

76
cm

CONSTRUÇÃO MAGAZINE

REVISTA TÉCNICO-CIENTÍFICA ENGENHARIA CIVIL

ANOS 1976-2017 - Nº 76 - CONSTRUÇÃO MAGAZINE 2017 - CONSTRUÇÃO CIVIL - ENGENHARIA CIVIL - 2017



DOSSIER

Reabilitação e Construção em Aço

CONVERSAS

António Reis

SIMPÓSIO DE ACÚSTICA E VIBRAÇÕES 2017

3 DE FEVEREIRO | ITECONS - COIMBRA

www.acustica2017.uc.pt





TPB TOP
PORZELANIK
BARCELONA

A fusão entre bancada e fogão, numa superfície única.

Criatividade sem limites, projetos mais arrojados.

A mais recente revolução no conceito de cozinha já chegou a Portugal, com as superfícies cerâmicas de porcelana TPB Mini-tech, onde é possível cozinhar diretamente, sem recurso aos tradicionais fogões, graças aos indutores de calor invisíveis. A sua composição garante que o calor não se sente, mesmo após a utilização a altas temperaturas.

VER O VIDEO
DE APRESENTAÇÃO



RESISTENTE
A ALTAS TEMPERATURAS



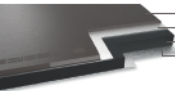
RESISTENTE
AS MANCHAS



100%
RECYCLADO



RESISTENTE
AO IMPACTO (EN 12542)



Superfície em porcelana
Capa de alumínio
Baqulite
Capa de alumínio

DIMENSÕES: 530 x 62 cm x 90 x 62 cm

REPRESENTANTE EXCLUSIVO EM PORTUGAL

FOREST STONE
A ESSÊNCIA DAS ROCHAS ORNAMENTAIS



T +351 282 902 549 . tpb@forest-stone.pt
www.forest-stone.pt

FICHA TÉCNICA

DIRETOR

Edson de Azeite

DIRETORA GERAL/TI/PA

Carla Santos Oliveira
carla.v@engenhariamagazine.pt

DESIGNERS CRIATIVOS

Paulo Bernardino [AR], Helena Barros e Sousa [AR],
Miguel Carriel [AR], Álvaro Costa [AR], Ana Teófilo [AR],
João Baptista [AR], José Luís Fernandes [AR],
Isabelita Floriano [AR], António Faria [AR], António Tavares [AR],
Amélia Rita, Carlos Correia [AR], Carlos Pinto [AR],
Carlos Pires [AR], Susana Rita Cortes [AR],
Daniel Dias da Costa [AR], César Caspary [AR],
Diogo Melo [AR], Gilio Duarte [AR], César Queiroz [AR], David,
Emmanuel Oliveira dos Neves [AR], Fernando Sousa [AR],
Fernando Mendes Sousa [AR], Fernando Mendes, Salvador [AR],
Fernando Sousa Santos [AR], Francisco Sousa Cordeiro [AR],
Francisco Xavier Faria [AR], Fátima Araújo [AR],
Helena Cruz [AR], Helena Brandão [AR], Helena Sousa [AR],
Tijlêlia de Sousa [AR], Tiago Garcia [AR], Humberto Henriques [AR],
Júlio Almeida [AR], João Mendes Pinheiro [AR],
João Francisco de Lima [AR], João Ricardo Cordeiro [AR],
Joaquim Gomes [AR], Joaquim Figueiras [AR],
Miguel Vitorino [AR], Jorge Afonso [AR],
Jorge Pinheiro e Sousa [AR], Jorge Garcia [AR],
Jorge de Brito [AR], José Aguiar [AR], José Ricardo Faria [AR],
José António Gonçalves [AR], José Soares [AR],
José Luís Dias de Matos, José Pedro Duarte [AR],
Julia Aguiar [AR], Lucas Cordeiro [AR],
Luís Aires [AR], Daniel [AR], João Salgado [AR],
Luís Cordeiro Henriques [AR], Luís Duarte Henriques [AR],
Luís Baptista [AR], Luís Bernardino [AR], Luís Jerónimo [AR],
Luís Lopes [AR], Luís Manuel Santos [AR],
Luís Pinheiro Santos [AR], Luís Simões de Sá [AR],
Mário Duarte, Teófilo de Sá [AR], Manuel [AR],
Miguel [AR], Miguel [AR], Manuel Pires [AR],
Mário de Fátima Sá [AR], Nuno Almeida [AR],
Paulo Garcia [AR], Paulo Cruz [AR], Paulo Francisco [AR],
Paulo Gonçalves [AR], Paulo M. Pinheiro [AR], Paulo,
Paulo Henrique Sá [AR], Paulo Francisco [AR],
Paulo Henrique [AR], Paulo, Daniel, Paulo V. da Silva [AR],
Pedro Luís Mendes de Sá [AR], Ricardo da Costa [AR],
Paulo Faria [AR], João João [AR], Sérgio Lopes [AR],
Teresa Velazquez Palmer [AR], Valério Lúcio [AR],
Vasco Tralhas [AR], Vitor Almeida [AR], Vitor Sousa [AR]

REDAÇÃO

Carla Sáez

carla.saez@engenhariamagazine.pt

MARKETING & PUBLICIDADE

Daniel Sousa

daniel.s@engenhariamagazine.pt

GRÁFICO

avulso

ADMINISTRAÇÃO

Tel. 21 238 80 23

www.engenhariamagazine.pt

REDAÇÃO & ASSOCIAÇÃO

Engenharia e Magia, Lda - Rua Fátima de Sá
Rua de Santos Passos, 440, 1.º, 1250-002 Lisboa
Tel. 212 048 622

mag@engenhariamagazine.pt

IMPRESSÃO

Unigraf Sustentável Printing

PREPAGADOR

Publicidade, Lda

www.publicidade.pt

PUBLICAÇÃO BIMESTRAL

Publicada em CRE n.º 123.700

TIRAGEM

6.300 exemplares

ISSN

1245 - 1787

DIREÇÃO GERAL

104 770 01

DPA

Foto: © Engenharia e Magia / Teófilo Faria



2 CONTEÚDO

4_26

OPERAÇÃO | RECONSTRUÇÃO E CONSTRUÇÃO EM AÇO

4_31

CONFERÊNCIA

André Pais

10_45

Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia – um projeto, várias histórias e muitos perfis

16_29

Ponto pedonal de 2ª Circular – umito solo a mente

22_26

Construção metálica em concreto Intermatcional – experiências no Oriente – mesas, colunas

27_31

Parque ferroviário com tabuleiro misto aço-betão – umito 1.º nível José Luís Aguiar Henriques

32_36

Viaduro ferroviário ao PK 36+670 na linha de Théria Tizi-Ouzou, Argélia – viaduro metálico

– Miguel Almeida

111_63

ESTUDO DE CASO

Reforço à fadiga de ponte metálica ferroviária com laminado CFRP pré-esforçado não aderente

– Paulo Simões e João Vieira

42

PROJETOS

Projeto de valorização, conservação e restauração das Termas Romanas de S. Pedro de Sul

