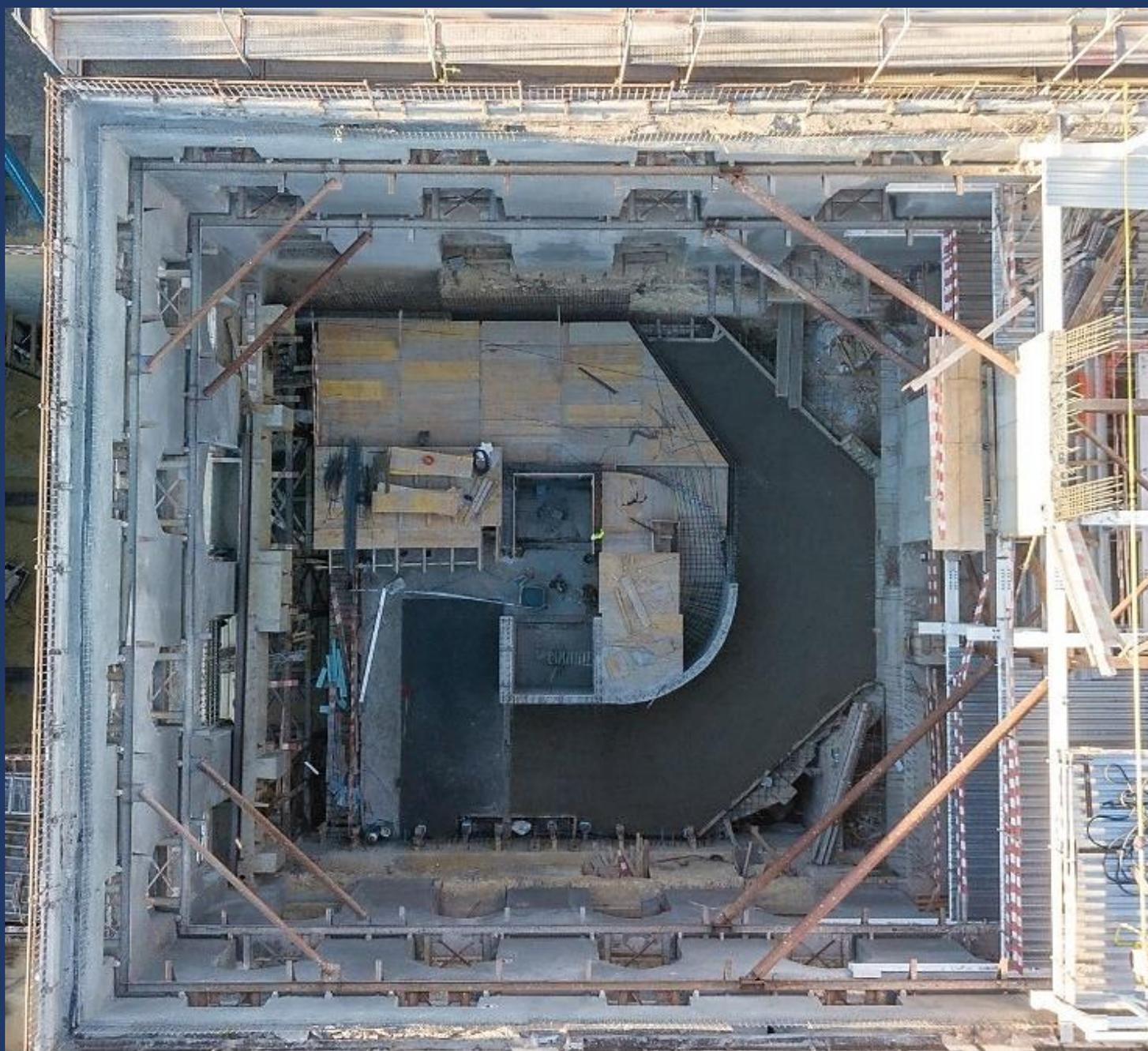


# DECLIVAR



## EDITORIAL

05

### A circularidade da reabilitação urbana

**Bento Aires**

Presidente do Conselho Diretivo | OERN

06

### As boas práticas da reabilitação estrutural na salvaguarda sustentável do património construído

**Alexandre A. Costa**

Professor Adjunto Convidado | DEC-ISEP

09

### Intervenção em edifício na Rua Vitor Cordon, Lisboa

**João Leite Garcia e João Carvalho** | Teixeira Trigo Lda.

14

### A reabilitação em estações de tratamento de águas residuais

**José Cardoso** | Noraqua - Consultores de Engenharia, Lda.

19

### Tendências de utilização de materiais betuminosos sustentáveis em pavimentos de infraestruturas de transporte rodoviário

**Silvino Dias Capitão**

Professor Coordenador | IPC-ISEC

23

### GECORPA: Uma associação de profissionais que exercem atividade na reabilitação do edificado e na conservação do património

**Inês Flores-Colen, Filipe Ferreira e José Borges**

Direção do GECORPA

26

### A contribuição do gerador de preços CYPE para a reabilitação de edifícios

**Paula Assis e Ricardo Ferreira** | Top Informática, Lda.

29

### Novas tecnologias Sika para reparação estruturas em betão

**Pedro Azevedo** | Sika Portugal

31

### Aconteceu...

31

### A seguir...

# EDITORIAL

Durante séculos usámos o planeta, consumindo os seus recursos, que acreditávamos inesgotáveis, e confiando na aparente infinita capacidade de regeneração da Natureza.

Com muita inércia e alguma relutância, fomos tomando consciência da necessidade de alterarmos o nosso comportamento.

Atingimos, agora, uma fase em que alguns danos impostos à Terra poderão ser irreversíveis e em que já não serão admissíveis dúvidas nem cepticismos acerca dessa imprescindível reorientação de atitudes.

A Construção, nas suas diferentes vertentes, foi assumindo essa alteração de paradigma, em múltiplas latitudes, com velocidades e intensidades diversas. No nosso país, esse caminho começou a ser trilhado, já há algum tempo. Com iniciativas particulares e com políticas públicas que permitiram a criação de estímulos à reabilitação, assistimos à proliferação de intervenções no parque edificado, devolvendo um segundo ciclo de vida a uma parte significativa deste património.

Deste conjunto, fazem parte e ocupam um lugar de destaque as intervenções de reparação e de recuperação de construções históricas, neste tempo que vivemos em que é crescente a sensibilidade para a sua preservação. Generalizada é também a tomada de consciência sobre a necessidade de proteger os valores naturais. E, de facto, para garantia da sua protecção, contribui ainda, de forma significativa, esta

reabilitação de construções existentes, libertando da pressão urbanística os espaços territoriais ainda não invadidos. Na realidade, a conservação destes espaços é compatível com a regressão demográfica a que assistimos em Portugal. Não faz qualquer sentido, nestas circunstâncias, a ocupação de áreas férteis enquadradas na Reserva Agrícola Nacional, nem a invasão de espaços de Reserva Ecológica Nacional, embora se continuem ainda a testemunhar algumas tentativas para a desafecção, destas reservas, de terrenos para urbanização e para a disseminação de novas vias de comunicação, retalhando e desordenando ainda mais o nosso território.

Contrariando estas tentações, que gostaríamos de acreditar cada vez mais fugazes, esta aposta na reabilitação deverá constituir também uma oportunidade para o reordenamento de áreas urbanas e rurais do nosso país, permitindo a correcção de intervenções não controladas, que se foram multiplicando ao longo de décadas. Este aumento de longevidade das construções, que se procura garantir, deverá ser encarado, assim, não apenas como uma conquista de índole ambiental, cumprindo critérios de sustentabilidade, mas também de carácter cultural, social e económico. E para nós, engenheiros, esta inversão de paradigma, privilegiando a reabilitação em detrimento de novas construções, constitui um desafio



aliciante. Permite-nos regressar a materiais e a técnicas tradicionais, alguns quase perdidos, recuperando-os e voltando a aplicá-los. Estimula, por outro lado, a criação de novos materiais e de técnicas inovadoras. E a diferença entre os critérios actuais e os que governaram o dimensionamento das construções existentes, bem como a presença de novas exigências de funcionalidade, são outros factores que tornam ainda mais criativo o desenvolvimento da nossa profissão neste contexto.

As escolas de ensino superior têm procurado acompanhar esta evolução, readaptando os seus cursos de primeiro e de segundo ciclos, incorporando nos respectivos planos curriculares este tema, e criando cursos de pós-graduação ou de curta duração sobre alguns dos seus aspectos particulares, dotando os seus diplomados de competências adequadas ao desempenho da profissão nesta área específica.

A aplicação desta estratégia de intervenção no património construído é transversal, estendendo-se à readaptação de edifícios, à reparação e ao reforço de obras de arte, à remodelação de vias rodoviárias e ferroviárias, à reparação e à ampliação de depósitos e de estações de tratamento de águas, à reabilitação de

*"esta aposta na reabilitação deverá constituir também uma oportunidade para o reordenamento de áreas urbanas e rurais do nosso país, permitindo a correcção de intervenções não controladas, que se foram multiplicando ao longo de décadas."*

túneis, à reparação e ao reforço de estruturas portuárias, entre outros diversificados exemplos. Na presente edição, promove-se este tema da reabilitação, apresentando-se um conjunto de artigos que se debruça

sobre alguns destes exemplos, destacando-se ainda o papel das associações profissionais na garantia da qualidade das aplicações nesta área, bem como a da criação de ferramentas

informáticas de apoio a esta tipologia de intervenções.

O Departamento de Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, procura, deste modo, garantir a continuidade da promoção da reabilitação, tema cuja importância cedo reconheceu, incluindo-o no seu curso de Mestrado e criando diversos cursos de pós-graduação como os de Inspeção Avançada de Estruturas, de Ensaios de Diagnóstico Estrutural e de Reabilitação Urbana. ■

José Filinto Trigo  
Professor Coordenador | DEC-ISEP



soluções que apoiam  
as suas ideias.

www.catari.pt  
256 400 110  
info@catari.pt

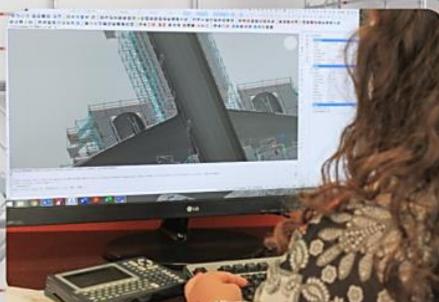
## MAIS DE 40 ANOS A DESENVOLVER E PRODUZIR ANDAIME.

