em 1810.



O REI

THE KING

Dom José I (1714-1777), filho de Dom João V e seu sucessor, governou com uma política centralizadora e rodeou-se de personalidades esclarecidas que o ajudaram a reconstruir a cidade de Lisboa. A sua representação na estátua é a de um herói conquistador, em triunfo sobre os povos subjulgados nos grupos escultóricos laterais.

Dom José I (1714-1777), filho de Dom João V e seu sucessor, governou com uma política centralizadora e rodeou-se de personalidades esclarecidas que o ajudaram a reconstruir a cidade de Lisboa. A sua representação na estátua é a de um herói conquistador, em triunfo sobre os povos subjulgados nos grupos escultóricos laterais.



O MARQUÊS

THE MARQUIS

Foi senhor absoluto dos negócios e governação no reinado de Dom José, principalmente a partir do terramoto. Reduziu o poder da nobreza e das ordens religiosas e reforçou o Estado absolutista. No final da vida foi julgado pela sua polémica gestão e desterrado.

Foi senhor absoluto dos negócios e governação no reinado de Dom José, principalmente a partir do terramoto. Reduziu o poder da nobreza e das ordens religiosas e reforçou o Estado absolutista. No final da vida foi julgado pela sua polémica gestão e desterrado.



O LEÃO

THE LION

Presente nos desenhos iniciais de Eugénio dos Santos, o leão pisado pelo cavalo foi rejeitado por Machado de Castro, que o considerava pesado e prejudicial à leitura da estátua a partir do nível do solo.

D. Pedro José Menezes de Coutinho, Marquês de Marialva e estribeiro-mor do rei, foi conselheiro de Machado de Castro para a componente. D. Pedro José Menezes de Coutinho Marquês de Marialva e estribeiro-mor do rei, foi conselheiro de Machado de Castro para a componente.



ALLEGORIC

Inspirados na mitologia clássica, os grupos escultóricos laterais em pedra integram referências geográficas e acentuam o caráter belicista da visão inicial de Eugénio dos Santos. No grupo escultórico que simboliza o Triunfo, a Ásia, representada pelo elefante, integra uma personagem subjugada, provavelmente a América. A Europa, representada pelo cavalo, subjugua uma figura, provavelmente a África.



O MEDALHÃO

THE MEDALLION

O medalhão em bronze, o mesmo material da estátua real, diverge das convenções da época e reflete o poder do polémico marquês de Pombal. Seria retirado pelo governo de D. Maria I e novamente reposto com o governo liberal, em 1831.

O medalhão em bronze, o mesmo material da estátua real, diverge das convenções da época e reflete o poder do polémico marquês de Pombal. Seria retirado pelo governo de D. Maria I e novamente reposto com o governo liberal, em 1831.

RIO

THE LAB

D. Pedro José Menezes de Coutinho, Marquês de Marialva e estribeiro-mor do rei, foi conselheiro de Machado de Castro para a componente. D. Pedro José Menezes de Coutinho, conselheiro de Machado de Castro para a componente.



BARTOLOMEU DA COSTA

Tenente-General de artilharia, inventou um processo para a fundição da estátua de Dom José de um só jato. Foram necessários 38.564 quilos de bronze que levaram 28 horas a derreter. A estátua pesa 35.245 quilos e foi fundida em 15 de outubro

Tenente-General de artilharia, inventou um processo para a fundição da estátua de Dom José de um só jato. Foram necessários 38.564 quilos de bronze que levaram 28 horas a derreter. A estátua pesa 35.245 quilos e foi fundida em 15 de outubro de 1774, com o trabalho de apenas 12 operários.



A VIAGEM

THE JOURNEY

A estátua levou quatro dias a percorrer a distância que separava o Arsenal do Exército da Praça do Comércio. Foi preciso abrir uma rua e por imposição real, a zorra, o carro de transporte desenhado por Bartolomeu da Costa, era puxado apenas por força humana.