64_68

DE VÃO ARCHITECTURAL

Componente de lajes fungiformes sujeitas a ações horizontais cíclicas

68_88

ALUMNARIA E CONSTRUÇÕES ARTESANAS

Perdees de tijolo feio à vista: uma solução para fachadas de edifícios

68_81

NOTÍCIAS

62_66

RELAÇOS

66

EVENTOS



2_EDITORIAL



EDUARDO JÚLIO
DIRECTOR



LUÍS CALADO
CO-EDITOR DA CHTS

A Construção Magazine tem tido, desde sempre, a preocupação de trazer ao conhecimento dos seus leitores os temas mais relevantes da actualidade. Não raras vezes, de ouvirmos produtos e métodos inovadores, ainda no domínio da investigação científica e tecnológica, os quais, muito provavelmente, demoram alguns anos, ou mesmo décadas, a estar disponíveis no mercado e a ser contemplados em normas. Os temas são sempre seleccionados como preocupação de cobrir de forma abrangente todo o sector da Construção, nomeadamente nos domínios de arquitectura, ambiente, acústica, estruturas, geotecnia, hidráulica, transportes, térmica, e urbanismo, entre outros, procurando ainda, dentro destes temas, focar todas as vertentes, desde a concepção de novas soluções até à reabilitação do espaço construído. No presente número, decidimos dedicar o dossier a uma temática já anteriormente abordada, a Construção Metálica, mas adoptando uma nova abordagem, i.e., apresentando casos de obra. Neste âmbito, seleccionámos algumas estruturas metálicas de obras emblemáticas recentemente executadas em Portugal e nos mercados internacionalizados, nas quais a engenharia portuguesa esteve directamente envolvida.

Para o efeito, convidámos os seus autores e depreen-los de forma sucinta. As obras seleccionadas foram o MAAT – Museu de Arte, Arquitectura e Tecnologia em Lisboa, a Nova Ponte Circular de 2ª circunferência em Lisboa, o Aeroporto Internacional Heydar Aliyev, na cidade de Baku, na Azerbeijão, e o Museu do Louvre Abu Dhabi nos Emirados Árabes Unidos. Simultaneamente, desafiámos um autor a apresentar uma retrospectiva de obras referências a soluções estruturais para Pontes Ferroviárias e outro a debruçar-se sobre o fabrico e a montagem do Viaduto Ferroviário da Ilha Thánia Tizi-Ouzou na Argélia.

Como habitualmente, o dossier inclui ainda uma entrevista a um especialista da área, desta feita a Prof. António Iltis.

Apesar de cientes de que não devemos julgar em causa própria, queremos-nos a afirmar que estamos bastante satisfeitos com o resultado final e desejamos que os leitores apreciem, pelo menos tanto como nós, o conteúdo e o formato inovador desta edição.

Eduardo Júlio e Luís Calado

“O Professor Ricardo Júlio nasceu de novo no seu artigo principal.”

Dar forma às ideias
é uma maneira de mudar o mundo.

Um projeto de cada vez, todos com excelência industrial.

Projeto: plano, desenho, intenção.
Sem projeto, um sonho não passa de uma quimera.
Sem projeto, um plano fica num espaço, uma
empresa num estuço.

Há décadas que, nós na Secil, sabemos disso.
O cimento do nosso dia-a-dia é ajudar a dar forma
às nossas ideias e, sobretudo, às ideias dos outros.

No dicionário, a palavra "projeto" vem antes de
palavra "sucesso". Na nossa vida também.

Acreditamos que a solução tem de ser a base de
tudo, desde as práticas de gestão ao capital humano,
tecnologia, investimentos, nossos produtos, melhores
soluções. Podemos produzir 10 milhões de toneladas
de cimento no mundo inteiro. Juntamos o talento em
ideias e temos capacidade de estruturar e construir.

"Dar forma às ideias" é a nossa maneira de ser.
"Dar forma às ideias" é a nossa maneira de ajudar
a mudar o mundo.



USP
UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO
ARQUITETURA E
URBANISMO



Em nome de Deus Alcantara, a Secil Adhigem é uma das preferências por projetos feitos
de acordo com o planejamento e as especificações. Cada novo projeto desenvolvido apresenta inovação
tecnológica. Alguns deles são: Residência, Torre Itaipava, www.secil.pt



De forma às ideias

CONVERSAS

Entrevista e Fotografia por Célia Vilça



António Reis faz um ponto de situação de construção metálica em Portugal e também a nível internacional, tendo em conta a sua experiência na Europa e no Médio Oriente. Faz também um reparo à forma como Portugal abandonou o seu know-how em soldadura com o fim dos catalcinos navais.

Construção Magazine (CM) – O Professor concilia a carreira de ensino com a atividade empresarial. Tendo em conta esta experiência, como descreveria a relação entre a academia e o mercado?

António Reis (AR) – É uma relação de colaboração, que normalmente é benéfica para ambos os lados, e específica. As relações com a Drid têm corrido muito bem. Muitas das peças que trabalham aqui na empresa tiveram a sua origem na universidade, alguns até são docentes lá. Existe sempre uma grande cumplicidade entre a atividade profissional de projeto e a atividade de investigação a nível de desenvolvimento de peças e de projetos de investigação. Recomendamos frequentemente à universidade em assuntos específicos relacionados com projetos pelo know-how que lá existe, e do qual temos, evidentemente, todo o interesse em tirar partido. Por outro lado, fomos recorrido aos laboratórios para ensaios, sobretudo de modelos reduzidos. Em particular nos ensaios aerodinâmicos temos recorrido com alguma frequência à nossa relação com o Instituto Superior Técnico.

CM – Em algumas áreas da Ciência existe uma quebra recorrente scarce de um suporte feito entre as universidades e as empresas mas depreendo que aqui esta situação não se verifica...

AR – Eu sinceramente acho que essas quebras têm muito pouca razão de ser porque sempre que existem pessoas de ambos os lados que querem desenvolver uma atividade conjunta, essa atividade aparece, e portanto não é por entraves burocráticos que deixa de estabelecer-se essa relação. Agora, é evidente que as empresas privadas têm um grau de liberdade que não têm as instituições públicas. Nós temos tido relações institucionais com a Técnica e com a École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), onde fui professor convidado. Há pessoas da Drid que fizeram lá o doutoramento, tirando partido das facilidades laboratoriais existentes em domínios específicos. Foi feita lá uma tese, recentemente, no domínio da fadiga, motivada por um estudo sobre os problemas das linhas ferroviárias de alta velocidade. O autor de tese teve a possibilidade de, trabalhando na Drid, ir para lá, com um projeto comum de doutoramento da Técnica e da EPFL. Desenvolveu um trabalho conjunto e com facilidades laboratoriais, essas sim, muito difíceis de encontrar cá. Por vezes existem imitações deste tipo. É possível estender a colaboração não exclusivamente à universidade portuguesa mas a universidades estrangeiras, e nós temos sido bem-sucedidos nesse sentido.

Dar forma às ideias foi o primeiro passo
Ter o seu trabalho reconhecido e a consequência.



Orgulho é o que sentimos quando conseguimos dar forma às ideias.

Orgulho é o que sentimos sentir os profissionais da Engenharia Civil de Portugal.

Temos uma Engenharia Civil reconhecida no mundo inteiro por tudo o que já foi feito, mas não vivemos no passado.

Todos os anos há novas obras que demonstram o talento de quem está por detrás delas.

Obras que contribuem para o desenvolvimento sustentável do País.

A Secil faz questão de homenagear os Engenheiros Cívicos portugueses que, com o seu talento, contribuem para a realização de projetos aqui e em outros países.

