

Carlos A. P. Martins

Área Departamental de  
Engenharia Civil  
EST/UAlg

José Paulo Costa

s.t.a.p. S.A.

# INTERVENÇÃO DA ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA NA REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DO TEATRO LETHES

## 1. Introdução

O presente artigo descreve numa forma sumária a cooperação estabelecida entre a Universidade do Algarve (UAlg), através da Escola Superior de Tecnologia (EST), com a Delegação Regional do Algarve do Ministério da Cultura, no processo de reabilitação do Teatro Lethes, em Faro (Figura 1), levada a cabo pela empresa S.T.A.P. – Reparação, consolidação e modificação de estruturas, S.A.

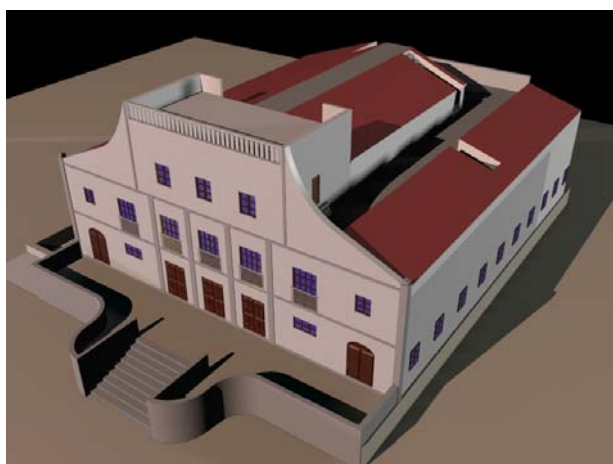


Figura 1 – Teatro Lethes

## 2. Breve historial

A construção do edifício que actualmente é designado por Teatro Lethes, situado em Faro e conhecido da generalidade da população, data do início do século XVII. Trata-se numa construção que ao longo da sua existência de quatro séculos desempenhou funções inicialmente como colégio de Jesuítas, tendo mais tarde sido adaptado para teatro vocacionado para o “bel canto” (Figura 2) pelo seu novo proprietário, o médico de origem italiana, Dr. Lázaro Dogliani. Em meados do século XX, os seus herdeiros venderam o imóvel à Cruz Vermelha Portuguesa, ainda hoje sua proprietária, estando actualmente alugado à Delegação Regional do Algarve do Ministério da Cultura. Trata-se numa construção classificada pelo Estado Português através da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais.



Figura 2 – Interior do Teatro

## 3. Descrição da construção

Trata-se numa construção com uma arquitectura de características religiosas, com um corpo central elevado, onde se localizava a igreja e se localiza actualmente a plateia e o palco, e dois corpos laterais de alturas e formas distintas (Figura 3).

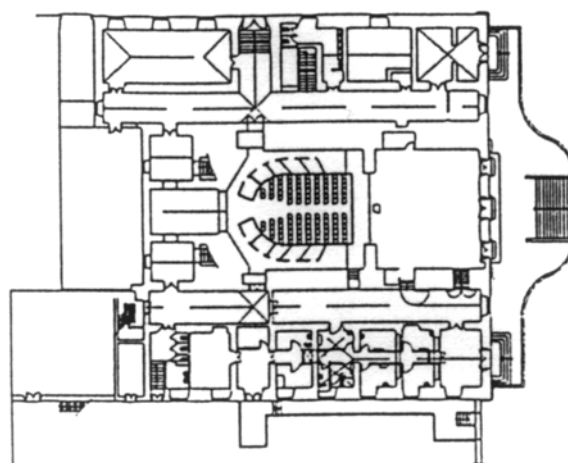


Figura 3 – Planta do edifício

A cobertura do corpo central é constituída por uma abóbada de berço, interrompida por uma parede transversal suportada por um arco, com um telhado de duas águas (Figura 4), excepto sobre o palco, onde se situa um terraço.

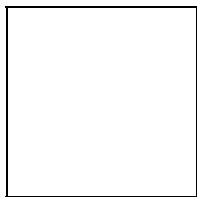


Figura 4 – Corte transversal pela zona da plateia

A fachada principal do edifício é de três panos, sendo o seu aspecto actual muito próximo do original, onde se destaca a inscrição em latim “MONET OBLECTANDO”, cuja tradução em português é “Instrui distraindo” (Figura 5).

