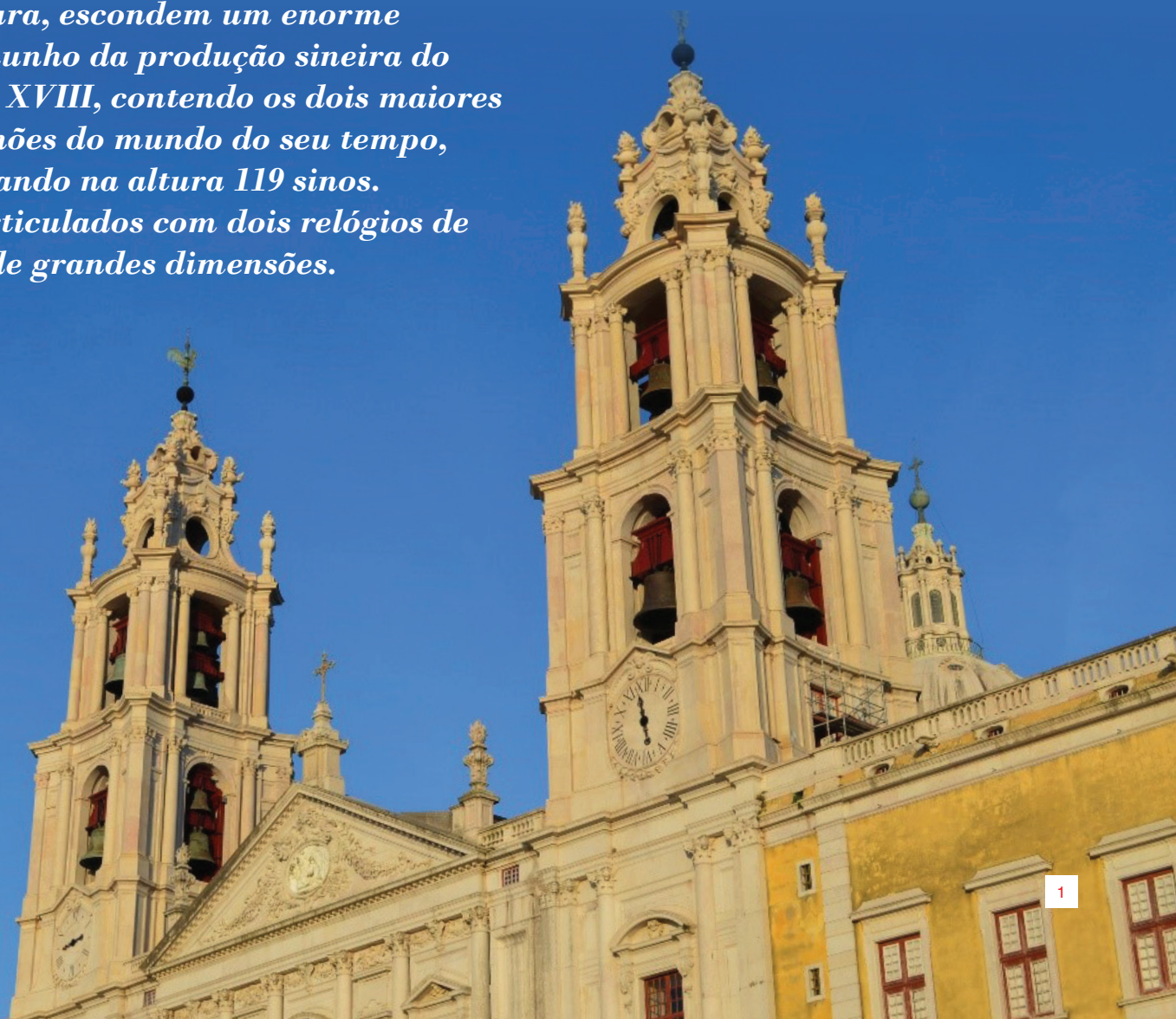


# Palácio Nacional de Mafra

Projeto e reabilitação  
dos carrilhões e das torres sineiras

Filipe Ferreira, Belmiro Xavier, Inês Menezes AOF, geral@aof.pt

*As duas torres do Palácio Nacional de Mafra, com cerca de 68 metros de altura, escondem um enorme testemunho da produção sineira do século XVIII, contendo os dois maiores carrilhões do mundo do seu tempo, integrando na altura 119 sinos. São articulados com dois relógios de torre de grandes dimensões.*