O Prémio Secil de Engenharia Civil é mais uma maneira de fazer isto.

"Dar forma às ideias" é a nossa maneira de ser.

"Dar forma às ideias" é a nossa maneira de ajudar o mundo.

PRÉMIO SECIL
ENGENHARIA CIVIL 2014
APROVEITAMENTO HIDROELECTRICO DO BARRAGEM DO BARRAGEM

Equipa de Engenharia (EDF Produção), coordenada por Domingos Silva Nolasco.





Durante os 40 anos de ensino na Técnica, nunca consegui separar a atividade de projeto de atividade acadêmica. Quando publicava algum trabalho tinha sempre o cuidado de por o nome das duas instituições. Para mim o que era publicado resultava de uma relação entre as duas coisas. Eu ensinava aquilo que fazia e fazia aquilo que ensinava. Acredito que uma pessoa que faça na prática uma coisa e que ensine outra conduza a benefícios relativamente reduzidos.

CH – O Professor também tem uma vasta experiência internacional. Que diferenças encontra nas práticas de construção metálica entre Portugal e os países onde tem desenvolvido atividade?

AR – Na prática de projeto, neste momento não existe uma diferença significativa. O know-how existe e poderá haver uma tradição a nível de construção metálica em alguns países. Há países europeus com muito mais tradição nesse domínio do que nós, nomeadamente a Bélgica, Holanda, Alemanha ou Suíça. Há vários países que há muitos anos têm uma prática de construção metálica superior à nossa, portanto evidentemente que aí há uma experiência acumulada diferente. No que diz respeito ao know-how atual, não temos dificuldade em participar em projetos a nível internacional, nomeadamente a nível europeu, onde temos feito vários projetos. Neste momento estamos a concluir uma ponte metálica em Antuérpia, na Bélgica, e estamos também a projetar uma ponte metálica também na Turquia (onde estivemos recentemente envolvidos na 2ª travessa do Bôstora), além de vários projetos que envolvem construção metálica em França – participámos na construção do estádio de Nice com uma estrutura metálica importante. Estamos também a concorrer a um trabalho na Dinamarca. A única dificuldade é a que os países pequenos têm de entrar em países grandes, e há fatores fundamentais que facilitam isto, nomeadamente a língua. Não temos muitos projetos na costa norte de África, e isso não é, por um lado, de relações que fomos estabelecendo, mas sobretudo de facilidade em entrar nesses países sem a barreira da língua. Se as pessoas não dominarem, neste caso, o francês, seria muito mais complicado entrar aí.

CH – E precisamente por isso, a internacionalização das empresas portuguesas tem-se feito muito através dos países de língua portuguesa. O que pode dizer-nos acerca da construção metálica nesses países?

AR – A construção metálica nos países de expressão portuguesa ainda é muito elementar. Na maior parte dos casos, não é sequer executada nesses países. Não há, na maior parte deles, tecnologia nesse domínio para executar determinado tipo de estruturas. Julgo que isso é um ciclo vicioso. Como não há experiência, não há tecnologia, e não havendo tecnologia não se ganha experiência. Muitas vezes há que fazer

adequações à tecnologia existente no local e há que refletir sobre a melhor solução a usar. Quando começamos um projeto não somos, de todo, fundamentalistas sobre a execução, se é em betão armado ou pré-esforçado ou em estrutura metálica. Usamos o material que for mais conveniente — aço, madeira, betão, seja o que for. Temos de nos adaptar àquilo que é mais conveniente em cada local.

Nós estamos a fazer agora obras no Dubai, onde a tecnologia para a construção metálica é, maioritariamente, importada, pese haver já uma grande quantidade de estruturas metálicas importantíssimas. Quando projetamos para lá já não seríamos essa restrição porque os empreiteiros, se não tiverem os recursos necessários vão buscar fora. Mesmo a nível europeu é assim. França tem tradição de construção metálica e muitas vezes o subempreiteiro de construção metálica vem de outro país porque as condições de mercado são mais favoráveis ou por outro motivo qualquer. No Médio Oriente acontece a mesma coisa. Já em África às vezes é diferente. Por não haver tecnologia local, o transporte torna-se, por vezes, o fator mais limitativo, não só em relação à estrutura metálica mas também ao betão. Isto acontece sobretudo quando não há acesso a linhas e a pedreiras perto das obras. As distâncias são enormes e isso faz com que o custo do metro cúbico seja imbragável. Estamos a ter esse problema numa das obras que temos em projeto. Encontrámos locais a 200, 300 km de distância... Imagina-se o que é fazer uma obra em Lisboa e ir buscar as britas ao Algarve. São dificuldades acrescidas, que fazem com que vários empreiteiros, nomeadamente os empreiteiros europeus com quem temos trabalhado em alguns países de África, preferam fazer estruturas mistas aço-betão. Além das dificuldades em termos de acesso, de linhas e de materiais, há que ter em conta o tempo do pessoal especializado deslocado. Um empreiteiro europeu a trabalhar num país africano emprega uma grande percentagem de mão-de-obra local, mas tem também muita mão-de-obra deslocada. O preço de execução de obra tem um custo acrescido devido a esse contingente de pessoal especializado deslocado que tem de ser colocado na obra. Se houver afixos na obra, isso acrescenta custos enormes

para o empreiteiro, portanto frequentemente alguns empreiteiros europeus têm-nos solicitado que façamos soluções metálicas para reduzir o risco de afixos da obra devido a problemas locais que, por outro lado, o tempo do pessoal deslocado.

CH — Portugal está dotado de infraestruturas de base e também de construção residencial, portanto neste altura impõe-se sobretudo a necessidade de reabilitar o edificado existente. Qual será o papel da construção metálica neste contexto?

AR — Existe edificado e dois níveis: o que é designado por construção civil, ou seja, a construção de edificações, existe a nível de construções históricas, patrimoniais, do património construído, que tem de ser evidentemente mantido, e existe a nível de obras públicas, de infraestruturas. Não há tempos reforçado, reabilitado e adaptado a novas condições funcionais pontas metálicas com mais de 100 anos. No caso das pontes de betão, como ainda não existem exemplos com essas idades, ninguém sabe ainda prever o que acontecerá em termos de reabilitação. No caso das metálicas, temos reabilitado estruturas

com ferros publicados do fim do séc. XIX. A ponte Luís I, no Porto, e a ponte de Valença, são exemplos de obras que fazem parte do nosso património, e portanto ali o aço tem um papel evidentemente fundamental. A nível das edificações, as soluções metálicas são utilizadas por duas razões: é simples inserir elementos metálicos que vão reforçar a construção com muito mais facilidade do que se de elementos de betão se tratasse. Por outro lado, esta opção permite soluções com cargas menores, o que do ponto de vista de fundações e da estrutura existente é muito vantajoso.