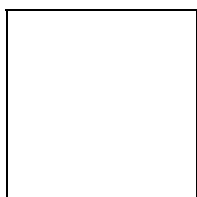


Figura 5 – Fachada principal do Teatro Lethes

A abóbada de berço que constitui a cobertura do corpo central é constituída por alvenaria de tijolo cerâmico argamassado, sendo suportada por duas paredes longitudinais de alvenaria de pedra argamassada, de grande espessura, embora diferentes entre si.

#### 4. Diagnóstico e projecto de execução

A intervenção que se descreve neste artigo decorre do facto de se ter verificado que a abóbada de berço apresentava sobre a zona do palco deformações muito preocupantes (Figura 6), bem como fendas muito importantes (Figura 7), havendo mesmo um desligamento entre a abóbada e a parede de alvenaria na zona de tardoz (Figura 8). Perante estes cenários, como medida preventiva de forma a garantir a segurança dos utilizadores do espaço, mais especificamente do corpo central do edifício, procedeu-se ao encerramento do Teatro Lethes e foram desencadeados os mecanismos conducentes ao diagnóstico das anomalias e ao projecto de reabilitação da estrutura.

Assim, numa primeira fase, a empresa OZ, Lda, procedeu às sondagens e levantamento de anomalias no edifício, conducentes a

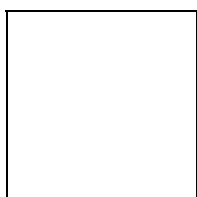


Figura 6 – Deformação da abóbada na zona sobre o palco

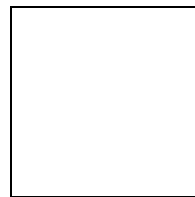


Figura 7 – Fendas na abóbada na zona sobre a plateia

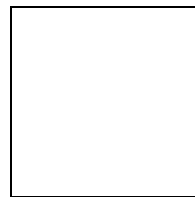


Figura 8 – Desligamento da abóbada com a parede de tardoz

um primeiro estudo de intervenção correctiva. Nesta fase, a EST teve uma primeira intervenção na realização do levantamento topográfico e a caracterização da geometria dos elementos estruturais. Esta tarefa foi levada a cabo por uma equipa chefiada pelo Eng. Vitor Charneca, Professor da EST. Deste estudo ressaltou de imediato as deformações das paredes laterais e das paredes da fachada principal e de tardoz. Além deste, outros estudos foram realizados, nomeadamente estudos analíticos, laboratoriais e experimentais no próprio local.

Este conjunto vasto e diversificado de estudos permitiu tirar conclusões sobre o estado da estrutura, permitindo apoiar consistentemente o processo de elaboração do projecto de reabilitação estrutural da estrutura.

De facto, com base nas informações obtidas foi possível entender e explicar o processo de deterioração das condições de segurança da estrutura, estando a sua origem focalizada no afastamento relativo entre as duas paredes longitudinais que dão apoio à abóbada, sendo esse afastamento mais relevante no caso da zona da abóbada sobre o palco (Figura 9).

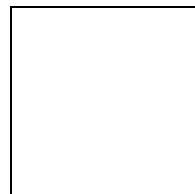


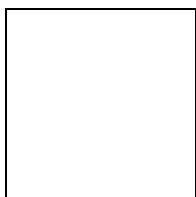
Figura 9 – Afastamento relativo entre as paredes longitudinais e esquema de travamento e suporte

Foi ainda necessário estabelecer uma série de operações que permitissem controlar as causas dessa deterioração e adoptar elementos estruturais adicionais que a estabilizasse. Além disso, tendo em conta que se trata dum edifício importante sob os pontos de vista histórico e patrimonial, foi possível definir dois princípios fundamentais a ter em conta na filosofia do projecto de reforço e que corresponde à reversibilidade das grandes operações

a realizar, com as intervenções a provocarem intrusões mínimas nas características de base do edifício.

Foi neste enquadramento que foi elaborado o projecto de reparação da abóbada do edifício, pela empresa A2P Consult, Estudos e Projectos, Lda., sob a supervisão do Eng. João Appleton.