**I&D** Fundada em 1979 a Catari procura ser uma referência mundial de andaime, engenharia e serviços associados. Com produção própria e sistemas patenteados, a Catari conta com as suas próprias equipas de engenharia para desenvolvimento de novos componentes estruturais.

**PROJETO** Desenvolvimento de projectos de engenharia em 3D e relatórios de cálculo com recurso a software de análise estrutural de andaimes para identificação detalhada de componentes e quantidades. A implementação é feita por equipas de montagem e apoio, tanto ao projeto, como ao cliente.



Investigação & Desenvolvimento  
Desenho e cálculo de novos componentes



Projecto estrutural  
Software de modelação 3D



Engenharia em obra  
Soluções para a indústria e construção civil



**Nº 1 MUNDIAL  
FORNECEDOR  
DE EXPLOSIVOS  
COMERCIAIS**

A conjugação das nossas emulsões explosivas, detonadores electrónicos e apoio técnico especializado, conduzem a resultados técnicos, económicos e ambientais mais sustentáveis.



**ORICA**

**ORICA MINING SERVICES  
PORTUGAL, SA**

orica.com | orica.portugal@orica.com  
Av. Duque d'Ávila, nº 95, 2º andar  
1000-139 Lisboa, Portugal  
+351 962 373 166

# A circularidade da reabilitação urbana

## Bento Aires

Presidente do Conselho Diretivo  
Ordem dos Engenheiros – Região Norte



Se recorrermos ao início deste século a reabilitação era uma não necessidade, a prioridade era a construção nova, novos materiais, crescimento das cidades para a periferia, os conceitos de cidades populacionalmente densas, mas rapidamente a sociedade reconheceu que esse modelo não era equilibrado.

E fruto desse desequilíbrio a reabilitação urbana passou a ser a resposta à degradação e despovoamento dos centros urbanos, facto que importa não esquecer.

Hoje, o trabalho dos Engenheiros assume novas prioridades como é exemplo a sustentabilidade, a transição energética, a economia circular, fruto de outros desequilíbrios entretanto gerados, que se veem agravados com novas crises.

Sendo esta uma revista de Engenharia Civil, com o tema da reabilitação, queria partilhar convosco um aspeto que temos de valorizar da nossa profissão. O processo de reabilitação urbana é um grande exemplo de sustentabilidade e economia circular, quanto mais obedecer aos princípios da conservação do existente. Desde a sua génese.

Quanto à transição energética, a engenharia civil, enquanto especialidade que tem o conhecimento da física das construções, tem de minimizar a função dependente de fontes energéticas (como eletricidade, gás, por exemplo), e integrar-se com as restantes especialidades para encontrar novas soluções que reduzam o consumo energético, incluindo sempre que possível autoprodução de energia.

Mas para todos estes temas e para uma Engenharia que quer preparar a sociedade para o futuro, o ecossistema de conhecimento tem de reforçar o seu papel e vocacionar o seu stakeholder principal (o futuro Engenheiro) para as matérias novas e eruditas.

Hoje, não duvido que considerar a reabilitação urbana como um bom exemplo de economia circular foi um caminho natural e eventualmente ocasional. Mas quanto aos desafios de hoje não podemos confiar no acaso, temos de nos preparar para uma integração holística do processo construtivo que nos permita garantir com certeza que a construção será sustentável, que os edifícios e infraestruturas são uma parte viva do processo de transição energética, pelo meio ambiente e sobretudo pelo cidadão – foco último do trabalho do Engenheiro.

Arrisco a dizer que todos sabemos o caminho, mas ainda não sabemos bem como o fazer, mas vamos fazê-lo num único sentido e sem pensar em segundas oportunidades. ■

*"(...) todos sabemos o caminho, mas ainda não sabemos bem como o fazer, mas vamos fazê-lo num único sentido e sem pensar em segundas oportunidades"*

# As boas práticas da reabilitação estrutural na salvaguarda sustentável do património construído



**Alexandre A. Costa**

Professor Adjunto Convidado | DEC-ISEP

As cidades e locais mais remotos estão em profunda transformação, muito fruto da pressão turística e imobiliária, destacando-se o aumento da procura de edifícios nos centros históricos das cidades nos últimos 10 anos. Este aumento é facilmente observável ao analisar os alojamentos turísticos registados nas grandes cidades do Porto e Lisboa, existindo em 2019 14x mais alojamentos quando comparado com 2014 (fonte: Turismo de Portugal).

Contudo, com a pressão crescente do mercado imobiliário, a necessidade de reabilitar os edifícios de forma mais célere fomentando o mercado da reabilitação e indústria da construção e simultaneamente diminuir o impacto das novas exigências regulamentares, abriu portas ao Regime Excecional para a Reabilitação Urbana (RERU, D.L.

*"Em particular, não é conforme os critérios da conservação a remoção das estruturas interiores, mantendo-se apenas as fachadas"*

53/2014), abrindo exceções relativamente ao Regulamento Geral da Edificação e Urbanização (RGEU), na questão das acessibilidades, e especialidades de engenharia (como acústica, térmica, gás ou infraestruturas de telecomunicações). A existência deste regime de exceção conduziu a intervenções de reabilitação sem necessidades de melhoria das condições globais dos edifícios, com forte impacto na salvaguarda patrimonial ou melhoria do comportamento estrutural e sísmico.

Por outro lado, o aumento da procura de edifícios existentes não foi acompanhado pela procura de conhecimento na área da reabilitação, originado muitas intervenções onde o património construído não é respeitado nem salvaguardado com operações conhecidas por fachadismo (demolição de todo o interior do edifício, mantendo-se apenas as fachadas), contrariando claramente os princípios da intervenção em património como explanado nas cartas internacionais na área do património arquitetónico. Conforme apresentado na carta do ICOMOS – princípios para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitetónico (ICOMOS, 2003), os seus princípios identificam que "(...) O valor do património arquitetónico não está só na sua

aparência, mas também na integridade de todos os seus componentes, como produto único da tecnologia de construção específica do seu tempo. Em particular, não é conforme os critérios da conservação a remoção das estruturas interiores, mantendo-se apenas as fachadas". Este tipo de intervenções surge, por um lado, pela procura de otimização de investimentos do sector imobiliário, e por outro lado, devido à incapacidade das equipas técnicas de se integrarem com as pré-existências e conhecerem o objeto alvo de intervenção previamente a qualquer decisão. É fundamental a adaptação do programa a instalar, soluções técnicas e construtivas na operação de reabilitação, conseguindo-se desta forma potenciar a valorização da pré-existência, respeitando os seus valores e minimizando a intervenção e por consequência minimizando os custos de intervenção.

Esta inadaptação do mercado ao mundo da reabilitação (sim, deverá ser esta a leitura feita e não o inverso se pretendemos preservar o nosso património construído; ou seja, os edifícios já existem há muitos e longos anos e o mercado deveria reconhecer isso, adaptar-se a esses edifícios e destacar os seus valores) surge também pela falta de conhecimento e formação de técnicos, destacando-se a importância que a fase de inspeção e diagnóstico tem em qualquer operação numa pré-existência, identificando-se claramente os seus valores patrimoniais, debilidades estruturais e necessidades de intervenção face às novas exigências ocupacionais e estruturais. A capacitação de técnicos na área da reabilitação estrutural surge como uma prioridade natural para evitar a contínua perda de património devido a intervenções inadequadas, e o papel do ensino na área da reabilitação estrutural por parte do Departamento de Engenharia Civil do ISEP (DEC/ISEP) destaca-se com a oferta formativa da opção de Estruturas do Mestrado em Engenharia Civil, com as unidades curriculares de Inspeção e Reforço de

## *"A capacitação de técnicos na área da reabilitação estrutural surge como uma prioridade natural para evitar a contínua perda de património devido a intervenções inadequadas (...)"*

Estruturas, e Estruturas de Madeira e Alvenaria. Só aumentando as possibilidades de formação nesta área se mitigam as vulnerabilidades dos técnicos de engenharia que exercem funções no mundo profissional da reabilitação em fase de projeto, fiscalização ou direção de obra.

Essas vulnerabilidades são ainda mais identificáveis com a entrada em vigor da nova regulamentação que veio substituir o RERU, nomeadamente o D.L. 95/2019 (regime aplicável à reabilitação de edifícios ou frações autónomas), enquadrando os princípios e exigências a adaptar as intervenções de reabilitação em edifícios habitacionais ou predominantemente habitacionais, mas que identificam a obrigatoriedade de análise da vulnerabilidade sísmica das construções. A entrada em vigor deste D.L. originou a entrada em vigor dos Eurocódigos estruturais (despacho normativo n.º 21/2019) e a necessidade de realização de relatórios de vulnerabilidade sísmica das construções existentes (portaria n.º 302/2019). Se a oferta de técnicos qualificados na área das estruturas existentes já é escassa, na área da avaliação sísmica de estruturas existentes essa oferta é ainda mais diminuta novamente devido à inexistência de formação específica na área. Realça-se, por um lado, o esforço da Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES) juntamente com o Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas (NESDE) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), com

*"Cada vez mais, a sustentabilidade das intervenções deverá ter um peso maior nas soluções finais adotadas, e nesse ponto a importância da inspeção e diagnóstico estrutural é crucial."*

o desenvolvimento e publicação de métodos de análise simplificados para estruturas de betão e estruturas tradicionais de alvenaria. Estes métodos permitem a aplicação a muitos dos edifícios existentes habitacionais. Contudo e por outro lado, a dificuldade de compreensão dos fenómenos associados ao comportamento sísmico de estruturas existentes por parte da maioria dos engenheiros de estruturas (onde a avaliação de estruturas existentes não faz parte da oferta formativa corrente) deverá ser mitigado com os novos técnicos recém-formados e disponíveis para o mercado de trabalho. Novamente, o contributo é dado também com a oferta disponível na opção de Estruturas do Mestrado em Engenharia Civil do ISEP para colmatar essas debilidades, com conteúdos programáticos na área da Dinâmica de Estruturas e Engenharia Sísmica, Análise Estrutural Avançada e comportamento sísmico de estruturas de alvenaria (na unidade curricular de Estruturas de Madeira e Alvenaria).