A solução de reabilitação passa, sobretudo, por uma melhor adaptabilidade às condições preexistentes, por uma facilidade conseguida através da redução de cargas que vão atuar sobre as fundações existentes, e por outro lado uma grande facilidade em termos de poder aumentar vãos com cargas menores do que no caso das estruturas de betão. Estas soluções são mais facilmente adaptáveis a requisitos arquitetónicos que interessa manter ou introduzir na estrutura a reabilitar. É preciso ver que a reabilitação obriga, por natureza, a um reforço, mas não apenas a um reforço. É raro o caso de reabilitação que não implique a uma adaptação a novas condições funcionais, e nas pontes isso é típico. Ninguém reforça, na generalidade dos casos, uma ponte para manter as condições funcionais. Dada a pretensão de alargar o tabuleiro para ter mais vias, ou o objetivo é adicionar passeios para peões, ou se quer passar a ponte rodoviária e ferroviária. São adaptações da estrutura, são reforços feitos na estrutura, e há casos em que estas intervenções não são de reabilitação (muitas vezes há reforço que não é reabilitação). A reabilitação não está necessariamente ligada a um reforço e o reforço não está necessariamente ligado a uma reabilitação. Muitas vezes reforça-se para adaptar a novas condições. Outras vezes reabilita-se porque a estrutura está de tal forma degradada que é fundamental reabilitá-la. São reflexos os casos, pela minha experiência, em que há reabilitação sem adaptação a novas condições. Para mim uma coisa está, em geral, ligada a outra e tem de ser vista assim. Já tivemos casos de reabilitações, como a ponte suspensa de Tete, em Moçambique, em que não houve adaptação

"A SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO PASSA, SOBRETUDO, POR UMA MELHOR ADAPTABILIDADE ÀS CONDIÇÕES PREEXISTENTES, POR UMA FACILIDADE CONSEGUIDA ATRAVÉS DA REDUÇÃO DE CARGAS QUE VÃO ATUAR SOBRE AS FUNDAÇÕES EXISTENTES [...]"



"É PRECISO QUE
HAJA UMA
ESTRATÉGIA
CONJUNTA PARA
AS EMPRESAS DE
METALMECÂNICA
PORTUGUESAS,
PORQUE NÓS TEMOS
EXEMPLOS DE
OBRAS DE GRANDE
QUALIDADE."

e novas condições funcionais, por um lado devido à sua limitação, mas também por não ser necessário. O fundamental era reabilitar a ponte antes que colapsasse. Não construímos uma nova ponte dada a queia ser perfeitamente adaptável às condições existentes, desde que fosse reforçada e reabilitada.

CM — Qual a influência do cumprimento das normas europeias para a competitividade da construção metálica?

AR — É um facto que a introdução dos Eurocódigos e nível europeu veio, em certa medida, facilitar o surgimento de projetos feitos por empresas de outros países que não aqueles onde se está a trabalhar permitindo a utilização de normas, códigos e regulamentos conhecidos e nível europeu. Essa utilização passa a ser possível sem necessidade do recurso a códigos nacionais. É evidente que não há Eurocódigos sem os chamados anexos nacionais, que são condições particulares de aplicação daquele código àquele país, mas a base do código é a mesma, o que facilitou enormemente a transferência de know-how e de tecnologia de um lado para o outro. Esta normalização permite que concorram os empalhas europeus em todo, porque há outros países a permitir a utilização de códigos europeus. No norte de África, por exemplo, muitos países possibilitam que os projetos sejam feitos sobre os Eurocódigos...
CM — Avaliaram esse facto...

AR — Valorizam esse facto. Não quer dizer que os países não tenham códigos nacionais mas, como é natural, os países franceses mantêm uma relação com os regulamentos franceses. Como os regulamentos franceses hoje em dia são Eurocódigos, é raro o país que não permite que se utilize um Eurocódigo com um anexo nacional francês. Já no Equador, onde concluímos agora uma obra, temos de trabalhar segundo as normas americanas. Em alguns países do Médio Oriente, como por exemplo o Dubai, alguns requisitos são feitos a partir de normas americanas e não europeias, embora a abertura aos códigos europeus hoje em dia seja relativamente grande.

Em todo o caso, o código é um guia, não faz a nossa ciência nem a nossa tecnologia. É importante e há que respeitar as exigências, mas não há um projeto apenas por aplicação de um código.

CM — Que inovações tecnológicas recentes destacaria na construção e na reabilitação metálica portuguesa e internacional?

AR — Em Portugal, temos de analisar o caso à escala das últimas décadas. Nos anos 70, por exemplo, a utilização de construção metálica em Portugal era muito limitada. O único domínio onde existiam pontes metálicas com algum relevo era o das pontes ferroviárias mas eram pontes antigas. Mesmo quando se punha a hipótese de execução de uma nova ponte, a

solução recorre quase de certeza ao betão armado reforçado. Nas pontes ferroviárias, digamos, em abono de verdade, que existiu sempre, da parte do dono da obra, uma abertura relativamente a soluções metálicas, e foi mais simples para nós propor soluções metálicas. Em tudo o resto este domínio esteve praticamente reduzido a coberturas metálicas e pouco mais. Nas pontes rodoviárias as soluções metálicas eram praticamente inexistentes. Só nas últimas três décadas do século passado é que, e pouco e pouco, se foram impondo. Estamos, portanto, a falar de uma tradição de quatro décadas, o que é muito pouco tempo se compararmos com países que têm tradição nessa área há mais de um século. Nós tivemos grandes construções metálicas em Portugal no fim do séc. XIX, início do séc. XX, como a ponte Maria Pia, Luís I, e de Santarém e de Valença. No entanto, há que dizer que essa tradição não foi portuguesa mas sobretudo importada, sobretudo da escola francesa. Gustave Eiffel deixou uma marca em Portugal.
O grande impacto de Portugal na tecnologia de construção metálica teve origem na construção naval. A construção naval foi determinante para a boa tecnologia de execução das metalomecânicas portuguesas, que infelizmente foram desaparecendo. Estas empresas produzem obras para todo o mundo, e nessa altura faziam-se grandes estruturas metálicas.

Esta tecnologia é reconhecida no estrangeiro. Um bom soldador português chega a um país europeu e não tem qualquer tipo de dificuldade em arranjar emprego porque é disputado. Recordo-me de obra de um viaduto em França em que a tecnologia de soldadura usada era portuguesa. Também na Dinamarca aconteceu isso. A ponte de Storebæk foi transportada em segmentos, de Itália para os estaleiros em Sínia, onde foi feita uma montagem, segundo depois para a Dinamarca.

Com o passar do tempo, as metalomecânicas portuguesas foram sendo absorvidas, os estaleiros navais foram desaparecendo e, portanto, essa tecnologia corre algum risco de perda-se. Felizmente, com o renovar da construção metálica noutras domínios, que não a construção naval, Portugal voltou a ganhar algum peso. E, por isso, possível que as empresas metalomecânicas portuguesas consigam ressurgir, porque é realmente incompreensível como se deixe perder um know-how tão importante, que vive ao país um input e nível de produção reconhecido internacionalmente.

Du acho que tem havido estratégias não suficientemente pensadas. Não se apoiar tecnologia de ponta existente no país foi, para mim, um erro porque uma tecnologia dessas não se constrói de um dia para o su-

tro. Duço falar lento de inovação mas custa um pouco ver que setores onde tínhamos uma tecnologia avançadíssima, que facilmente eram capazes de ser imitados não são quase afetados por uma conjuntura e por uma concorrência internacional, sem que o país tenha dimensão suficiente para entrar nesses mercados. Julgo que falta aí alguma estratégia em termos de apoio. Não é preciso criar só coisas novas, é preciso não deixar morrer aquelas que demoraram muitos anos a construir. Fechar estaleiros sem pensar que aquela tecnologia pode ser utilizada para outros fins que não a construção naval é algo extremamente pesado em termos de consequências, e Portugal nesse aspeto é muito pouco cuidadoso. Uma coisa é fechar empresas do ponto de vista económico, outra coisa é encerrar todo um ciclo, fazendo com que espessuras se dispersem e o know-how se perca e vai ser muito difícil de reagrupar. Neste momento há potencialidade na construção metálica, há know-how, mas a situação não é tão favorável do ponto de vista económico como deveria ser. É preciso que haja uma estratégia conjunta para as empresas de metalomecânica portuguesas, porque não temos exemplos de obras de grande qualidade.