O elevado número de sinos refletiu-se também nas grandes dimensões como, por exemplo, no caso dos dois sinos de horas, presentes nos topos das duas torres, com cerca de 2,5 m de altura e 12 toneladas de bronze fundido, cada um. O conjunto sineiro da torre norte foi produzido em 1730 por João Nicolau Levache, em Liège. Já o conjunto sineiro da torre sul foi produzido por Guilherme Witlockx, no mesmo ano, na Antuérpia.

Os relógios, embora muito idênticos, têm particularidades que os distinguem. O da torre norte é um relógio de horas litúrgicas, apresenta um mostrador para apenas seis horas. A primeira hora era acertada com o nascer do sol e o sistema de toque dos sinos só dá de um a seis toques. O relógio da torre sul apresenta mais funcionalidades que o da torre norte. Simultaneamente com o toque das horas, poderá ser acionado automaticamente o toque das melodias do carrilhão automático.

### ÂMBITO DA INTERVENÇÃO

O conjunto sineiro da torre norte permanece em contexto “museológico”, como um testemunho único do que seria um objeto autêntico da época, uma vez que estes sinos detêm em si o testemunho de técnicas, quer decorativas, quer metalúrgicas, e principalmente de musicalidade, presumindo-se que nunca tenham sido afinados desde a sua colocação inicial.

O conjunto sineiro que compõe o carrilhão da torre sul, dada a sua melhor qualidade de execução, foi intervencionado para poder ser tocado na própria torre, de forma manual, atra-

vés de um teclado, e também por um sistema automático ligado a dois enormes cilindros do relógio (também existem dois na torre norte, com as mesmas dimensões), como se de uma enorme caixa de música se tratasse. O relógio da torre norte funciona em modo manual, enquanto que o da torre sul em modo automático.

Para além da intervenção ao nível dos sinos e relógios foram efetuados trabalhos de conservação e restauro (C&R) em: (i) estruturas de madeira de sucupira que suportam os carrilhões e cabeçalhos; (ii) estruturas metálicas de suporte dos sinos; (iii) elementos pétreos, em calcário de lioz, nas duas torres; (iv) estruturas metálicas de cintagem das torres; (v) execução de novas instalações elétricas; (vi) sistemas de para-raios; (vii) cataventos das duas torres.

### ESTADO DE CONSERVAÇÃO

O sistema estrutural de sustentação dos sinos encontrava-se em degradação, com falta de estabilidade. Alguns sinos apresentavam problemas físicos, necessitando da devolução da dignidade estética, perdida, por negligência em intervenções anteriores.

Na torre norte, os sinos estavam em mau estado, com falta de badaleiras, apresentando algumas asas fraturadas e com muitas ligações metálicas. Na torre sul, o carrilhão, embora em melhor estado de conservação (foi intervencionado nos anos 90), apresentava algumas patologias que originaram a sua paragem no início do século. O teclado não era o original, estava desatualizado e muito deteriorado por ação da humidade no interior da cabina, e pela proliferação de pombos. O sistema de transmissão, embora em cabos de aço inox, apresentava as suas ligações dete-

rioradas e o sistema de afinadores irrecuperáveis. O colapso localizado das estruturas de madeira também originou danos irrecuperáveis em todo o sistema.