Sem dúvida que os desafios na área dos edifícios existentes são inúmeros, quer pelo aumento da procura deste tipo de edifícios, aumento da exigência técnica para compreensão e diálogo com estruturas existentes, ou pelo impacto que as intervenções de reabilitação deverão ter na sociedade e no meio ambiente. Cada vez mais, a sustentabilidade das

intervenções deverá ter um peso maior nas soluções finais adotadas, e nesse ponto a importância da inspeção e diagnóstico estrutural é crucial. Se por um lado, permite soluções de intervenção minimalistas e compatíveis com as pré-existências a todos os níveis (histórico, material, químico, estrutural, entre outros), preservando os valores e a autenticidade do edifício, por outro lado minimiza drasticamente o impacto no ambiente e nas gerações futuras. Esta conclusão é demonstrada com o trabalho recentemente concluído por Silva (2020) no âmbito de um estágio curricular na empresa NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda. Neste estudo, foram comparadas soluções de reabilitação com base em ações de inspeção e diagnóstico estrutural face a intervenções de demolição de todo o interior e reconstrução com diferentes materiais (madeira maciça, madeira lamelada colada e solução de nova estrutura interior de betão armado). Como conclusões principais destaca-se, além da menor quantidade de resíduos de demolição (até 1/4 de redução) e menor quantidade de material introduzido no edifício partindo da fase de inspeção e diagnóstico, a enorme diminuição de impactos no meio ambiente através de análise de ciclo de vida. Numa comparação direta da emissão de gases associados ao efeito de estufa de uma solução de reabilitação com uma solução de reconstrução com estrutura de betão armado, a emissão de gases de CO<sub>2</sub> numa solução de reabilitação é 15% do valor associado a uma reconstrução, demonstrando a enorme potencialidade da diminuição do impacto no ambiente através de intervenções adequadas de reabilitação.

Estas conclusões permitem fundamentar, sem qualquer dúvida, e reforçar ainda mais, a importância das boas práticas de intervenção em construções existentes, na preservação e salvaguarda do património construído e meio ambiente. ■

# Intervenção em edifício na Rua Vitor Cordon, Lisboa

João Leite Garcia | Teixeira Trigo Lda.

João Carvalho | Teixeira Trigo Lda.

Apresenta-se em seguida a intervenção estrutural realizada num edifício da Rua Vitor Cordon, em Lisboa, para a instalação do condomínio “Duques de Bragança Premium Apartments”.

O edifício tinha uma área bruta inicial de cerca de 3.300 m<sup>2</sup> e existia sobre estruturas do antigo edifício do tesouro da Casa de Bragança.

A intervenção compreendeu a ampliação para cerca de 5.100 m<sup>2</sup>, a manutenção das fachadas pombalinas, de parte das abóbadas pré-pombalinas, a introdução de 5 níveis em cave e a renovação da estrutura existente com novos elementos de betão armado e metálicos.

## Estrutura pré-existente

Tratava-se de um edifício de tipologia estrutural original do tipo pombalino tardio, muito alterada, incluindo, no teto do piso inferior parcialmente em cave, abóbadas de alvenaria de tijolo anteriores ao terramoto de 1755. Sobre as abóbadas desenvolviam-se os quatro pisos elevados sendo o último em mansarda, aproveitando o desvão do telhado.

A estrutura existente era constituída pelo remanescente esventrado da estrutura original pombalina, muito fragilizada e relativamente envelhecida devido à idade e à falta de conservação do edifício e pelas próteses estruturais resultantes de intervenções pontuais e sem critério realizadas ao longo dos anos, tudo apoiado sobre as abóbadas do edifício do tesouro da Casa de Bragança.

## Intervenção estrutural

### Demolição parcial e contenção de fachadas

A intervenção iniciou-se pela demolição parcial do interior acompanhado e faseado com a redução da espessura das fachadas, acima do nível de abóbadas e pela execução de uma estrutura metálica provisória de contenção das fachadas (fig. 1).

A referida redução da espessura da fachada, pelo interior, foi realizada através do corte com cabo adiantado seguido da projeção de uma lâmina de betão armado com 0,05 m de espessura e da montagem das estruturas de travamento das fachadas.

### Suspensão da fachada poente

O programa previa a preservação de grande parte das abóbadas existentes no piso inferior.

Por este motivo as caves localizam-se apenas na zona poente do edifício, sob a fachada e logradouro poente do edifício.



Figura 1 – Estrutura de contenção de fachadas interior.

A escavação obrigou assim à suspensão da fachada poente. Foram executadas microestacas ao longo das duas faces da fachada. Sobre estas executaram-se duas vigas de betão armado. Foi aplicado pré-esforço perpendicular às vigas de modo a mobilizar o atrito entre o betão e a alvenaria e transmitir o peso da fachada para as novas fundações provisórias (fig. 2).

### Escavação e contenção

A escavação foi realizada ao abrigo de uma contenção corrente do tipo "Berlim" de betão armado apoiado em microestacas.

A contenção a sul desenvolve-se à distância, em planta, variável entre os 3,6 m e os 4,8 m, do tardo dos edifícios da Rua do Ferragial. Esta rua situa-se cerca de 20 m abaixo do pátio poente do edifício. O local onde acontece este desnível corresponde ao



Figura 2 – Estrutura de suspensão da fachada poente e estrutura de contenção periférica.

posicionamento espetável da Muralha Fernandina. Este facto conduziu a que ao longo dessa frente da contenção não fossem utilizadas ancoragens, mas sim escoramentos, por meio de treliças metálicas, travados às paredes de contenção laterais. As restantes paredes de contenção tiveram ancoragens provisórias (fig. 2 e 3).

À medida que a escavação decorria foram sendo instalados travamentos, nas microestacas de suporte da parede poente formando-se torres no interior da zona escavada.

A altura máxima de escavação foi de cerca de 14,5 m, correspondente à zona técnica onde se localizam os depósitos de incêndio sob as caves de estacionamento. A altura da parede de contenção na periferia da cave foi de aproximadamente 11,5 m.

### Consolidação da encosta

A execução das caves foi iniciada com a execução de estacas para a sustentação do muro de Berlim e da fachada poente. Durante a execução de três das microestacas do muro sul foi detetado um vazio no

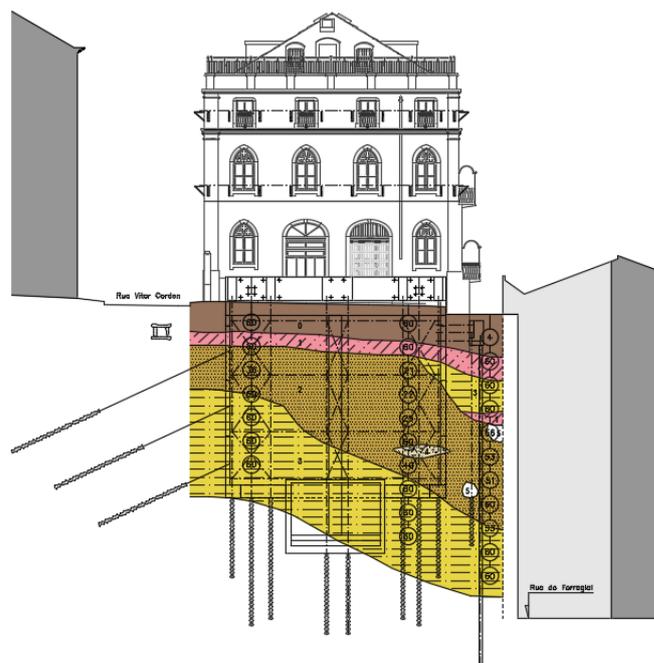


Figura 3 – Alçado Poente incluindo as camadas geológicas detetadas. Legenda: 0 – Aterro, 1 – Grés Calcário, 2 – Arenito de grão fino, 3 – Grés amarelado, 4 – Calcário, 5 – Vazios.



Figura 4 – Vista de obra.



Figura 5 – Abobadas recuperadas do piso 0.

subsolo a 10 m de profundidade. Devido à disposição das micro estacas admitiu-se que essa loca teria, pelo menos, 7 m de comprimento por 1,5 m de altura. A largura seria certamente mais reduzida. Foram então executadas sondagem geotécnicas adicionais nesta zona, acompanhadas de nova campanha arqueológica que revelaram uma grande heterogeneidade do subsolo. Confirmou-se que o edifício está fundado sobre uma bancada de calcarenito de espessura mínima da ordem de 1,5 m. Para além da loca, sob a bancada de calcarenito, detetaram-se novos vazios (Figura 3). Foram ainda identificados aterros com resistência mecânica extremamente baixa, intercalados com solos naturais de maior ou menor resistência mecânica e em dois casos, a 3,5 m e a 12,5 m de profundidade, aparentemente estruturas de alvenaria. Em dois dos furos de sondagem realizaram-se filmagens para análise visual e verificou-se que os vazios não correspondiam a estruturas realizadas pelo homem. Na sequência destes resultados foi definida uma intervenção para reforço do subsolo no tardo do edifício na proximidade da fachada Sul através da execução de “mini-estacas”. Estas servem de fundação definitiva à fachada Sul do edifício e consolidam os níveis de terreno atravessados garantindo que as

bancadas de calcarenito ficam apoiadas sobre elementos rígidos e não sobre os aterros. Para a ligação entre os calcarenitos e a parede de contenção foram adotadas pregagens curtas ao longo do primeiro nível painéis da contenção adjacentes à fachada Sul. Devido à proximidade do desnível do tardo dos edifícios da Rua do Ferragial as “mini-estacas” têm comprimento da ordem dos 22 m para garantir que a fundação se situa abaixo da cota do pavimento térreo destes edifícios.

### **Estrutura do edifício**

A estrutura definitiva do edifício é uma estrutura mista com a associação de elementos metálicos, de elementos de betão armado e das alvenarias de pedra e tijolo das abóbadas e fachadas (Figuras 5 e 6). Os pavimentos elevados são constituídos por lajes mistas com chapa colaborante e por uma grelha de perfis metálicos. Nas caves os pavimentos são constituídos por lajes maciças de betão armado. A cobertura é formada por uma estrutura metálica que serve de apoio a painéis ligeiros que suportam os revestimentos. Os elementos verticais são constituídos por dois alinhamentos longitudinais de pilares metálicos, pelas paredes de fachada reforçadas com a já referida

lâmina de betão armado e ainda por paredes de betão armado correspondentes aos dois núcleos de elevadores e a duas paredes transversais destinadas a compensar a excentricidade em planta destes núcleos. Os pilares metálicos dos dois alinhamentos interiores apoiam sobre as abóbadas por intermédio de uma laje de transição de betão armado. As abóbadas e as paredes inferiores que as suportam mantêm a função estrutural. Após a aplicação de reboco armado no extradorso das abóbadas foi executado um enchimento leve. Sobre este enchimento foi executada a laje de transição para suporte dos pilares metálicos.