Perfil

André Belo é doutorado em Engenharia Civil. Foi Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil do IST, tendo sido o responsável pela núcleo de disciplinas de Pontes e Estruturas Especiais. Foi também vogado Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes e Presidente do Departamento de Engenharia Civil do IST entre 1998-00. Tem sido Professor-Convitado do EPFL, Lausanne – Suíça, Membro Conselho de Orden dos Engenheiros e representante nacional para a Direção de Estruturas de Água. É Diretor Técnico do GSD International – Consulting Engineers.

Criamos objetos BIM dos seus produtos

www.bimaker.com | (+351) 21 421 51 76

bimaker

10_15

REABILITAÇÃO E CONSTRUÇÃO EM AÇO MUSEU DE ARTE, ARQUITETURA E TECNOLOGIA

Doi Perfeito, Miguel Pereira e Pedro Pereira
elementos da equipe Mestres do Trabalho das Organizações de HAAT
e HANSAULT | PPS/ATI - Projeto de Engenharia S.A.

DESCRIÇÃO DO PROJETO

O MAAT, Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia, situado na Avenida de Brasília, a Nascente do Museu de Electricidade e junto ao rio Tejo, em Belém, Lisboa, cujo Projeto de Arquitetura é da autoria da Arquitecta Britânica Amanda Levete, em estreita colaboração com a equipa técnica do projeto de engenharia e execução a cargo do Empreiteiro Álvaro Ribeiro, S.A., foi promovido pela Fundação CDP e teve a sua pré-inauguração em outubro de 2018.

Com uma arquitetura complexa com formas curvilíneas, no MAAT, entre outros espaços técnicos, encontram-se três grandes e fluidos espaços espaciais que representam uma área total de cerca de 3000m², num total de cerca de 7.500m² de área bruta interior; compostos por três espaços integrados e interligados, que podem funcionar combinados entre si ou totalmente independentes (Oval Gallery, Main gallery e Project floor). Peraltal, e abertagem estrutural baseou-se num espaço totalmente aberto, com paredes estruturais, que, para além de maximizar a azule e a flexibilidade das exposições, permitiu que o Museu se abra desde luz, potenciando experiências dos visitantes.

A principal sala de exposição, a Oval gallery, consiste num espaço de duplo pé-direito que se abre a partir de entrada principal, que aproveita a altura de fim e angula uma área de cerca de 800m², à qual se associa uma galeria rempade e espaço de circulação, ao

longo de curva sinuosa que desce pelo interior do edifício, desde o átrio de entrada (+0,00m) até ao nível (-+1,20).

Conceptualmente, o percurso pedonal da frente ribeirinha vai-se transformando, à medida que se levanta até se tornar na cobertura pedonal e ciclável do edifício, uma praça que poderá funcionar como espaço multiusos com uma vista panorâmica de 300°, regressando depois à cota baixa (média +3,80m), onde se funde com a paisagem envolvente do Museu de Electricidade e do passeio ribeirinho.

A ESTRUTURA

A estrutura do museu apresenta um comprimento de cerca de 160m, sendo a sua largura variável entre 60 e 20m. As áreas técnicas dos lados Poente e Nascente são separadas da restante estrutura por juntas de dilatação, ficando o corpo principal central com um comprimento de 120m.

Os elementos estruturais verticais são maioritariamente compostos por paredes e núcleos em betão armado, sendo de destacar as paredes com curvatura variável que delimitam os vários espaços de exposição. Todas as estruturas de cobertura do edifício principal, bem como as estruturas de pavimento das zonas acessíveis ao público, são metálicas e mistas. As principais estruturas metálicas que compõem o edifício são os pavimentos do piso 1, a clarabóia da "Main Gallery", a cobertura da

"Oval Gallery", o arco de suporte à cobertura do lado Sul e a estrutura de suporte à fachada Sul.

Estrutura do Piso 1

A estrutura dos pavimentos do piso 1 é composta por lajes mistas em betão com chapa metálica colaborante apoiadas sobre vigas metálicas. A ligação das vigas metálicas às lajes é materializada por conectores tipo perna, conferindo-lhes um funcionamento misto. Na zona de entrada principais vãos máximos a vencer pelas vigas são de 18,7m entre a parede mais a sul e a parede da zona central de 15,4m entre esta parede e a parede mais a norte. Tendo em conta que a parede intermédia não abrange todas as vigas, algumas delas apoiam-se indiretamente numa outra viga metálica "perpendicular". As vigas metálicas são compostas por perfil IPE300, H28300, ou em alguns casos perfil reconstruído soldado (PRS) com 300mm de altura, sendo o vão a vencer pela laje colaborante de 2,50m na direção perpendicular às vigas.

Para a laje que se apoia nestas vigas preveem-se duas soluções distintas. Nas zonas públicas do edifício pretenda-se um pavimento em betão aparente polido que incorpore no seu interior um sistema de tubagens para pavimento radiante e uma camada de isolamento acústico. Na planta e estas exigências optou-se por uma laje maciça com 22cm de espessura. Para evitar a utilização de cobregens entre



1.1



1.2



1.3

vigas metálicas e para permitir a incorporação do isolamento acústico sob a laje de betão utilizou-se uma chapa de aço colaborante apoiada sobre os perfis metálicos. Nas zonas periféricas do edifício preconiza-se uma laje mista tradicional com chapa colaborante com 13cm de espessura apoiada diretamente sobre os perfis metálicos.

Cobertura da "Main Gallery"

Na zona da clarabóia sobre a "Main Gallery" pretende-se uma estrutura que sirva de

apoio aos vãos envidraçados de clarabóia e que minimize a obstrução à passagem de luz natural. Utilizaram-se vigas metálicas "T" em perfis reconstruídos soldados com 20cm de largura e com altura variáveis entre 585mm a 785mm contando vãos a vencer, que atinge um máximo de 18,3m. Por imperativo arquitetónico o banco inferior das vigas é eliminado no atravessamento de clarabóia, formando nesta zona vigas em "T".

Além do suporte aos vãos envidraçados estas vigas servem também de apoio à estrutura de pavimento do restaurante que se situa imediatamente a Norte da clarabóia e a uma cota 2,2m

mais elevada. Esta é uma estrutura ligeira em vigas IPE e "pilares" tubulares apoiados sobre as vigas metálicas. Sobre as vigas IPE adotou-se uma laje mista com chapa colaborante com 13cm de espessura total.

Cobertura da "Civil Gallery" e do "Project Room"

Para libertar a maior sala de exposições ("Civil Gallery") de quaisquer elementos verticais de apoio visíveis, a cobertura desta zona vence um vão máximo na direção Norte-Sul de 25,7m. Utilizam-se treliças metálicas tipo "Pratt".

• Figura 1: Vista exterior do edifício.

• Figura 2: Estrutura metálica de piso 1 (zona de entrada).