Os sinos, de uma forma geral, estavam em bom estado de conservação, com exceção de quatro badaleiras. Todos tiveram intervenção de C&R de metais. Parte das superfícies de alguns sinos tinham depósitos de calcário provocado por escorrimentos das juntas do material pétreo da torre e muitos salpicos de tinta provocados por intervenções de pintura anteriores.

Ainda foi possível aproveitar parte do sistema de transmissão do carrilhão automático, nomeadamente entre a máquina do relógio e o piso do carrilhão. Deste piso até aos martelos dos sinos o sistema de cabos foi renovado.

O relógio da torre norte, apesar de não funcionar, encontrava-se em bom estado, com oxidação superficial e algumas folgas nos eixos de rotação. Fruto de poucas intervenções ao longo da história, o relógio, aparentemente, ainda se encontrava próximo do seu estado original.

O relógio da torre sul foi objeto de intervenção profunda nos anos 90. Apresenta mais funcionalidades que o relógio da torre norte. É constituído pela máquina do relógio que aciona três martelos dos toques dos sinos das horas, e dois tambores para o carrilhão automático. Simultaneamente com o toque das horas, poderá ser acionado automaticamente o toque das melodias do carrilhão automático. Assim, cada toque das horas é seguido pelo toque de uma melodia. As melodias do carrilhão automático podem ser programadas alterando-se as cavilhas/pinos nos tambores. Há registos de alteração das melodias ao longo da história.

1 | Vista geral das torres sineiras do Palácio Nacional de Mafra.



Utilizou-se pedra calcária de Lioz, com um notável estado de conservação, ao fim de trezentos anos. Uma observação das diferentes superfícies, desde os elementos escultóricos aos elementos arquitetónicos, permite-nos identificar as várias marcas das ferramentas de cantaria, assim como o tipo de acabamento de superfície.

As principais patologias verificadas foram: colonização biológica; vegetação radicada em juntas não funcionais; depósitos superficiais de todo o tipo (p. ex. concreções calcárias); depósitos de tintas; manchas de produtos de oxidação do ferro; argamassas de cimento, entre outros.

Especialmente na torre norte, foram detetadas patologias graves no sistema de cintagem metálica da torre, que originou uma intervenção adicional no âmbito da estabilidade. Com efeito, a estrutura pétreo da torre é cintada com vergalhões metálicos que travam, em vários níveis, a esbelta estrutura da torre. Parte destas cintagens expandiram por ação da oxidação provocando tensões, originando deslocamento e fraturas em elementos pétreos.

Uma grande parte das patologias deve-se também a intervenções anteriores, em que se utilizaram madeiras menos nobres do que as preexistentes e foram aplicadas tintas inadequadas. A falta de manutenção e o clima agreste do local aceleraram a deterioração das madeiras. A estrutura encontrava-se escorada por um emaranhado de tubos metálicos, também muito deteriorados e em colapso. Apesar disso, será de notar que, passados trezentos anos, as estruturas de madeira ainda preservam uma parte dos madeiramentos originais.

## INTERVENÇÃO

Foi seguida a deontologia de conservação, restauro e reabilitação. Os trabalhos foram efetuados por uma equipa multidisciplinar, seguindo o princípio da intervenção mínima, reversibilidade e compatibilidade e respeito pelas normas e cartas internacionais e convenções que regem os princípios das boas práticas da conservação. Foi respeitada a autenticidade e vivência da obra através de limpezas controladas e reforços estruturais quando necessário. Foi opção não remover totalmente a oxidação do bronze dos sinos.

Pretendeu-se devolver às peças a sua integridade física e química e unidade estética, com o emprego de técnicas apropriadas, de forma a garantir que as gerações futuras possam também elas implementar ações de conservação nestes bens agora intervencionados. Evitou-se a utilização de materiais ou técnicas que prejudicassem os materiais originais, preservando a autenticidade das técnicas construtivas. Foi feita a identificação dos materiais e técnicas, o levantamento fotográfico (antes e depois da intervenção) e gráfico (mapeamentos de patologias), de modo a permitir o registo técnico do estado de conservação e dos tratamentos efetuados.