THE SHINE

LISBOA STORY CENTRE

O Terreiro do Paço foi palco dos maiores factos da História de Portugal e hoje é, também, o ponto de partida para uma das mais fascinantes viagens no tempo: o trajeto pelos dramas, paixões e glórias de uma das mais antigas cidades do Mundo. O Terreiro do Paço foi palco dos maiores factos da História de Portugal e hoje é, também, o ponto de partida para uma das mais fascinantes viagens no tempo: o trajeto pelos dramas, paixões e glórias de uma das mais antigas cidades do Mundo.

WMF WORLD MONUMENTS FUND

Fundada em 1965, sediada em Nova Iorque, a World Monuments Fund é a única organização privada sem fins lucrativos que patrocina a preservação da herança cultural de todo o mundo. Presente desde 1994 em Portugal, tem como objectivo a recuperação e restauro de monumentos em território português.

Fundada em 1965, sediada em Nova Iorque, a World Monuments Fund é a única organização privada sem fins lucrativos que patrocina a preservação da herança cultural de todo o mundo. Presente desde 1994 em Portugal, tem como objectivo a recuperação e restauro de monumentos em território português.

O RESTAURO THE RESTORE

ESTÁTUA EQUESTRE DE D. JOSÉ I

FORMAS E FENÓMENOS DE ALTERAÇÃO E DEGRADAÇÃO

D. JOSÉ I EQUESTRIAN STATUE

FORMAS E FENÓMENOS DE ALTERAÇÃO E DEGRADAÇÃO



MATERIAIS PÉTREOS / MATERIAIS PÉTREOS
Manchas escuras de colonização biológica: manchas verdes sobre as cavidades da Liza devido a água de colheita localizada na estátua equestre.
Dark biocontamination, green stains on the Liza limestone due to copper salts leached from the equestrian statue.



Escurecimento verde dos produtos de corrosão da liga de cobre, cristas negras nos pontos centrais de pedestal e figuras alegóricas; juntas não funcionais e colonização biológica, com desenvolvimento preferencial numa zona húmida (em juntas abertas e áreas adjacentes com penetração de águas pluviais).
Green staining of the stone surfaces caused by the runoff of the copper alloy corrosion products, black crusts in the sheltered areas of the pedestal and allegoric figures, non-functional joints and preferential growth of biocontamination in a moist area (open joints and adjacent areas with rain water penetration).



Elementos metálicos de reforço, à necessitar de intervenção (juntas e fissuras); depósitos de produtos de corrosão.
Metallic reinforcing elements requiring intervention (reinforced joints, deposits of corrosion products).



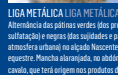
Fissuras múltiplas e concreções cálcicas localizadas (produtos arrastados pela percolação das águas pluviais).
Multiple fissures and localized calcareous concretions (products transported by percolating waters).



Vista Paente da estátua equestre, alçado em que as pátinas de cor verde clara cobrem quase a totalidade da superfície metálica.
West prospect of the equestrian statue almost entirely covered with a light green patina.



Contraste das pátinas verdes e negras, nas zonas mais e menos expostas à acção das chuvas, respectivamente.
Contrast between green and black patinas, in surfaces respectively more and less exposed to rain wash.



LIGA METÁLICA / LIGA METÁLICA
Atenuação das pátinas verdes (nos processos de sulfatação) e negras (nas sujidades e partículas de atmosfera urbana) no alçado Paente de estatura equestre. Mancha abscissa, no abdómen do cavalo, que terá origem nos produtos de corrosão da estrutura interna em ferro (por corrosão galvânica e catódica da água).
Attenuating green (due to sulfation processes) and black (deposits and particles from urban atmosphere) patinas, at the west prospect of the equestrian statue. Orange stains in the horse's abdomen probably corresponding to corrosion products of the iron inner structure (due to galvanic processes and water).



AP0105
THE ROBERT WILSON CHALLENGE FOR SAVING OUR HERITAGE
TEAM 4