• Figura 3: Vigas de apoio da clarabóia de "Main Gallery".



1-6



1-7

espaçadas de 5m, com um único vão-altura de aproximadamente 12 e com apoios simples nas paredes periféricas de sala.

Na cobertura sobre o "Project Room" previu-se também treliças afastadas de 5m apoiadas em paredes de betão, sendo o vão máximo neste caso de 25,0m. Tendo em conta que a altura disponível para colocação das treliças não é suficiente para o vão em causa, incluiu-se uma nova treliça com 15,2m de vão na direção perpendicular, que confere um apoio elástico intermediário às restantes treliças.

A ligação entre as treliças de cobertura e o coroamento das paredes de betão é estabelecido

através de pilares metálicos, que em determinados locais são complementados por contra-ventamentos em cruz. Esta solução resultou da decisão de não prolongar o coroamento das paredes de betão até à laje cobertura com cota vertical, reduzindo, portanto, a interferência entre os trabalhos de execução de estrutura metálica e de estrutura de betão armado.

Cobre as treliças apóiam-se madres IPE220 espaçadas de 2,5m que rancam o vão de 5m. Sobre as madres preconiza-se uma laje mista com chapa colaborante com 13cm de espessura total, o que lhes confere um comportamento misto relevante.

Todas as treliças e madres são inclinadas a paralelos à superfície vertical que compõe o revestimento final da cobertura. Deste modo, consegue-se minimizar o enchimento e aplicar sobre a laje e maximizar o pé direito das espaços. Todas as madres são posicionadas com a sua face superior 2,5cm acima da face superior das treliças que lhes servem de apoio, de modo a garantir que a superfície de laje não é afetada pela inclinação de cobertura na intersecção com o banco superior do perfil de treliça.

Área de suporte à cobertura de todo Sal

Tendo em conta a impossibilidade de introduzir qualquer elemento vertical na "Main Gallery", para a zona de cobertura mais a Sul sobre o taboamento de piso-caçapas de um alinhamento de apoio vertical constituído pela parede Sul de "Dial Gallery". Desde esta parede até à sua extremidade Sul, a cobertura terá que vencer um vão máximo de 25,0m. Tendo em conta que a altura de teto disponível não permite vencer este vão em contínuo, revelou-se necessário incluir um apoio intermediário na direção Poente-Nascente.

Nas fases iniciais de projeto optou-se pela introdução de uma treliça do tipo "Pratt", com desenvolvimento entre o piso 1 e a cobertura,



1-8

- Figura 1-6 Treliças de cobertura de "Dial Gallery".
- Figura 1-7 Treliças de cobertura de "Project Room".
- Figura 1-8 Treliças de cobertura.

vencendo um vão máximo de 40m. Embora esta solução cumprisse o objetivo de não introduzir elementos verticais na "Main Gallery" (plata 0), a presença de perfis robustos na varanda do restaurante (plata 1) tinha um impacto expressivo, quer na vista sobre o Rio Tejo a partir da varanda, quer na leitura arquitectónica da fachada sul.

Com o objetivo de procurar também eliminar a presença de qualquer elemento estrutural visível ao nível da varanda do restaurante, optou-se por substituir a treliça por um arco posicionado num plano inclinado a 32,4° com a vertical e inserido na geometria curva do teto da varanda e da fachada sul. Sobre o arco apoiam-se treliças do tipo "Frett" nos mesmos alinhamentos das treliças da "Oval Gallery", que vencem um vão máximo de 14m entre a parede de apoio e o arco e de 12m em consola e Sul do arco. Note-se que, embora estas treliças

estejam sobre os mesmos alinhamentos das treliças de sala adjacente, optou-se por não conferir continuidades de momentos sobre a parede que lhes serve de apoio. Deste modo, as treliças de ambos os lados têm comportamento estrutural independente e passam a ser isostáticas, o que garante um conhecimento mais preciso das cargas aplicadas sobre arco. O arco que se desenvolve entre o plata 1 e a cobertura tem os seus pontos de arranque do lado Poente à cota 6,00 e do lado Nascente à cota 5,00, sendo que o seu ponto mais alto, posicionado sensivelmente a meio vão, se situa à cota de 14,35. O seu vão livre é de 73m entre pontos de apoio, apresentando um rácio vão-flecha de 7,3 medido no plano do arco. A configuração do arco não é circular nem parabólica, mas sim correspondente ao perfil funicular das cargas aplicadas. Sendo assim, o arco é composto por segmentos retos de perfil

com mudança de inclinação na intersecção com as treliças.

A determinação da geometria final do arco passou, numa primeira fase, pela determinação exata das forças exercidas pelas treliças de cobertura sobre o arco perante a ação de todas as cargas permanentes e da sobrecarga uniformemente distribuída. Impondo as coordenadas dos pontos de arranque, chegada e de cota máxima, é possível, por aplicação da estática gráfica, determinar a cota de todos os pontos de aplicação de cargas de modo a que a configuração final do arco seja o antitumular das cargas aplicadas.

A secção utilizada para o arco é tubular redonda com 711mm de diâmetro exterior e 80mm de espessura (CHS 711x80), acabada a quente de acordo com a norma EN10210 em aço S355NH. A adoção de uma secção tubular prende-se com a sua elevada resistência à

UMA REVOLUÇÃO NA ÁREA DE CONFORTO E SEGURANÇA

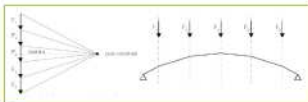


810-01 610 20045 03 SAC

- Estreita de aço e tecnologia especiali NRC STABIL™ - Para cansaço de bota que prende os seus dedos e a bota à sua bota;
- Sistema de solas UTURUP™ - A novidade mais fácil de calçar e descalçar a bota;
- Entressola AIR SYSTEM™ - Leve e super leve e com grande capacidade de absorção de choque. Boa saída para cortes e perfurações;
- Sola TPU - Ótima aderência, extremamente durável, transparente e antideslizante. Escorrega-se os nossos pés nos pavimentos;
- Canais TICH-PROTEC™ - Canais anti perfuração que previne qualquer ferimento causado por pregos ou outros objetos cortantes ou perfurantes.

AIRTOX®

office@airtox.pt
WWW.AIRTOX.PT



1.7

encurvadura, permitindo a otimização do seu dimensionamento. A utilização de um perfil acobreado e quanta permite ainda minimizar

as imperfeições de fabrico, o que se afigura como vantajoso do ponto de vista de verificação de segurança pela possibilidade de adoção de

curva de encurvadura "a" de NP EN 1333-1-1. De modo a reduzir o comprimento de encurvadura do arco, materializou-se uma treliça no



1.8



1.9



1.10



1.11

- Figura 7: Cortiça Brindis
- Figura 8: Arco acobreado
- Figura 9: Enquadramento final de arco
- Figura 10: Ligações de arco
- Figura 11: Estrutura de suporte à Torrelado Sal

sau plano mediante introdução de diagonais, perfil ao nível de laje de cobertura e perfil ao nível da cotia inferior do tecto. Esta trilhaça permite ainda conferir a resistência necessária para fazer face a eventuais carregamentos assimétricos. O esforço axial de cálculo máximo instalado no arco obtido através do modelo global de elementos finitos foi de 35,18kN, sendo este valor muito semelhante à estimativa obtida através do método gráfico.