Relativamente às cintagens das torres, em corrosão, sempre que possível, colocou-se à vista os elementos metálicos para posterior reparação, reforço e tratamento. Alguns sinos encontravam-se com problemas físicos que foram retificados, para devolução da dignidade estética, perdida anteriormente por alguma negligência proveniente de intervenções anteriores.

A intervenção foi realizada e dirigida por técnicos da AOF. Os teclados, sistemas de transmissão e alguns sinos, foram fornecidos e instalados pela empresa Royal Eijsbouts, com sede nos Países Baixos, contratada pela AOF.

Conforme referido, na torre norte a intervenção foi mínima, sendo apenas preservado o pouco que restou do sistema de transmissão do carrilhão automático. A intervenção nos sinos foi feita no âmbito de restabelecer a sua suspensão em segurança e de conservação e restauro de metais, com limpeza, remoção de salpicos de tinta e outros detritos e crostas calcárias que se revelaram de difícil remoção. Em algumas situações, optou-se mesmo pela sua não remoção para não danificar a superfície de bronze dos sinos.

A intervenção na torre sul colocou em pleno funcionamento os carrilhões manual e automático. O carrilhão manual é constituído por um teclado, sistema de transmissão entre o teclado e os badalos/sinos. O carrilhão automático é acionado pela máquina do relógio, que funciona como uma caixa de música gigante, com tambores rotativos, com cavilhas que acionam um sistema de transmissão (conjunto de cabos e acessórios) que acionam os martelos colocados na parte exterior dos sinos. Além da substituição de parte substancial dos sistemas de transmissão, foram restaurados e tratados todos os badalos e martelos e colocado novo sistema de afinação do carrilhão manual. Por razões históricas, optou-se por manter os badalos existentes. Tentou-se sempre encontrar o melhor ponto de equilíbrio entre a vertente histórica dos elementos a intervir e a sua funcionalidade.

2 | *Madeiramentos da estrutura do carrilhão apodrecidos.*

3 | *Construção do teclado Royal Eijsbouts, Asten, Países Baixos.*

4 | *Novo sistema de transmissão, sistema de toque e sinos do carrilhão sul.*

Foi feita a intervenção dos relógios monumentais das torres, que correspondem exteriormente ao piso dos grandes mostradores. Estas estruturas, com aproximadamente 50 m<sup>3</sup> cada, revelam um extraordinário e complexo trabalho de relojoaria. Mesmo tratando-se de estruturas de interior, sem visibilidade a partir do exterior, apresentam uma beleza única, uma vez que, para além do próprio mecanismo em ferro, são ricamente decoradas com esculturas em bronze, de uma técnica e acabamento admiráveis.

Ambos os relógios fazem soar os sinos correspondentes em cada torre e ainda (no caso da torre sul) o carrilhão através da “caixa de música”, ligando-se esta aos sinos por meio de cabos de aço que atravessam todos os pisos das torres. A intervenção nos relógios foi realizada por uma equipa multidisciplinar com técnicos da AOF e da empresa L’Horloger de la Croix Rousse, com sede em França, que desenvolveu uma aplicação 3D animada para cada relógio, que permitiu a sua desmontagem e posterior montagem.

Após o desmonte, as peças foram reparadas e tratadas, pela AOF, compreendendo a intervenção em peças de aço de carbono de toda a estrutura de suporte do relógio e algumas dos mecanismos de funcionamento, bem como peças em bronze do sistema de funcionamento, mas sobretudo decorativas. Foram aferidas as cores originais dos relógios, com execução de duas janelas com cortes estratigráficos de forma a observar todas as camadas existentes. Aparentemente ambas as estruturas dos relógios tinham uma cor prateada, o que fazia sobressair os elementos decorativos em bronze. Assim, tínhamos



a imitação dos metais mais valiosos – a prata e a ouro. No relógio da torre norte optou-se pela cor prata. Contudo, no relógio da torre sul optou-se por manter a cor existente – verde – provavelmente introduzida em intervenções anteriores dos anos 90 ou até anterior.