Neste projecto foram consideradas medidas de reforço que deveriam ser complementadas por outras visando a consolidação e protecção. Assim, na zona da abóbada sobre o palco, o reforço que estava previsto consistia na execução duma estrutura metálica para travamento horizontal das paredes de apoio longitudinais, travando desta forma o processo que originava a deformação da abóbada. Esta estrutura era constituída por seis vigas HEA340 paralelas entre si, igualmente espaçadas, ligadas às paredes através de chapas metálicas pregadas, recorrendo a ancoragens de alta performance, com atravessamento total das espessuras das duas paredes longitudinais. Esta estrutura metálica tinha ainda a função de dar apoio à teia do palco. O suporte da abóbada seria garantido através da utilização de tirantes ligados inferiormente a uma grelha de chapas de aço de pequena espessura, e superiormente a seis vigas metálicas colocadas no terraço aí existente (Figura 10).



**Figura 10 – Pormenor do projecto de reabilitação**

Na restante zona da abóbada, sobre a plateia, previa-se nesse projecto a desmontagem total da cobertura e remoção do revestimento exterior da abóbada, com execução de pregagem dos tijolos a uma camada de betão leve a colocar no extradorso da abóbada.

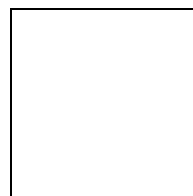
Em ambos os casos, previa-se que as fissuras e descontinuidades existentes na abóbada fossem alvo de consolidação.

## **5. Acompanhamento e adaptações do projecto**

Apesar dos trabalhos de diagnóstico terem sido bastante aprofundados, é natural que a execução duma intervenção do tipo da preconizada, obrigue a que existam adaptações daquilo que está no projecto em função do decorrer das diversas operações aí definidas. Por este motivo, torna-se necessário um acompanhamento de perto por parte do projectista, ou na sua impossibilidade, por alguém da sua confiança ou por ele proposto, de forma a fazer recomendações e alterações que estejam dentro da mesma filosofia de concepção do projecto.

É neste contexto que é solicitada pela Delegação Regional do Algarve do Ministério da Cultura à UAIG uma colaboração que englobava a assessoria técnica à execução da obra, bem como o apoio à fiscalização da mesma. Na mesma solicitação era sugerido o nome do primeiro autor deste artigo, tirando-se partido do facto do mesmo ter sido há alguns anos, colaborador da empresa A2P Consult.

Numa primeira fase, foi necessário escorar toda a zona da abóbada sobre o palco, dado que as deformações que registava indicavam, sem margem para dúvidas, um risco iminente de ruína por desabamento. Tratou-se dum trabalho extremamente urgente e que teve de ser realizado independentemente das soluções que viessem a ser adoptadas e executadas. Em particular, registe-se o trabalho de escoramento da superfície do intradorso da abóbada, na medida em que se tratava duma superfície muito irregular, pelo que o trabalho de carpintaria foi extremamente preciso sob o ponto de vista geométrico (Figura 11).

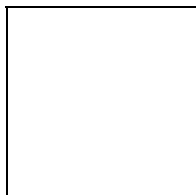


**Figura 11 – Escoramento da abóbada na zona sobre o palco**

Assim, a primeira intervenção que foi necessário fazer decorreu da indefinição da teia do palco à data da elaboração do projecto. De facto, esta estrutura auxiliar do funcionamento do palco tem que estar colocada numa posição muito alta, servindo de suporte aos cenários, luzes e outro equipamento móvel, necessário para diferentes disposições cenográficas. No caso do Teatro Lethes, esta estrutura situa-se acima da posição da estrutura metálica de travamento das duas paredes de alvenaria que suportam a abóbada, pelo que a mesma não poderia constituir obstáculo ao funcionamento da teia, como aconteceria caso se mantivesse a solução inicial definida no projecto de reabilitação. Neste, as seis vigas metálicas HEA340, paralelas entre si e igualmente espaçadas, constituíam um obstáculo ao funcionamento normal da referida teia do palco. Em consequência deste facto, foi necessário redefinir a solução de forma a viabilizar todo o funcionamento do palco, mantendo tanto quanto possível o comportamento estrutural definido no projecto de reabilitação. Para esse efeito foram tomadas as seguintes medidas, sempre em consonância, quer com o projectista, quer com o dono-da-obra, quer com o empreiteiro geral:

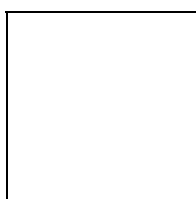
- Adopção duma solução independente para a teia, ficando esta apoiada por estruturas verticais treliçadas que transmitem directamente à fundação as cargas associadas ao funcionamento da teia. Estas estruturas ficaram devidamente travadas às paredes, como forma de estabilização desses elementos verticais, dado que são razoavelmente altos.