## Conclusões

Tratou-se de uma intervenção de grande complexidade devido ao programa de ocupação ambicioso, à geologia do local, às características construtivas do edifício e ao seu elevado valor patrimonial e histórico com diversos elementos que era necessário preservar.

O projeto incluiu a definição dos faseamentos a adotar em obra e a compatibilização dos trabalhos dos diversos projetos que se revelaram essenciais para a realização da obra. Foi implementado um plano de observação com a instalação de alvos topográficos, réguas de nivelamento e inclinómetros. Esta instrumentação permitiu o conhecimento e acompanhamento da evolução dos deslocamentos nos elementos da construção a manter e também nos edifícios vizinhos.

No decurso da obra houve a necessidade de ajustes pontuais, mas verificou-se na generalidade a adequabilidade das soluções de projeto e faseamentos propostos. ■

## Ficha técnica

Promotor, Arquitetura e Fiscalização: Coporgest S. A.;

Fundações e estruturas: Teixeira Trigo Lda.

Consultor de Geotecnia: Consulgeo, Consultores de Geotecnia Lda.

Restantes especialidades: P2S - Project, S.A

Construtor: Construtora Udra Lda.



Figura 6 – Fachadas do edifício após a obra.

# A reabilitação em estações de tratamento de águas residuais

**José Cardoso**

Engenheiro Civil | Noraqua - Consultores de Engenharia, Lda.

## As estações de tratamento de águas residuais

As estações de tratamento de águas residuais (ETAR) englobam uma fileira de operações e processos unitários de tratamento destinados a remover as substâncias poluentes e também, nalguns casos, microrganismos patogénicos presentes nas águas residuais, de modo a que, após tratamento, seja obtida uma qualidade compatível com a sua descarga no meio hídrico recetor. Esse conjunto de operações é a designada fase líquida do tratamento e é normalmente agrupado em pré-tratamento, tratamento primário, tratamento biológico e tratamento terciário, podendo este ser de desinfeção e de remoção nutrientes (azoto e fósforo).

O pré-tratamento, consiste, normalmente, nas operações de gradagem, remoção de areias e gorduras. Dependendo da dimensão das estações de tratamento, o pré-tratamento pode ser mais ou menos completo.

Após serem pré-tratadas, as águas residuais iniciam o processo de despoluição propriamente dito. Este processo pode iniciar-se no tratamento primário que engloba unicamente processos de separação físicos, de decantação, eventualmente físico-químicos, de decantação melhorada com uma coagulação e floculação, ou entrar diretamente no tratamento secundário, também designado de tratamento biológico. Os tratamentos primários possibilitam remover uma parte apreciável dos sólidos poluentes praticamente sem custos. São muito interessantes por

isso, mas, de uma forma geral, apenas as ETAR de maiores dimensões têm tratamento primário, pois, apesar de reduzir os custos de tratamento, obrigam a outras operações e processos de tratamento, complicando no geral o tratamento.

Os tratamentos secundários (biológicos) são quase exclusivamente aeróbios, ou seja, ocorrem na presença de oxigénio. Num sistema de lamas ativadas, que são os mais comuns em Portugal, as cargas poluentes são assimiladas por um conjunto de microrganismos para a sua síntese – as lamas ativadas. A clarificação do efluente final ocorre por separação destas lamas ativadas em decantadores secundários.

Findo o tratamento secundário, as águas residuais estão tratadas – limpas de cargas poluentes – podendo, na maioria dos casos, ser descarregadas no meio hídrico recetor sem que sejam desencadeados desequilíbrios ambientais. Meios recetores com fraca renovação das águas, como sejam lagos ou albufeiras, ou que reúnam um importante interesse socioeconómico, águas balneares por exemplo, pode haver necessidade de proceder à remoção de nutrientes que impeçam a eutrofização do meio, ou de proceder à desinfeção do efluente tratado, recorrendo normalmente à radiação UV.

Numa abordagem mais atual de economia circular, as ETAR são encaradas como fábricas que produzem um recurso – as águas residuais tratadas. São as “Fábricas de Água”. Os objetivos de qualidade para o efluente tratado a reutilizar podem ser mais ou menos

apertados, quer em termos de cargas poluentes como em termos de microrganismos e até vírus, dependendo da utilização que venham a ter, implicando uma série de processos de tratamento acrescida aos processos de tratamento primário, secundários e terciários, atrás referidos.

A fase líquida do tratamento separa as substâncias poluentes das águas residuais. A designada fase sólida do tratamento trata essa parte poluente. As primeiras operações da fase sólida do tratamento têm como principal objetivo o de reduzir o volume de lamas, espessando-as de modo a diminuir uma quantidade apreciável de água. Caso as lamas tenham já sido estabilizadas na fase líquida do tratamento, no tratamento biológico, as lamas espessadas poderão ser sujeitas apenas a um novo processo de redução de volume, este mais agressivo, denominado de desidratação de lamas. No caso de as lamas serem muito putrescíveis – pouco estabilizadas – como são as lamas extraídas dos tratamentos primários ou de tratamentos biológicos de alta carga, há que considerar a sua estabilização, normalmente em digestores anaeróbios. Nas ETAR de maiores dimensões, esta digestão é aquecida (digestão anaeróbia Mesofílica ou Termofílica) e o gás metano produzido aproveitado para produzir energia elétrica. A energia elétrica produzida pode cobrir até cerca de 30 % das necessidades energéticas de uma ETAR, o que representa um importante benefício. Depois de estabilizadas, as lamas são então sujeitas a um processo de desidratação, tal como atrás referido. Por último, uma breve referência aos odores nas ETAR. Estes devem-se, desde logo, à ocorrência septicidade das águas residuais brutas afluentes, mas também ao armazenamento dos detritos resultantes do pré-tratamento e das lamas da fase sólida de tratamento que originam ambientes anaeróbios e levam à emissão de gases que dependendo da sua concentração podem ser até um risco para a saúde.

Além disso, são também muito corrosivos, sendo o principal agente o gás sulfídrico ( $H_2S$ ) que em ambiente aquoso, um ressoado por exemplo, se transforma em ácido sulfídrico em solução e sob a ação de bactérias anaeróbias formam ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). É pois normal encontrar, junto ao efluente bruto, num canal ou numa câmara por exemplo, superfícies emersas corroídas enquanto as superfícies imersas permanecem em bom estado. As etapas de pré-tratamento, tratamento primário e tratamento de lamas, principais responsáveis por emissões de maus cheiros em ETAR, são por isso, enumeras vezes, espaços confinados e os odores sujeitos a um processo de desodorização. Por serem espaços confinados, têm imperiosamente de ser ventilados, desde logo de modo a conferir condições de trabalho seguras aos operadores. Noutros casos, porém, onde não haja a possibilidade de permanência de operadores, a ventilação dos espaços impõe-se de modo a evitar a degradação de superfícies e equipamentos devido à corrosão.

## **O tratamento de águas residuais em Portugal**

O tratamento de águas residuais urbanas em Portugal é regulado pelo Decreto-Lei n.º 152/97, que transpõe a Diretiva 91/271/CEE do Conselho Europeu, que aprova as disposições aplicáveis à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio hídrico e identifica zonas sensíveis e zonas menos sensíveis. A sua aplicação conduziu a um elevado crescimento do nível de atendimento da população com o serviço de tratamento de águas residuais (Figura 1), que em 1994 era apenas de 31 % da população e em 2011 atingia já os 78 %, registando-se um crescimento mais significativo a partir de 1997, ano da publicação daquele decreto. Em 2015, a população do continente servida com drenagem de águas residuais quase

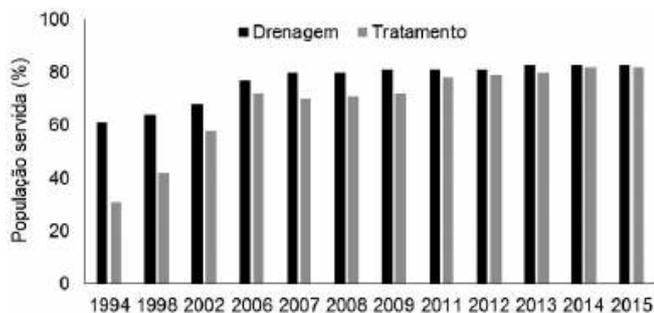


Figura 1 – Evolução do nível de cobertura do serviço de saneamento de AR em Portugal (1994-2015) (Adaptada de APA, 2015; ERSAR 2012 a 2015).

igual a população servida com tratamento, atingindo 83 % e 82 %, respetivamente (ERSAR).

## A reabilitação em estações de tratamento de águas residuais

O tema do tratamento de águas residuais é muito vasto e está em pujante evolução, não apenas pelo desenvolvimento de novas tecnologias mas também porque os desafios vão sendo também cada vez maiores, mais exigentes, e com as alterações climáticas ainda mais.

As estações de tratamento são muito diversas. Desde logo, os terrenos de implantação são diferentes, mas também as áreas e populações servidas, as redes de drenagem, com maior ou menor contribuição de águas de infiltrações e aflúncias pluviais, os requisitos de qualidade das descarga são diferentes, as envolventes próximas e os afastamentos às malhas urbanas, e até, sobretudo mais recentemente, o interesse em reutilizar o efluente tratado. Todas as ETAR têm uma história, algumas apenas de reabilitação para reposição as condições de funcionamento iniciais porque os ambientes particularmente agressivos e corrosivos levam a uma acelerada degradação de estruturas e equipamentos. Mas na grande maioria dos casos a reabilitação assume um sentido mais lato, de ampliação, de implementação com novas etapas e melhorias no tratamento para fazer face aos requisitos

de qualidade mais recentes, de atualizações com a implementação de tecnologias mais modernas, de conversão em Fábricas de Água, de sistemas de desodorização porque entretanto a malha urbana já se encontra mais próxima da ETAR, etc. As ETAR são verdadeiramente indústrias.

## Fábrica de Água de S. João da Talha

A Fábrica de Água de S. João da Talha está em funcionamento desde o ano de 1997, tendo passado a ser gerida pela Simtejo, S.A. em 2004. Em 2015 a Fábrica de Água (FA) passou a integrar a Águas de Lisboa e Vale do Tejo sob gestão da EPAL, S.A. e já em 2017 passou para a gestão da Águas do Tejo Atlântico.

Localizada na freguesia de S. João da Talha no município de Loures, tem uma capacidade de tratamento de cerca de 165 000

habitantes-equivalentes e assegura um nível de tratamento secundário às águas residuais tratadas para descarga no Estuário do Tejo.

A linha de tratamento consiste num sistema de lamas ativadas.