A intervenção desenvolveu-se nos seguintes níveis, conforme ilustra a figura 4:

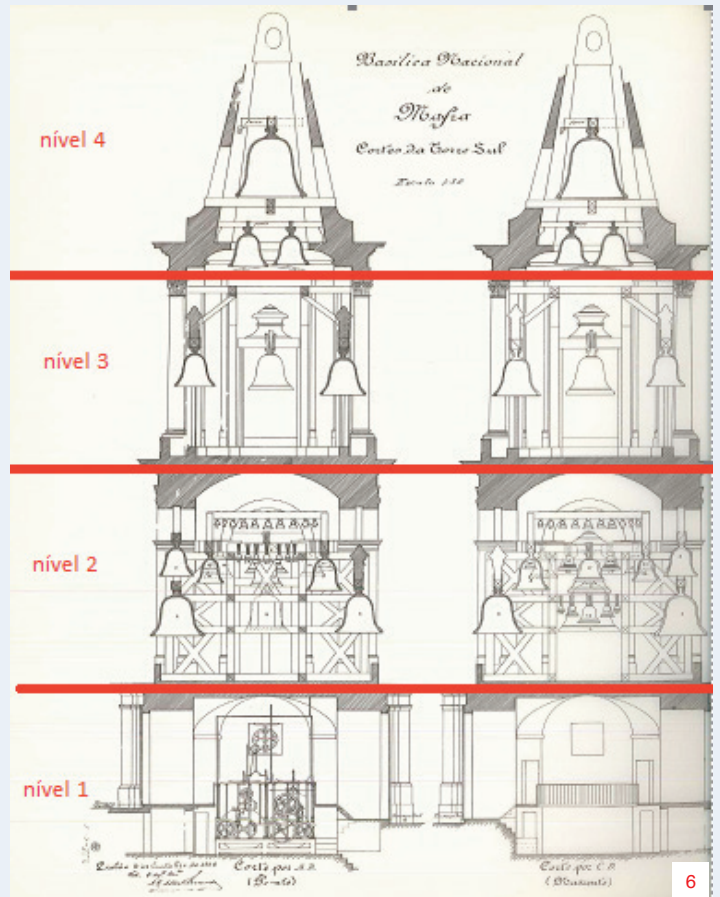
- Nível 1 – Máquinas do relógio/tambores do carrilhão automático;
- Nível 2 – Sinos do carrilhão, 49 sinos na torre norte, 53 sinos na torre sul. A torre sul também aloja a cabina do carrilhonista;
- Nível 3 – Sinos litúrgicos, de bamboar, 7 sinos na torre norte e 4 sinos na torre sul;
- Nível 4 – Sinos de toque de horas – 3 sinos em cada torre.



5



7



nível 4

nível 3

nível 2

nível 1

6

**Torre sul**

A intervenção na torre sul englobou, em síntese: (i) C&R dos elementos pétreos; (ii) C&R e consolidação das estruturas de madeira de suporte e cabeçalhos; (iii) reformulação das estruturas metálicas de suporte dos sinos de horas e ferragens de suspensão de todos os sinos; (iv) C&R com colocação em funcionamento da máquina do relógio e carrilhão automático, com motorização das cordas para funcionamento automático; (v) colocação em funcionamento das transmissões dos sistemas de toque do carrilhão manual e automático e sinos das horas; (vi) fornecimento e montagem de novo teclado para o toque manual e de um teclado de estudo; (vii) colocação em funcionamento de um sino litúrgico de bamboar.

Foram reproduzidos dois novos sinos para substituição de um, que se encontrava totalmente fraturado, e de outro em falta que o programa preliminar já previa executar – sinos n.º 31 e n.º 46 respetivamente.