Os apoios do arco são compostos por paredes de betão armado com 1,20m de espessura, desligadas de restante estrutura e orientadas em planta segundo o projeção horizontal dos troços de arranque do arco. Estas paredes são interligadas ao nível das fundações por uma viga de betão pré-esforçada com secção 2,10x2,00m, garantindo, deste modo, o autoequilíbrio das forças horizontais introduzidas pelo arco. Tendo em conta que o arco está estabilizado lateral-

mente através das trilhaças que nele se apoiam, tornou-se necessário garantir o escoramento ao longo do seu comprimento em pontos estudados e definidos em fase de projeto. Para tal, utilizaram-se torres de escoramentos compostas por perfis metálicos, para as quais foi necessário prever fundações dedicadas.

Ao arco foi conferida uma contraface da fábrica com o intuito de eliminar parcialmente as deformações devidas às ações permanentes após entrada em carga.

Fachada Sul

As principais funções de estrutura de suporte da fachada Sul são a de apoio das peças cerâmicas dispostas ao longo da geometria de curvatura vertical e a profundidade pela Arquitetura e a de absorver as cargas horizontais

resultantes das ações de vento e do sismo. Utilizam-se elementos verticais em trilhaça metálica com espaçamento de 5,0m que, consoante a sua localização, funcionem em consola, apoiados na estrutura de betão do edifício, ou são suspensos das trilhaças que apoiam no arco. Estes elementos verticais são posicionados no interior das superfícies limítrofes de fachada e uma distância mínima de 30cm de face exterior das peças cerâmicas. Entre os alinhamentos verticais são dispostas madres em perfil H110x3 com afastamento máximo de 1,0m onde são fixos os elementos em alumínio de suporte das peças cerâmicas. A utilização de perfis tubulares para as madres revela-se como sendo a mais adequada para resistir quer aos esforços de flexão resultantes das ações gravíticas e horizontais, quer aos esforços de torção resultantes de excentricidade do revestimento final em relação ao seu eixo.

NOVIDADE
nova
de produtos



Schlüter®-DITRA-HEAT-E

Aquecimento para interiores cerâmico em pavimentos e paredes

Aplicações em pavimentos:

- Aquecimento egotivo de pavimentos cerâmicos em salas de estar, salas de banho, zonas de aquecimento, e salas de aquecimento diversificadas.
- Como sistema adicional em edifícios com paredes exteriores de aquecimento (puffballer paredes).
- Como sistema de aquecimento em segundas habitações, ou em zonas exteriores.
- Aquecimento de paredes com placa 3in1.

Aplicações em paredes:

- Aquecimento de zonas pontuais para a recuperação de paredes.
- Aquecimento de paredes interiores de fachadas para a prevenção do aquecimento de condensação, por exemplo, em zonas de fachada.
- Aquecimento de paredes com placa 3in1.
- Na instalação de paredes com 100% de cerâmica em paredes.



- ✓ Consegue-se uma temperatura agradável rapidamente.
- ✓ Possibilidade de aquecimento individualmente de zonas e zonas exteriores.
- ✓ Ideal para projetos de renovação para um novo apartamento.
- ✓ Desempenhados com tecnologia DITRA.
- ✓ Platinificação cerâmica superior de betão sobre aquecimento elétrico.



INNOVATION IN PERFORM

16_21

REABILITAÇÃO E CONSTRUÇÃO EM AÇO PONTE PEDONAL DA 2ª CIRCULAR

Em Lisboa, em conjunto com o atelier de arquitectura HXTatado, e Adão de Fonseca – Engenharia Consultores ganhou o Primeiro Prémio no “Concurso Internacional de Ideias para Nova Ponte Ciclovial em Lisboa”, desenvolvido no âmbito da edição de 2023 e do tema “It's about time to go slow” da Experimenta Design (EXD03), promovido pela Fundação BIAL. Energia na Initiative “Pontes para um futuro mais positivo”.

Artista: Adão de Fonseca
ID: 0121708222 Engenharia Consultores, Lda
(Portugal)
ID: 0121708222 Engenharia Consultores, Lda (Brasil)
ID: 0121708222 Engenharia Consultores, Lda (Reino Unido)

A melhoria da qualidade ambiental e da vida nas cidades implica a criação de condições atrativas e seguras de circulação de peões e de bicicletas. Também neste aspeto tem a cidade de Lisboa acompanhado a evolução de outras capitais europeias. Vários percursos têm sido criados e novos percursos vão sendo pensados e estudados por toda a cidade. Um novo percurso entre as Torres de Lisboa e a ciclovia de Quinta da Branca – Entrecampos obriga à passagem sobre a 2ª Circular de Lisboa.

As redes desta ponte encontram-se no futuro, e não no presente. Estudos em andamento sobre os movimentos de cidade mostram uma combinação cada vez maior de sistemas de transporte, misturando o transporte individual, em geral de natureza privada, com o transporte coletivo. Novos mapas de vias pedonais e ciclovias nas áreas urbanas testemunham essa nova tendência.

A ponte pretende ser um elemento modelador dos fluxos viários terrestres, assumindo um papel determinante num novo ligad@ de localização individual, e pé, de bicicleta, de skate ou patins, de segway, etc., essencialmente transportes não motorizados e não poluentes. Neste sentido, a Ponte torna-se um referencial à mobilidade, simultaneamente vinculado e vinculante de cenários urbanos futuros, cumplice de uma urbilidade cujos contornos são definidos, cada vez mais, sobre conceitos de

desenvolvimento sustentável constituindo, simultaneamente, um legado para Lisboa e seus habitantes.

CONCEITO

A “2ª Circular” é a via rodoviária mais movimentada dentro de Lisboa, literalmente cortando a cidade em duas metades. Trata-se, como o ex-Presidente da Câmara descreveu, de uma cicatriz na superfície da cidade que deve ser humanizada. A ponte está localizada a meio caminho entre o Estádio de Luz, onde joga o Sport Lisboa e Benfica, do lado sul da estrada – e do Estádio de Alvalade onde joga o Sporting Clube de Portugal, no lado norte da estrada. Esta ponte também irá aproximá-los.

A ponte fica inserida num novo mapa das ciclovias de cidade, onde novos e antigos caminhos se cruzam e conectam com os existentes, tanto individuais como coletivos. De facto, o cenário e o contexto desta ponte, unido as pistas e caminhos que atravessam os novos bairros de Benfica, Luz e Alvalade, geram uma oportunidade para um novo mapa. Um novo mapa para os habitantes destes bairros, criando novas passagens que irão enlazar a grade da cidade. A ponte faz surgir uma nova rede de caminhos acima do solo, ao longo da estrada movimentada da 2ª Circular, apenas delando para trás um resto de luz que produz uma

coreografia dos vários modos de movimento. As necessidades de espaço necessário à passagem dos dois grandes tipos de atravessamento, pedonal e ciclovial, no tabuleiro da ponte, levaram à proposta de hierarquização dos diversos trechos da ponte, definindo claramente as prioridades de uso em toda a superfície da ponte. Esta hierarquização aproveita de forma ótima as características morfológicas de solução, que se constitui como uma rede de caminhos sobre a 2ª Circular, e não como uma passagem única.

A configuração e que se faz o atravessamento foi definida de tal modo que sob a estrutura da ponte resulta sempre uma altura livre de passagem maior ou igual a 5,5 m, constituindo-se como a principal condicionante na definição das diversas acessibilidades, e impondo comprimentos mínimos e critérios de simetria para a definição das soluções de apoio e ligação ao terreno natural.