Quando a FA de S. João da Talha foi construída, o tratamento era iniciado numa elevação inicial por parafusos de Arquimedes, seguindo-se a gradagem, desarenamento e desengorduramento, equalização do efluente pré-tratado, decantação primária, e tratamento biológico – tanques de arejamento, decantadores secundário e recirculação de lamas. A fase sólida do tratamento compreendia o espessamento gravítico de lamas, a digestão anaeróbia das lamas com cogeração e a desidratação de lamas.

Em 2009 foram instalados o flotador para as lamas biológicas e as centrífugas de desidratação de lamas e procedeu-se ao confinamento e desodorização de algumas etapas de tratamento.

Em 2010 o tanque de homogeneização foi reconvertido em tanque de equalização de caudais, foi construído o terceiro decantador secundário e respetivas estações elevatórias de lamas e escumas associadas de modo a fazer face incremento de caudais afluentes e procedeu-se ao confinamento e desodorização da decantação primária.

Em 2014, procedeu-se à reparação do sistema de tratamento de biogás.

Em 2017 procedeu-se à remodelação dos quadros elétricos.

Em 2019, atendendo ao já longo ciclo de vida da instalação e ao seu elevado estado de degradação decorrente da exposição a elevadas concentrações de gás sulfídrico e outros compostos tóxicos provenientes dos efluentes industriais, procedeu-se à beneficiação da FA. Ao nível da construção civil procedeu-se à reabilitação da cobertura da elevação inicial, do dearenamento e desengorduramento e do tanque de equalização e reabilitaram-se o espessador gravítico, as câmaras de alimentação dos digestores anaeróbios, o tanque de lamas digeridas e o circuito de escorrências. Para além de outras pequenas beneficiações foram também construídos novos balneários.

As reabilitações em paredes devem-se à exposição a elevadas concentrações de gás sulfídrico. Onde estas são elevada, como sejam, a elevação inicial, a desarenação e desengorduramento e a homogeneização, foram considerados os seguintes trabalhos:

1. Preparação das superfícies com recurso a hidrodecapagem a jato de água de alta pressão (até 2500 bar) e picagem das superfícies com martelo pneumático até 5 kg;
2. Aplicação de passivador alcalino de proteção de armaduras;
3. Execução de teste de carbonatação de superfície e hidrodecapagem até reação a pH básico;

4. Descontaminação da superfície do betão;
5. Reperfilamento com 1 a 4 cm de espessura com argamassas de reparação;
6. Aplicação revestimento de argamassa comentícia de alta resistência à abrasão, aberta à difusão de vapor de água e resistente a ambientes ácidos e com elevadas concentrações de H<sub>2</sub>S, habitualmente, em zona emersas.

Em locais onde a exposição a concentrações de gás sulfídrico é muito elevada, como no espessamento de lamas, caixas de lamas a digerir e tanque de lamas digeridas, foram considerados os trabalhos de reparação de betão conforme pontos 1 a 4 descritos no caso anterior e, na continuação, os seguintes trabalhos:

1. Reposição de armadura com perda de secção;
2. Revestimento em PEAD, com placas de 3 mm de espessura e grampeamentos plásticos;
3. Execução de remates por soldadura de PEAD de ligação entre revestimento, fixações de equipamentos e tubagens e aplicação de perfil/fio de cobre ou tira metálica de alumínio em todas as áreas a soldar;
4. Execução de cofragem adequada e aplicação de argamassas para ligação de revestimento de PEAD ao betão existente;
5. Realização de ensaios por descargas elétricas para verificação de estanquidade de soldadura, por exposição de arco elétrico.

Nas faces onde a aplicação de revestimento em PEAD não foi possível, foi considerada aplicação de primário de aderência seguido de revestimento com mistura bicomponente resistente a ambientes ácidos e com elevadas concentrações de H<sub>2</sub>S.

No circuito de escorrências, procedeu-se à substituição das caixas de visita por outras, pré-fabricadas, em polipropileno.

Nos tanques de desarenamento e desengorduramento, a nova cobertura passou a consistir numa estrutura em alumínio.

Ao nível dos equipamentos eletromecânicos e processo de tratamento, foi considerada a instalação de novos parafusos de Arquimedes na elevação inicial, novos sistemas de preparação e doseamento de cloreto férrico, polieletrólito e coagulante orgânico, novos grupos de bombagem das lamas em excesso, novas pontes raspadoras no espessador gravítico, novos grupos de lamas espessadas, novo sistema de purga

de condensados do biogás, um parafuso transportador das lamas desidratadas e um sistema de limpeza de caleiras.

Foi também considerada a instalação da nova instrumentação como medidores de caudal, de turvação, de sólidos em lamas e de pressão. A FA foi também intervencionada ao nível das instalações elétricas, automação e sistema de supervisão. ■

# REVIVIS

REABILITAÇÃO, RESTAURO E CONSTRUÇÃO, LDA

[www.revivis.eu](http://www.revivis.eu)

[www.linkedin.com/company/revivis-reabilitação-restauro-e-construção](https://www.linkedin.com/company/revivis-reabilitação-restauro-e-construção)

[geral@revivis.eu](mailto:geral@revivis.eu)

“Revivis”, do Latim “Voltar à vida” foi a designação conseguida para esta empresa que tem nos seus quadros e parceiros a experiência acumulada de muitos anos nas diversas vertentes da Reabilitação, da Conservação/Restauro e da Construção Civil na generalidade.

Intervir para dar uma nova vida. Reabilitar edifícios, restaurar peças de arte arquitetónicas e construir de raiz.



Igreja de Santa Clara, Porto -  
Reabilitação, Conservação e Restauro



Nova Adega da Quinta do Ameal,  
Ponte de Lima - Reabilitação e  
Construção de Raiz



Castelo de Ourém, Ourém -  
Reabilitação, Conservação e Restauro



Quinta do Outeiro, Ponte da Barca -  
Reabilitação e Construção de Raiz



Igreja Matriz de Loulé, Loulé -  
Reabilitação, Conservação e Restauro



Palacete Monte da Luz, Porto -  
Reabilitação, Conservação e Restauro  
e Construção de Raiz

# Tendências de utilização de materiais betuminosos sustentáveis em pavimentos de infraestruturas de transporte rodoviário

**Silvino Dias Capitão**

Professor Coordenador | IPC-ISEC

## Enquadramento

As redes de infraestruturas de transporte rodoviário são cruciais para o funcionamento da economia e para a mobilidade dos cidadãos num determinado território. Após a construção das infraestruturas, decorre um longo período da sua vida - o período de uso - no qual são necessários sucessivos investimentos para que o estado de conservação da infraestrutura, e também os custos para os seus utilizadores, se mantenham em níveis adequados. Quando a qualidade do pavimento se degrada muito por ausência de conservação adequada, os custos para os utentes podem aumentar consideravelmente, podendo atingir valores superiores aos de construção da infraestrutura em vias muito utilizadas. Além disso, as ações de conservação ou de reabilitação necessárias serão nessas circunstâncias muito mais caras.

Apesar das necessidades de mobilidade de pessoas e mercadorias exigirem pavimentos rodoviários com características adequadas, sabe-se que as ações de construção e conservação de infraestruturas de transporte rodoviário originam emissões atmosféricas e impactes ambientais. Além disso, assiste-se a uma perceção crescente dos cidadãos e dos poderes políticos para as questões da sustentabilidade, nas

suas diferentes dimensões, económica, social e ambiental. Estas circunstâncias exigem que a sociedade encontre soluções mais sustentáveis para as suas tecnologias de construção e conservação de pavimentos rodoviários, ou seja, que utilize soluções que respondam às necessidades do presente sem comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras.

Portugal, e muitos países europeus, privilegiam o modo rodoviário para o transporte de mercadorias. Além das emissões resultantes do uso de combustíveis fósseis que essas práticas acarretam, os veículos pesados solicitam os pavimentos de forma repetida e com cargas de elevada magnitude, o que exige estruturas de pavimentos com espessuras consideráveis de camadas betuminosas, formadas por agregados britados e betume asfáltico. Acresce que estes materiais são não renováveis e envolvem um elevado consumo de energia na sua produção. Apresenta-se uma breve reflexão sobre as tendências atuais consideradas na conceção de materiais betuminosos para pavimentação rodoviária, de forma a responder melhor aos desafios da construção sustentável. Indicam-se as hiperligações para alguns trabalhos, com a participação do autor, que se

mencionam como sugestão para o leitor aprofundar o seu conhecimento relativo às tendências referidas.

### **Estratégias Escolhidas**

Uma das estratégias para obter soluções mais sustentáveis tem-se orientado para a aplicação dos princípios da economia circular, visando a redução da exploração de matérias-primas não renováveis, a reutilização e reciclagem de materiais anteriormente utilizados, o que permite, por um lado, valorizar a energia consumida no anterior ciclo de vida desses materiais e, por outro lado, reduzir consideravelmente o volume de materiais com deposição ambiental incorreta (por exemplo, aterro). Nestes processos podem ser utilizados materiais em fim de vida anteriormente aplicados em pavimentos rodoviários ou incorporar resíduos de outras indústrias como matérias-primas (simbioses industriais).

Uma outra estratégia seguida é a redução do consumo de energia nos processos de fabrico de misturas betuminosas. Habitualmente, o processo de produção é realizado a quente porque o ligante – o betume asfáltico – é sólido à temperatura ambiente, sendo necessário aquecê-lo para reduzir a sua viscosidade e,

assim, obter um produto suficientemente líquido para que possa envolver e ligar as partículas de rocha britada que constituem os agregados. Além disso, é necessário aquecer grandes quantidades de agregados (cerca de 95% da massa das misturas betuminosas tradicionais), para que a trabalhabilidade das misturas se mantenha adequada durante o fabrico, o espalhamento e a compactação no pavimento. As soluções com mais baixo consumo de energia utilizam betume na forma de emulsões betuminosas que garantem baixa viscosidade à temperatura ambiente (misturas betuminosas a frio). No entanto, estas soluções ainda não permitem propriedades mecânicas suficientes para resistir a tráfego pesado intenso, pelo que têm sido utilizadas apenas em pavimentos menos solicitados. Apesar disso, a investigação sobre materiais de pavimentação permitiu encontrar soluções de temperatura intermédia (cerca de 30°C a 40°C abaixo das MBQ – misturas a quente), as misturas betuminosas temperadas (WMA: warm-mix asphalt, em inglês), que garantem um bom compromisso entre a redução do consumo de energia (e das correspondentes emissões atmosféricas) e o desempenho mecânico [1].