**Torre norte**

O âmbito e filosofia de intervenção na torre norte foram diferentes, quer por razões históricas, quer por razões económicas, já previstas no programa preliminar.

A intervenção compreendeu as seguintes intervenções: (i) C&R dos elementos pétreos; (ii) restauro e consolidação da estrutura de madeira que suporta os sinos do carrilhão e cabeçalhos; (iii) restauro das estruturas metálicas de suporte dos sinos de horas, e de todas as ferragens de suspensão de todos os sinos; (iv) conservação, com colocação em funcionamento do sistema de toque das horas da máquina do relógio e conservação da parte do carrilhão automático; (v) colocação em funcionamento das transmissões dos sistemas de toque de horas e conservação das poucas transmissões existentes do carrilhão automático.

O princípio da intervenção nas estruturas de madeira das duas torres compreendeu a substituição de todas as madeiras menos nobres, aplicadas em intervenções anteriores. Apenas foram mantidas as madeiras originais que se encontravam em bom estado sanitário e estrutural. Todas as restantes madeiras foram substituídas por novas em madeira de sucupira. A estrutura existente foi mapeada, com recolha das dimensões necessárias para a sua posterior montagem e aferição das espécies de madeira. De seguida, as estruturas de ambas as torres foram totalmente desmontadas e transportadas para a oficina de carpintaria da AOF, em Braga, para reparação e

montagem prévia. Foram adicionadas novas ligações metálicas, em substituição das existentes, e colocadas novas em pontos mais sensíveis da estrutura. Nesta fase foram aplicadas também as primeiras demãos de tinta à base de óleo, permeável ao vapor de água, para permitir a preservação da madeira.

Os cataventos que encimam as duas torres têm dimensões verdadeiramente extraordinárias para o local onde estão instalados e para as solicitações a que estão sujeitos. Os elementos decorativos, executados em bronze, estavam em razoável estado de conservação. Contudo, o fuste metálico de sustentação de todo o conjunto apresentava perda de secção significativa, o que colocava a curto prazo, em causa, a estabilidade total da peça.

A intervenção compreendeu o desmonte dos elementos decorativos, “galos”, de forma a permitir intervir no fuste de sustentação. O fuste foi recuperado com o reforço das secções fragilizadas e para redução de folgas, posteriormente foi tratado e lubrificado com massa consistente. Os “galos”, após intervenção no âmbito da C&R, foram novamente montados. Sobre os cataventos estão também montados o recetor dos para-raios.

5 | Pormenor de elemento decorativo dos relógios.

6 | Identificação dos níveis de intervenção nas torres.

7 | Sinos litúrgicos, de bamboar.

8 | Estruturas de madeira em processo de intervenção na oficina de carpintaria da AOF, em Braga.

9 | Pormenor do fuste de sustentação do catavento, após desmonte do "galo".

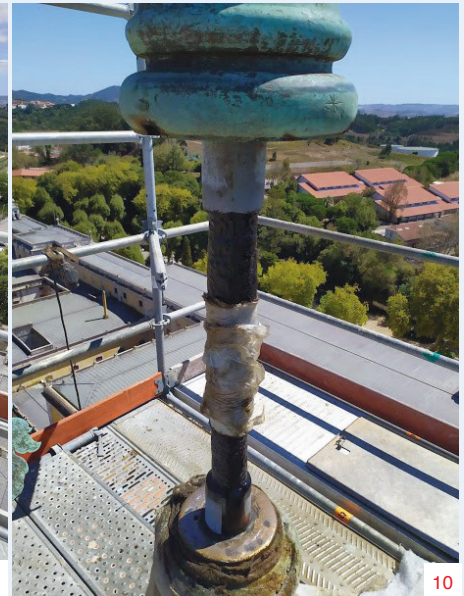
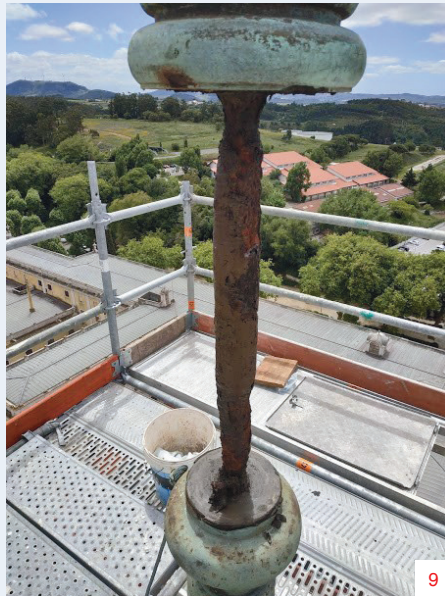
10 | Reforço do fuste de sustentação.