- Substituição das chapas individuais pregadas às paredes longitudinais para apoio e ligação das vigas metálicas a essas paredes, para assegurar o travamento das mesmas, na zona do nascimento das abóbadas, por um perfil UNP350 contínuo, utilizando exactamente as mesmas ancoragens que estavam previstas anteriormente. Esta solução visou garantir um funcionamento de conjunto de todas as pregagens, conferindo maior robustez a estas ligações (Figura 12).



**Figura 12 – Execução das pregagens e fixação do perfil UNP**

- Colocação de dois pares de vigas metálicas HEA360 junto às extremidades desses perfis UNP350, apoiados nos banzos destes e devidamente soldados, com um afastamento necessário para realização dessas operações de ligação, substituindo-se assim os seis perfis HEA340. Junto às extremidades dos perfis que ficaram mais interiores foram colocadas umas vigas metálicas mais curtas, também em perfil HEA360, a 45° em planta, formando esquadros, de forma a travar a zona central da parede contribuindo dessa forma para uma maior uniformidade do efeito de travamento pretendido. Na zona de ligação dessas vigas a 45° às duas vigas metálicas principais foram soldadas chapas metálicas de grande espessura, ligando os banzos superior e inferior dessas duas vigas, de forma a assegurar o seu funcionamento conjunto à reacção horizontal induzida pelo elemento curto que constitui o esquadro (Figura 13).

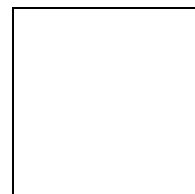


**Figura 13 – Colocação das vigas de travamento e esquadros**

Perante esta decisão, foi sugerido pelo projectista que as vigas metálicas passassem a ser executadas a partir de perfis HEA360. Esta decisão libertou um espaço significativo na zona desta estrutura, permitindo em definitivo o funcionamento da teia do palco.

É aqui de referir que, de acordo com a proposta inicial, as pregagens nas paredes foram realizadas recorrendo a técnicas e metodologias muito avançadas. Assim, os furos foram realizados sem introdução de vibrações ou água no interior das alvenarias, com recurso a carotagem arrefecida por pressão e aspiração de ar. Por outro lado, as pregagens são constituídas por tubos e varões de aço inoxidável inseridos em mangas de tecido de algodão,

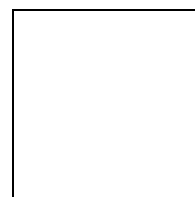
ficando garantida a aderência através de injeção de calda de selagem à pressão, sem fugas de material e total acomodamento deste às irregularidades geométricas do furo na alvenaria de pedra argamassada (Figura 14).



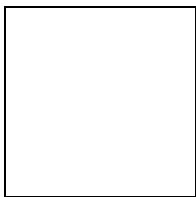
**Figura 14 – Pormenor das pregagens nas paredes longitudinais**

Seguidamente procedeu-se às furações para colocação dos pendurais que servem para suportar as cargas induzidas pela abóbada na zona do palco. Nesta fase confirmou-se a pouca consistência do material de enchimento do extradorso desta zona da abóbada. Verificou-se ainda que os apoios elastoméricos das vigas metálicas a colocar no terraço, estavam demasiado perto das guardas do mesmo. Ora, dada a consistência do material de enchimento do espaço compreendido entre o extradorso da abóbada e o terraço, essas reacções poderiam induzir impulsos horizontais com efeitos sobre essas alvenarias que comprometessem a sua estabilidade lateral, podendo mesmo vir a contribuir para a sua queda. Além disso, para ter em conta as pendentes existentes no terraço, seria sempre necessário sobreelevar a posição desses apoios por forma a garantir o funcionamento dessas vigas de acordo com o seu modelo de cálculo, condição extremamente importante sob o ponto de vista da filosofia de execução das medidas contidas em qualquer projecto de estabilidade (Figura 15).

Visando contornar estas duas questões propôs-se, e foi adoptada, uma solução que consistia na execução, em cada uma das extremidades do terraço, de seis microestacas encabeçadas por um lintel de betão armado. Nesta seriam colocados os apoios elásticos das vigas que servem de ligação aos pendurais da grelha, constituída como estava definido no projecto, por chapas metálicas finas a colocar no intradorso da abóbada (Figura 16), servindo assim de impedimento a que se registem mais deformações nestes elementos.