Figura 1 – Reativação do ligante com OAU.



Figura 2 – Polietileno de baixa densidade dos resíduos sólidos urbanos.



Figura 3 – ASIC: escórias de aciaria.

### **Algumas Soluções de Misturas Betuminosas com Subprodutos e/ou Tecnologias de WMA**

Os subprodutos e/ou resíduos podem ser incorporados como substitutos de agregado [2] ou como agentes modificadores do betume. No primeiro grupo, podem apontar-se os RCD – resíduos de construção e demolição, as escórias de aciaria (Figura 3) (ASIC: agregado siderúrgico inerte para a construção) [3] e também o granulado de borracha de pneus em fim de vida (GBPFV) com dimensões de até cerca de 2 mm (Figura 4). São exemplos do segundo grupo de produtos o óleo alimentar usado (Figura 1) [4], o GBPFV com dimensões até 0,8 mm [5,6], e os plásticos dos resíduos sólidos urbanos (Figura 2) [7]. No caso da incorporação de misturas betuminosas recuperadas (MBR) [8,9], o subproduto resulta da fresagem de camadas betuminosas em fim de vida, contribuindo para substituir parte dos agregados e parte do betume na mistura betuminosa final. A incorporação de granulado de borracha e resíduos de plástico proporciona a interação entre estes e o betume, ocorrendo um mecanismo de alteração das propriedades do ligante, melhorando a sua reologia.

Isso acontece porque a borracha e o plástico absorvem componentes leves do betume base. O óleo alimentar usado é incorporado como rejuvenescedor do betume envelhecido das MBR, repondo algumas frações leves do ligante eliminadas durante o anterior ciclo de vida, permitindo melhorar o comportamento mecânico da MBR.

As tecnologias de WMA para reduzir as temperaturas de produção e manuseio das misturas podem ser classificadas em três grupos principais: adição de ceras orgânicas para reduzir a viscosidade do betume, originando melhor trabalhabilidade a temperaturas mais baixas que as MBQ; uso de aditivos químicos para promover a adesividade entre o ligante e reduzir o atrito na interface agregado-betume, melhorando o envolvimento dos constituintes; introdução de água no processo de produção em condições específicas, para produzir espuma de betume, melhorando a trabalhabilidade durante o fabrico. É possível associar técnicas de WMA com a incorporação de subprodutos, obtendo-se vantagens técnicas, ambientais e económicas com algum significado.

A valorização dos subprodutos referidos e a produção de misturas betuminosas temperadas (WMA) pode fazer-se sem necessidade de grandes investimentos na adaptação das centrais de produção existentes. O custo final pode ser semelhante, ou inferior, ao das misturas tradicionais, sem colocar em causa o desempenho das camadas de pavimento.

A adequação de todas as soluções a casos concretos depende da ponderação entre custos, durabilidade, características técnicas obtidas e impactes ambientais resultantes da solução. Complementarmente, com a melhoria das capacidades de análise do ciclo de vida dos produtos, começa a dispor-se de ferramentas mais fiáveis para apoiar os decisores sobre as soluções a seleccionar. ■



Figura 4 – Vista do pavimento da EN370 próximo de Avis, com mistura betuminosa com borracha, após 5 anos de construção.

## Referências

- [1] S.D. Capitão, L.G. Picado-Santos, F. Martinho, Pavement engineering materials: Review on the use of warm-mix asphalt, *Construction and Building Materials*, Volume 36, 2012, Pages 1016-1024, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.06.038>.
- [2] Martinho, F.C.G.; Picado-Santos, L.G.; Capitão, S.D. Feasibility Assessment of the Use of Recycled Aggregates for Asphalt Mixtures. *Sustainability* 2018, 10, 1737. <https://doi.org/10.3390/su10061737>.
- [3] F. C. G. Martinho, L.G. Picado-Santos, S.D. Capitão, Influence of recycled concrete and steel slag aggregates on warm-mix asphalt properties, *Construction and Building Materials*, Volume 185, 2018, Pages 684-696, ISSN 0950-0618. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.041>.
- [4] Rodrigues, C.; Capitão, S.; Picado-Santos, L.; Almeida, A. Full Recycling of Asphalt Concrete with Waste Cooking Oil as Rejuvenator and LDPE from Urban Waste as Binder Modifier. *Sustainability* 2020, 12, 8222. <https://doi.org/10.3390/su12198222>
- [5] Luis G. Picado-Santos, Silvino D. Capitão, Jose M.C. Neves, Crumb rubber asphalt mixtures: A literature review, *Construction and Building Materials*, Volume 247, 2020, 118577, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118577>.
- [6] Luis G. Picado-Santos, Silvino D. Capitão, J.L. Feiteira Dias, Crumb rubber asphalt mixtures by dry process: Assessment after eight years of use on a low/medium trafficked pavement, *Construction and Building Materials*, Volume 215, 2019, Pages 9-21, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.129>.
- [7] Arminda Almeida, Silvino Capitão, Rita Bandeira, Mariana Fonseca, Luís Picado-Santos, Performance of AC mixtures containing flakes of LDPE plastic film collected from urban waste considering ageing, *Construction and Building Materials*, Volume 232, 2020, 117253, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117253>.
- [8] F.C.G. Martinho, L.G. Picado-Santos, S.D. Capitão, Mechanical properties of warm-mix asphalt concrete containing different additives and recycled asphalt as constituents applied in real production conditions, *Construction and Building Materials*, Volume 131, 2017, Pages 78-89, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.051>.
- [9] Picado-Santos, L., Baptista, A., Capitão, S., Assessment of the Use of Hot Mix Recycled Asphalt Concrete in Plant, *ASCE - Journal of Transportation Engineering*, Vol. 136 – No 12, pp. 1159-1164, 2010. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000190](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000190)

# GECORPA: Uma associação de profissionais que exercem atividade na reabilitação do edificado e na conservação do património

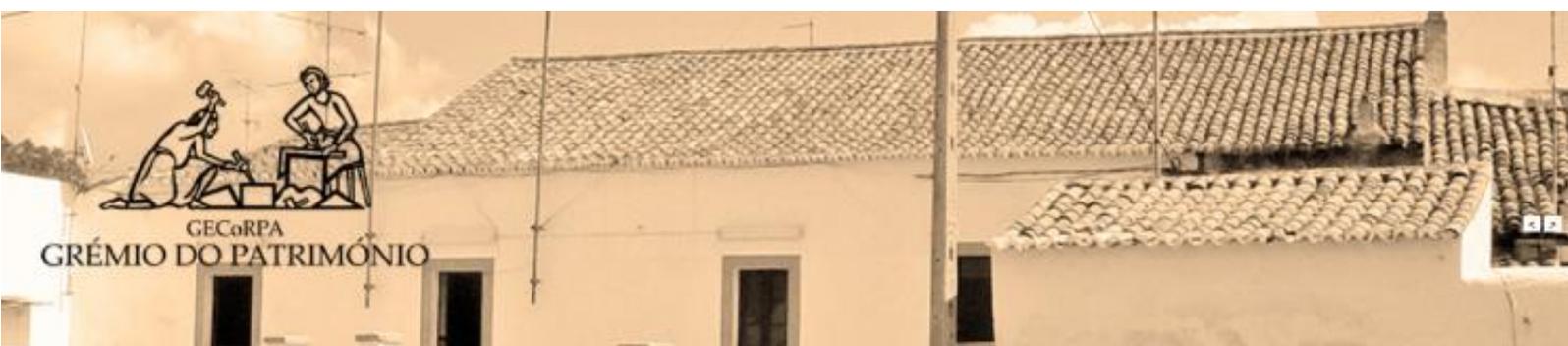
**Inês Flores-Colen, Filipe Ferreira e José Borges** | Direção do GECORPA (2021-2023)

O GECORPA - Grémio do Património é uma associação de profissionais que exercem atividade na reabilitação do edificado e na conservação do Património, abrangendo projeto, intervenção, materiais, serviços especializados, formação e investigação. São objetivos principais do GECORPA:

1. Promover a reabilitação, a conservação e o restauro do património cultural imóvel como alternativa à construção nova, concorrendo, deste modo, para o desenvolvimento sustentável do país;
2. Zelar pela qualidade das intervenções de reabilitação do edificado e do património, através da divulgação das boas práticas e da formação especializada, com a qualificação dos profissionais;
3. Contribuir para a melhoria do ordenamento do território e da paisagem, bem como da regulação das competências no setor da construção e para a mudança do seu papel na economia e na sociedade.

Cabe à sociedade civil e às associações como o GECORPA, o papel fundamental de procurar sensibilizar os decisores, os investidores e os cidadãos sobre as melhores estratégias para salvaguardar o património, a curto e médio prazo, reforçando a importância das boas práticas e a qualificação adequada de todos os intervenientes. É também importante a promoção da transferência de conhecimento (das abordagens tradicionais da "arte de bem fazer", mas também das inovadoras) aos profissionais, através da formação especializada e divulgação técnica, com a participação das universidades, centros de investigação, instituições do estado central e municípios.

Em 2021 o GECORPA deu apoio institucional a várias iniciativas. Destaca-se a Semana de Reabilitação Urbana em Lisboa e no Porto. No evento em Lisboa, participou na sessão: "Os desafios da Arquitetura Sustentável e do Património" e promoveu a sessão paralela "Intervenção no Património - desafios e casos práticos". Em novembro, promoveu o lançamento de um documento estratégico em duas sessões, Porto e Lisboa, intitulado "Conservação e Reabilitação do



Património. Estratégias e Potencialidades (2020-2030)”. Este documento, coordenado pelo engenheiro Vasco Peixoto de Freitas, teve o contributo de vários especialistas em património (Alice Tavares, Esmeralda Paupério, Filipe Ferreira, João Martins Jacinto, José Borges, Leonor Medeiros, Margarida Alçada, Manuel Aranha, Ricardo Gonçalves, Vasco Peixoto de Freitas e Vítor Córias). Este documento pretende refletir sobre o Património Construído e, sobretudo, propor um conjunto de recomendações e prioridades consideradas relevantes para os decisores que atuam na área da conservação e reabilitação do património edificado.