11 | "Galo" após intervenção.

12 | Intervenção num sino.



8



9

10



11

12

## Estaleiro e trabalhos preliminares

O apeamento e elevação de cargas pesadas – alguns sinos têm mais de 10 toneladas (muitos apeados pela primeira vez) –, agravado pelo peso incalculável da sua carga histórica, foi um desafio para toda a equipa.

Foi executado um acesso ao estaleiro da obra que originou o desmonte e posterior montagem de parte da calçada do terreiro do palácio para a mobilização de veículos pesados, nomeadamente auto gruas (com capacidade de 200 toneladas para a torre sul e de 500 toneladas para a torre norte) e camiões.

Em cada torre foi montado um elevador monta-cargas com capacidade de 1500 kg. Para apoio a toda a intervenção foram montadas grandes quantidades de andaimes a envolver as duas torres, pelo exterior e interior. Foram também montadas estruturas metálicas no interior das torres para suspensão dos diferenciais necessários ao apeamento e elevação dos sinos e da estrutura de madeira. Foram também colocadas duas estruturas metálicas, uma em cada torre, em consola, para fora do plano exterior da torre, de forma a possibilitar a recolha dos sinos de maiores dimensões das torres com auxílio da auto grua.

## FICHA TÉCNICA

**Dono de Obra** DGPC – Direção-Geral do Património Cultural (representada por Luís Marreiros, Albertina Rodrigues)

**Palácio Nacional de Mafra** Mário Pereira (Diretor), Gabriela Cordeiro, Isabel Yglesias

**Consultores em C&R** Antónia Tinturê, Irene Frazão, Maria José Moinhos, Maria Antónia Amaral

**Consultores externos do Dono de Obra** Abel Chaves, João Soeiro de Carvalho e Vincent Debut

**Consultores externos** LNEC Helena Cruz, José Saporiti

**Fiscalização e coordenação de Segurança em Obra** Brazão Farinha Engenharia, Lda. (Rui Araújo e Rui Oliveira)

**Equipa projetista** Filipe Ferreira, Belmiro Xavier, Inês Menezes e Eunice Costa

**Coordenador geral** José Amorim Faria

**Estabilidade** SOPSEC (José Amorim Faria, Jerónimo Botelho e João Sousa)

**Encarregado geral** António Matos

**Coordenador de instalações elétricas** SOPSEC (José Amorim)

**Coordenadora de C&R de materiais pétreos** Adélia Gomes

**C&R instrumentos musicais** Royal Eijsbouts (Henk van Blooij, Joep van Brussel e Lambertus Augustus)

**C&R Relógios** L'Horloger de la Croix Rousse (François Fustier)

**Entidade executante / Direção de Obra** AOF (Filipe Ferreira, Belmiro Xavier e Inês Menezes)

**Consultores externos carrilhonistas** carrilhonista Frank Deleu e José Rodrigues

**Encarregado geral** António Matos

**Acompanhamento de arqueologia e apoio à empreitada** Câmara Municipal de Mafra (Marta Miranda)