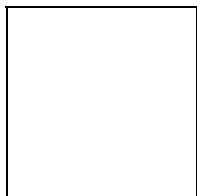
**Figura 15 – Colocação dos pendurais e execução das microestacas e lintel de encabeçamento**



**Figura 16 – Colocação da grelha de chapas metálicas finas no intradorso da abóbada**

A execução destas microestacas apresentou algumas dificuldades, na medida em que o material de enchimento dessa zona era de facto muito pouco consistente. Assim, a execução desses furos teve que ser muito lenta de forma a não introduzir, mais uma vez, vibrações, com aspiração do material que entretanto se desagregava com muita facilidade. Desta operação resultou um furo de geometria irregular, que não corresponde ao aspecto típico dum furo para execução de estacas.

Com esta solução, foi possível transmitir para uma cota, cerca de 1.5 m abaixo a prevista, a descarga das vigas metálicas que foram colocadas no terraço, permitindo assim minimizar os riscos provocados pelo impulso horizontal dessas forças. Assim, à cota a que ficou a base das microestacas, a transmissão das forças faz-se quase que directamente para as paredes longitudinais de alvenaria de pedra argamassada, obtendo-se assim o efeito pretendido. Além disso, a existência dos lintéis permite um melhor funcionamento da zona de apoio das vigas metálicas, elevando ligeiramente as cotas dos apoios destas (Figura 17).

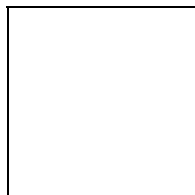


**Figura 17 – Colocação das vigas metálicas no terraço**

Na restante parte da abóbada, situada sobre a zona da plateia, verificou-se à partida as grandes dificuldades associadas à desmontagem da cobertura e à grande sensibilidade que as operações de pregagem dos tijolos que compõem a abóbada. Estas dificuldades aliadas à impossibilidade de escorar numa forma segura e eficaz essa zona, dada a existência dum tecto falso sobre essa zona da plateia, com frescos pintados e cuja remoção provocaria danos irreversíveis, optou-se por proceder às operações de consolidação de todas as fissuras e descontinuidades aí existentes. Além disso, foi recomendada a pregagem da zona extrema da abóbada à parede de tardoz com colocação de tirantes metálicos longitudinais no intradorso da abóbada, paralelos ao seu eixo, visando impedir quaisquer movimentos relativos entre as paredes de topo da abóbada, sem provocar grandes alterações qualitativas do comportamento estrutural do edifício, consolidando-o ao mesmo tempo.

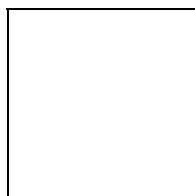
Após a realização das operações de reabilitação, com reforço e consolidação (Figura 18), o edifício sofrerá melhoramentos, já a decorrer, nomeadamente a impermeabilização do terraço, execução dum palco completamente novo, com maior flexibilidade no que diz respeito às utilizações possíveis, a montagem da nova teia e a modernização das instalações eléctricas e das condições de segurança contra o risco de incêndio, com novas saídas de emergência, das quais resultou uma reabilitação da chamada casa do guarda, com operações de consolidação dos tectos abobadados aí existentes, com pintura e execução de novos pavimentos.

Finalmente a fachada principal terá as cantarias reparadas e será pintada.



**Figura 18 – Radiografia do edifício após a intervenção na zona da abóbada sobre o palco**

Refira-se ainda que o único aspecto exterior visível decorrente desta intervenção, consiste nas seis vigas metálicas existentes no terraço do edifício (Figura 19).



**Figura 19 – Aspecto exterior do edifício após a intervenção**

## **6. Conclusões**

A intervenção que se descreve neste artigo, constitui um exemplo do tipo de actividade que a Área Departamental de Engenharia Civil da EST pode e deve desenvolver, quer no apoio a instituições ou empresas, contribuindo para a melhoria da qualidade das construções na região, ou simplesmente apoiando os utentes das construções, desempenhando um papel activo na defesa do consumidor no sector da construção civil.

Finalmente é de referir a boa colaboração e bom entendimento que existiu durante a realização desta intervenção, entre o dono-obra, o empreiteiro geral e o representante da EST, sendo o presente artigo um reflexo desse facto.