O GECORPA participou ativamente também no Fórum do Património 2021 em novembro, em Lisboa. Este evento propiciou a troca de ideias e a partilha de práticas e fomentou a reflexão sobre vários tópicos tais como: formas de envolvimento das comunidades com o património; a necessidade da sensibilização para a importância do património e do trabalho com os jovens e com as escolas; o uso de novas tecnologias; e as novas oportunidades para o património. Em dezembro o GECORPA, em conjunto com a FUNDEC, promoveu uma sessão online (FUNDEC Expert Talk) relacionada com a “Patologia das Madeiras e Técnicas de Reabilitação”, contabilizando 150 participantes. Há vinte e quatro anos que o GECORPA edita a revista Pedra & Cal enviada a mais de 10 000 destinatários do sector, divulgando boas práticas, e que está disponível gratuitamente no site <http://www.gecorpa.pt>. A

Direção agradece a participação de todos os associados, dá as boas vindas aos seis novos associados em 2021 e espera aumentar, ainda mais, o número de associados em 2022, ano em que celebra 25 anos! Para mais informações: [info@gecorpa.pt](mailto:info@gecorpa.pt).

A reflexão sobre o importante potencial da preservação do património e a nossa responsabilidade nessa defesa é cada vez mais necessária e crucial, numa altura em que existem crescentes exigências de sustentabilidade ambiental, social, cultural e económica. ■



GECORPA  
**GRÉMIO DO PATRIMÓNIO**  
Instituição de utilidade pública  
(despacho n.º 14926/2014 do D.R. 238/2014, 2.ª Série, de 2014-12-10)

**AJUDE A  
DEFENDER O  
PATRIMÓNIO  
DO PAÍS,  
AS FUTURAS  
GERAÇÕES  
AGRADECEM!**

O GECORPA  
Grémio do Património  
é uma associação de  
empresas e profissionais  
especializados na  
conexão, projeto e  
execução de intervenções  
na área da reabilitação  
do edificado e da  
conservação, restauro  
e reabilitação do  
património.

# CYPE

SOFTWARE PARA  
ARQUITETURA,  
ENGENHARIA E  
CONSTRUÇÃO

## CYPE v.2022



 **BIM**server.center  
It's what you do

Desenvolva os seus projetos de forma colaborativa num fluxo de trabalho Open BIM.

 **BIM**server.center  
**Education**  
Teaching digital transformation

Desenhado especificamente para a atividade docente.



[www.topinformatica.pt](http://www.topinformatica.pt)



SIGA-NOS:



 253 209 430

 [geral@topinformatica.pt](mailto:geral@topinformatica.pt)

 Braga / Lisboa

# A contribuição do gerador de preços CYPE para a reabilitação de edifícios

Paula Assis e Ricardo Ferreira | Top Informática, Lda, Braga

## Introdução

A conjuntura económica dos últimos anos levou à diminuição da construção de edifícios novos, por outro lado a premente necessidade de renovar o parque edificado levou a que a reabilitação se tornasse na grande aposta do sector da AEC. A reabilitação conduz à necessidade de realizar análises de custo/benefício. Para o efeito existem no mercado aplicações que permitem analisar e comparar o benefício de várias soluções de reabilitação. No que concerne aos preços, poder-se-á consultar o mercado, no entanto, esta é uma tarefa complexa e morosa, ou consultar o Gerador de Preços CYPE. Trata-se de uma ferramenta que fornece preços de construção de referência e é de utilização gratuita. O Gerador de Preços, lançado em 2002, hoje apresenta-nos, para além dos preços para reabilitação, um largo conjunto de informações desde as especificações técnicas até aos indicadores ambientais.

## Apresentação do gerador de preços

O Gerador de Preços é uma base de dados paramétrica e interativa que, atendendo aos materiais, equipamentos e processos construtivos selecionados, permite obter especificações técnicas de trabalhos, fichas de custo, instruções de utilização e manutenção, especificações técnicas para caderno de encargos, custos de manutenção decenal, resíduos gerados e indicadores ambientais para obras de reabilitação, requalificação ou reparação.

O seu sistema paramétrico contempla uma grande variedade de opções que influenciam o custo final da obra como tipologias de edifícios, opções geográficas, topográficas e económicas e, ainda, grau de intervenção, estado de conservação do edifício, dificuldade de execução dos trabalhos, presença de moradores, dificuldade de armazenamento de materiais e resíduos de construção demolição.

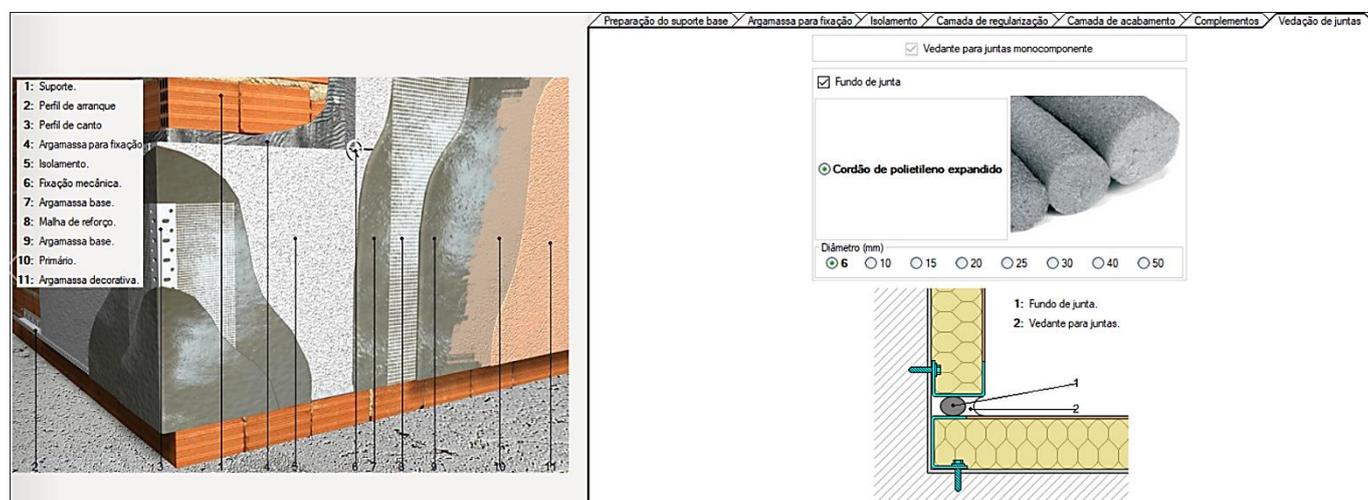


Figura 1 – Parâmetros de seleção de uma solução de revestimento exterior em ETICS.

Preço composto	Condições técnicas	Resíduos gerados	Indicadores de impacto ambiental	Segurança e saúde	
ZCB005	Ud	<b>Incorporação de sistema de captação solar térmica para instalação individual, sobre cobertura plana.</b>		3.080,29€	
Reabilitação energética de edifício através da incorporação de coletor solar térmico completo, dividido, para instalação individual, para colocação sobre cobertura plana, formado por: dois painéis de 2320x1930x90 mm em conjunto, superfície útil total 4,04 m², rendimento óptico 0,819 e coeficiente de perdas primário 4,227 W/m²K, segundo NP EN 12975-2; superfície absorvente e condutas de cobre; cobertura protectora de vidro de 4 mm de espessura; depósito de 300 l, com uma serpentina; grupo de bombagem individual com vaso de expansão de 18 l e vaso pre-expansão; central solar térmica programável; kit de montagem para dois painéis sobre cobertura plana; duplo tê sonda-purgador e purgador automático de ar. Inclui líquido de enchimento para coletor solar térmico.					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço unitário	Importância
mt38csg010bj	Ud	Coletor solar térmico completo, dividido, para instalação individual, para colocação sobre cobertura plana, formado por: dois painéis de 2320x1930x90 mm em conjunto, superfície útil total 4,04 m², rendimento óptico 0,819 e coeficiente de perdas primário 4,227 W/m²K, segundo NP EN 12975-2; superfície absorvente e condutas de cobre; cobertura protectora de vidro de 4 mm de espessura; depósito de 300 l, com uma serpentina; grupo de bombagem individual com vaso de expansão de 18 l e vaso pre-expansão; central solar térmica programável; kit de montagem para dois painéis sobre cobertura plana; duplo tê sonda-purgador e purgador automático de ar.	1,000	2.822,04	2.822,04
mt38csg100	l	Solução água-glicol para enchimento de coletor solar térmico, para uma temperatura de trabalho de -28°C a +200°C.	2,720	4,00	10,88
mo009	h	Oficial de 1ª instalador de colectores solares.	4,865	19,73	95,99
mo108	h	Ajudante de instalador de colectores solares.	4,865	18,70	90,98
	%	Custos directos complementares	2,000	3.019,89	60,40
Custo de manutenção decenal: 3.188,10€ nos primeiros 10 anos.				Total:	3.080,29

Figura 2 – Informação disponibilizada para uma solução de coletor solar térmico.

### Soluções de reabilitação

O Gerador de Preços apresenta as várias soluções de reabilitação organizadas de forma hierárquica com base num sistema de classificação próprio. Após selecionar a solução desejada, surgem os parâmetros que originam informação específica para consulta. Os parâmetros representam as principais variáveis da solução em análise, refletem as práticas habituais de trabalho e a regulamentação aplicável em Portugal, proporcionando assim uma fácil definição da solução de reabilitação. Em muitos casos surgem soluções comerciais, com produtos e sistemas de acordo com a

orientação do fabricante. Na parte inferior, organizada em vários separadores, surge a informação específica que resulta da seleção dos parâmetros.

Para inclusão em estimativas orçamentais é gerada uma descrição exaustiva da solução de reabilitação e o respetivo preço unitário, decomposto em materiais, equipamentos, mão de obra e outros recursos necessários. Podem ainda ser consultadas as condições técnicas da solução de reabilitação, para inclusão em cadernos de encargos, e fichas de segurança, para inclusão em planos de segurança e saúde. Outras informações, como os indicadores de

Preço composto	Condições técnicas	Resíduos gerados	Indicadores de impacto ambiental	Segurança e saúde
DQA040	m²	<b>Demolição completa de cobertura plana não acessível, com godo.</b>		19,78€
Demolição completa de cobertura plana não acessível, com camada de protecção de godo de 10 cm de espessura média; com martelo pneumático, sem afectar a estabilidade dos elementos constructivos contíguos, e carga manual para camião ou contentor. O preço inclui a demolição de todas as camadas que compõem a cobertura, incluindo a camada de formação de pendentes e a demolição dos sumidouros.				
Código LER	Tipo	Peso (kg)	Volume (l)	
01 04 08	Gravilhas e fragmentos de rocha não abrangidos em 01 04 07.	195,000	130,000	
17 01 01	Betão (betões, argamassas e pré-fabricados).	120,500	80,333	
17 01 02	Tijolos.	7,651	6,121	
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01.	4,000	4,000	
17 06 04	Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03.	1,600	2,667	
17 09 04	Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03.	0,350	0,233	
<b>Resíduos gerados:</b>		<b>329,101</b>	<b>223,354</b>	

Figura 3 – Informação disponibilizada para uma solução de demolição de cobertura plana.

impacte ambiental ou os resíduos gerados pela solução são também disponibilizadas.

### Conclusões

O Gerador de Preços CYPE é uma base de dados de preços e informação para reabilitação, encontra-se disponível gratuitamente para consulta em:

[www.geradordeprecos.info](http://www.geradordeprecos.info). Adicionalmente funciona como o núcleo de um conjunto de aplicações do software CYPE, para o projeto das várias especialidades de engenharia, permitindo obter automaticamente a estimativa orçamental e informação para o projeto de cada obra específica. ■



TPF - CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A.

# BUILDING THE WORLD, BETTER



<b>PROJETOS</b>	<b>GESTÃO E FISCALIZAÇÃO DE OBRAS</b>	<b>INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS BIM</b>
<a href="http://www.tpf.pt">www.tpf.pt</a>		

# Novas tecnologias Sika para reparação estruturas em betão

**Pedro Azevedo**

TMM Engineer Refurbishment | Sika Portugal

A Sika® desde 1910 apresenta soluções inovadoras ao mercado de construção civil. No contexto de soluções para a reparação e proteção, mais uma vez está na linha da frente da inovação para o mercado de reparação e proteção de betão.

As gamas Sika® Monotop®, SikaTop® e Sikagard®, desde sempre oferecem um conjunto de soluções, quando combinadas, contribuem para o aumento da vida útil das estruturas.

É fundamental perceber os principais objetivos da reparação de betão:

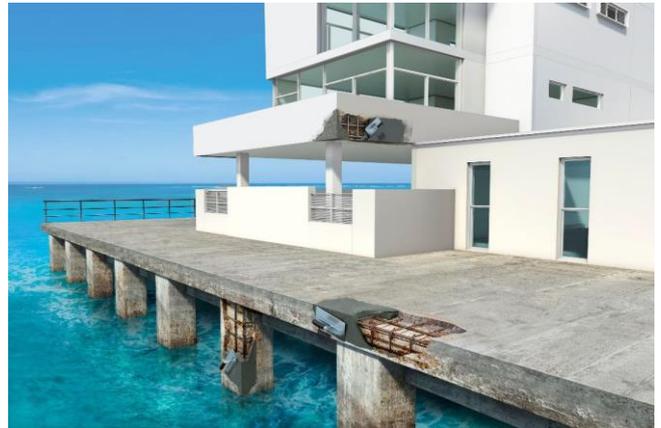
- Substituir o betão contaminado ou danificado
- Restaurar a integridade estrutural
- Restaurar a durabilidade
- Restaurar a aparência estética
- Restaurar a aparência geométrica

Para 2022, a Sika® apresenta ao mercado europeu, duas novas argamassas de reparação estrutural de betão, que combinam num só produto os requisitos da norma europeia EN 1504 para os produtos e sistemas para a proteção, reparação ou reforço de estruturas de betão.

## **Sika Monotop-3130 Ultra Rapid**

Entrada rápida ao serviço de estruturas e elementos de betão:

- Edifícios (varandas/fachadas)
- Estacionamentos
- Estruturas marinhas
- A infraestrutura
- Edifícios industriais (chaminés, fábricas, torres)



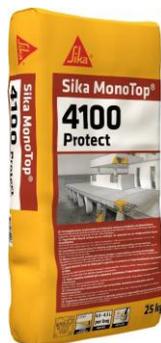
- Estruturas de retenção de água
- Subestruturas
- Lajes

## **Características / vantagens**

- Presa rápida, pode ser revestida em um curto período de tempo (após 2 horas a +20°C)
- Inclui inibidores de corrosão FerroGard®
- Acabamento de superfície liso para revestimento
- Boa resistência a sulfatos e carbonatação
- Fácil de aplicar
- Resistente a ciclos de congelamento-descongelamento
- Classe de resistência ao fogo A1
- Espessura da camada 5-70 mm
- Pronto para misturar com água

## **Certificados / normas**

- Cumpre os requisitos da EN 1504-3 – Produto de reparação estrutural de betão.
- Cumpre os requisitos da EN 1504-7 – Produto contra a corrosão das armaduras.



### Sika Monotop-4100 Protect

Repara, protege e impermeabiliza todos os tipos de estruturas e componentes de betão armado para:

- Edifícios
- Estruturas de engenharia civil
- Estruturas marinhas
- Barragens
- Reservatórios, ETARS, Canais e Tanques e de água

### Características / vantagens

- Espessura da camada 4-60 mm.
- Sulfato resistente
- Aplicação à mão e projeção (via húmida)
- Fácil de aplicar
- Retração compensada
- Não requer agente de aderência
- Baixa permeabilidade
- Classificação ao fogo A1
- Classe R4 segundo EN 1504-3

### Certificados / normas

- Cumpre os requisitos da EN 1504-2 - Sistemas de proteção de superfície de betão
- Cumpre os requisitos da EN 1504-3 - Produto de reparação de betão e para reparação estrutural
- Cumpre os requisitos da EN 1504-7 - Proteção contra corrosão da armadura

Para mais informações consulte em [prt.sika.com](http://prt.sika.com). ■



## Sikagard®-850 Clear

REVESTIMENTO INCOLOR PERMANENTE PARA A FÁCIL LIMPEZA DE GRAFFITIS E CARTAZES



SAIBA MAIS  
[SIKACONSIGO.PT](http://SIKACONSIGO.PT)

A CONSTRUIR CONFIANÇA



## Aconteceu...

Este é um espaço dedicado à divulgação de alguns dos eventos que ocorreram num passado recente. Não hesite em nos fazer chegar informação sobre as atividades em que participou ou de que teve conhecimento e que por algum motivo entende que são merecedoras de destaque.



Decorreu, no passado mês de novembro o Congresso Nacional Reabilitar & Betão Estrutural 2020, organizado pela Associação Portuguesa de Engenharia de Estruturas (APEE) e o Grupo Português de Betão Estrutural (GPBE). [+info](#)



Foi inaugurada, no passado dia 2 de fevereiro, a exposição "A representação de um lugar" que pode ser visitada no Museu do ISEP. Nesta exposição podem ser apreciados instrumentos adquiridos para o ensino da topografia, usados desde a segunda metade do séc. XIX [+info](#)



Decorreram no passado dia 12 de fevereiro as eleições para os órgãos nacionais, regionais e locais da Ordem dos Engenheiros. A elevada participação atesta a vitalidade e a importância da Ordem para o exercício da profissão. [+info](#)

## A seguir...

Esta é uma secção dedicada à divulgação de eventos a decorrer num futuro próximo. Não hesite em nos fazer chegar informação sobre os eventos que pretende promover, através do e-mail [dec@isep.ipp.pt](mailto:dec@isep.ipp.pt).



Nos dias 7 e 8 de Abril de 2022 terão lugar em Sines as 10as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária.

+info em <https://pianc.pt/10as-jornadas-portuguesas-de-engenharia-costeira-e-portuaria/>



De 6 a 8 de abril, a Semana da Reabilitação Urbana de Lisboa apresenta, no Lx Factory, um ciclo de conferências participadas por cerca de 120 oradores. A programação contempla também workshops e apresentações de empresas, envolvendo mais de 60 entidades.

+info em <https://iberinmo.com/register/ix-semana-da-reabilitacao-urbana-lisboa-2022>



Realiza-se no próximo dia 27 de abril, no Laboratório de Resistência de Materiais, o 7º Concurso de Pontes e Esparguete do Departamento de Engenharia Civil do ISEP. O objetivo do concurso é o de proporcionar aos

futuros Engenheiros uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares de Estática e Resistência de Materiais através do projeto e construção de um modelo de uma ponte de esparguete, à escala reduzida, que será ensaiada até à rotura, onde poderão verificar experimentalmente o comportamento da estrutura.

+info: [mfto@isep.ipp.pt](mailto:mfto@isep.ipp.pt)



A TEKTONICA é uma feira internacional do setor da construção que promove o encontro dos compradores profissionais e do público potencial comprador. A decorrer entre 12 e 15 de maio de 2022, serão quatro dias de exposição, oportunidades de negócio, apresentações comerciais, seminários e networking.

+info em <https://tektionica.fil.pt/>



O CongrEga 2022 constitui-se como o 1.º Congresso Nacional na Área da Engenharia e Gestão de Activos, e pretende contribuir para consolidar e sistematizar o corpo de conhecimento técnico e científico na Área da Engenharia e Gestão de Activos com uma abordagem transversal a todos os sectores de actividade.

Será no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, entre 26 e 27 de Maio.

+info em <https://congrega2022.isec.pt/index.php>



A 6ª Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira - MEC2022 - vai realizar-se no LNEC-Laboratório Nacional de Engenharia Civil, de 6 a 8 de junho de 2022. Este evento pretende ser um fórum de

apresentação de trabalhos de investigação relacionados com a morfodinâmica das zonas costeiras, e de discussão de ideias, conhecimento e informação sobre a zona costeira. A Comissão Organizadora convida os investigadores e gestores da zona costeira a participar neste evento e a submeter os seus trabalhos para apresentação oral ou em poster.

+info em <http://mec2022.lnec.pt>



As 6as Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas (JPEE2022) terão lugar no LNEC, de 9 a 11 de novembro. Trata-se de uma iniciativa que se desenvolve no domínio da engenharia de estruturas envolvendo três associações nacionais: a Associação Portuguesa de Engenharia de Estruturas (APEE), o Grupo Português de Betão Estrutural (GPBE) e a Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica (SPES).

+info em <http://jpee2022.lnec.pt/>

## E ainda...

- 6th International Conference on Maritime Technology and Engineering (MARTECH 2022). Lisboa, 24 a 26 Maio 2022. [+info](#)
- 7as Jornadas de Engenharia Hidrográfica / 2as Jornadas Luso-Espanholas de Hidrografia. Lisboa, 21 a 23 Junho de 2022. [+info](#)
- 4 th European Sustainable Phosphorus Conference (ESPC4) and 5 th Phosphorus in Europe Research Meeting (PERM5). 20 a 22 Junho 2022. [+info](#)
- X Simpósio sobre a Margem Ibérica Atlântica. Bilbao (Espanha) 7 a 9 Julho de 2022. [+info](#)
- XI Jornadas de Geomorfología Litoral. Galiza (Espanha) 27-29 Julho 2022. [+info](#)