Sob o ponto de vista de promoção de acessibilidade a utilizadores com mobilidade condicionada, a hierarquização de circuitos atrás referida permitiu reservar prioritariamente ao trânsito pedonal os trechos de menor pendente, sempre abaixo dos 5%, com a única exceção do trecho de amargoso do solo no lado Sul – nascente, em que essa inclinação é de 8%, complementada com o conjunto de corrimãos e duas alturas, conforme previsto nas atuais “Normas técnicas para melhoria de

acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada”.

As rampas referidas levam a que rampas de acesso sejam especialmente compridas, facilitando-se o acesso rápido de peões à ponte através de tramos em escada de ambos os lados de 2ª Circular.

Em planta, a ponte caracteriza-se por ter um tramo central reto sobre o eixo de 2ª Circular, com 18m de comprimento, que apoia nos tramos principais que vencem o vilo por cima de 2ª Circular. Estes 4 tramos estão oblíquos em relação ao tramo central, tendo cada um cerca de 25m de comprimento. Três dos tramos principais dividem-se em escadas e rampas laterais em direção opostas, havendo ainda um tramo contínuo com a rampa na mesma direção, até encontrar o terreno.



>3



>2

CONCEÇÃO ESTRUTURAL

A solução estrutural de uma variação transversal triangular constante garante elegância e leveza em conjunto com simplicidade do processo de construção. A parte superior do triângulo funciona como uma plataforma para peões e bicicletas, com a secção estrutural por baixo. A secção transversal da ponte, incluindo os

painéis das guardas, inscreve-se num triângulo equilátero com 3,30m de lado, com o pavimento para os peões e bicicletas 0,70m abaixo do lado superior desse triângulo. Sob o pavimento define-se, assim, um triângulo de menor dimensão onde se inscrevem os limites de secção estrutural, de forma trapezoidal. O pavimento e guardas de ponte são revestidos com uma camada betuminosa similar à utiliza-

da nos percursos cicláveis que levam à ponte, evitando qualquer descontinuidade. O exterior da ponte é pintado.

Nos tramos das rampas, a secção estrutural é um caibão triangular em betão armado, em que o banco superior é betonado sobre uma pré-laje de modo a evitar cotagem perdida.

Nos tramos principais sobre a 2ª Circular, a secção transversal triangular é realizada em



>3



>4

- Figura 1: Vista geral da ponte.
- Figura 2: Meios de transporte individuais.
- Figura 3: Vista panorâmica da ponte.
- Figura 4: Rampas e acessos de acesso.



> 5

chapa de aço com espessura mínima de 12 mm, com uma laje colaborante que se apoia nas nervuras transversais de secção, tendo estas um afastamento médio de 2,8 m.

Visto que não foram utilizados accionamentos protulidos ou cimbras, o cálculo métrico teve de suportar, até ser executada a laje colaborante, o seu peso próprio e o peso de laje do tabuleiro. As vigas possuem um sistema de contraventamento superior constituído por cantoneiras L70x70x7, que permite controlar a sua deformabilidade durante o processo construtivo e aumentar consideravelmente

a capacidade resistente à encurvadura por flexo-torção durante esta fase.

A estrutura principal é rigidificada por pórticos transversais afastados de aproximadamente 2,50 m. Uma especial atenção foi dada à permanência dos destes elementos transversais [treliça e pórticos transversais] de forma a evitar detalhes que possam induzir fadiga. Não existe revestimento exterior, sendo a chapa exterior pintada de cor escajada. De modo a obter a forma triangular final, as guardas são também uma estrutura de apoia e chapas de revestimento exteriores.

FOCA TÉCNICA

obra de obras
 Parlay & Gulp Engenharia
 s.d.t. s.d.t.
 Lisboa S.A., Câmara Municipal de Lisboa
 com o n.º
 007/2016
 Director
 João de Fátima - Engenharia Consultores
 s.d.t. s.d.t.
 Com Consultores
 s.d.t. s.d.t.
 João Morgado / António João de Fátima

Dada a falta de capacidade resistente dos entrelos superiores do solo desta zona, reconstruiu-se a fundação indireta por meio de estacas, tanto para as pilares como para os encontros, exceto no caso das pilares das rampas Sul, por serem em contacto sobre o tabuleiro. O maior desafio e dificuldade de acesso à parte superior do meço de encaibamento, em que se optou pela utilização de micro-estacas.

O posicionamento e a definição de forma dos pilares assumiram, nesta obra, uma importância particular. Tentou-se que, além de transmitirem uma clara sensação de



> 6



> 7

- Figura 6: Planta
- Figura 8: Vista inferior da zona de apoio
- Figura 7: Vista do tabuleiro

2014/2015

entidade
Escola Superior de
Arquitetura
10 m sobre a 2ª Circular
superfície do
10.000 m²
coordenadas
1 123 m
entidade doente
700 m
valor
1.200.000 €

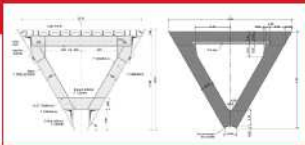


> 8

harmonia entre a estética estrutural e o próprio conceito arquitectónico, também obedeciam a critérios puramente estruturais e económicos.

A solução ganhadora do concurso prevê pilares de apoio no tramo central da ponte, pilares que se localizam no separador central da 2ª Circular. Durante a fase do Estudo Prévio, perante a posição da Câmara Municipal de Lisboa de não permitir qualquer ocupação do solo dentro dos limites da 2ª Circular, optou-se por colocar 4 pilares principais nos pontos de intersecção das rampas laterais com os tramos principais, embora estes pilares sejam inclinados longitudinalmente de modo a reduzir o vão dos tramos principais sobre a 2ª Circular e de modo a resistirem melhor às ações horizontais longitudinais. Nas rampas laterais, também existem pilares intermédios.

No caso dos pilares das rampas, a sua disposição em "A" transversal ao tabuleiro – ao materializar um apoio com uma rigidez muito superior face a uma possível opção por um pilar único – consegue garantir uma frequência transversal do tabuleiro acima dos limites mínimos a partir dos quais se dispensa a instalação de T340's que evitem o efeito "lock in", o que do ponto de vista económico é muito significativo.

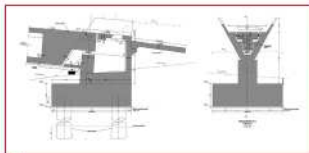


> 9

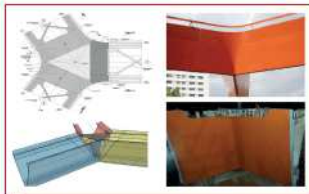


> 10

- » Figura 8: Planta Estrutural;
- » Figura 9: Solução estrutural em apoio ao tabuleiro;
- » Figura 10: Vista do tramo central da ponte.



> 11



> 12



> 13

• Figura 11: Seções transversais dos nós centrais.

• Figura 12: Nó central.

• Figura 13: Ligação entre o tabuleiro metálico e o tabuleiro em betão.

• Figura 14: Iluminação de 2 tramos metálicos sobre o 2.º tramo.

• Figura 15: Vista de ponte finalizada.

Estruturalmente, tanto os pilares das rampas como os pilares centrais encontram-se, na extremidade superior, encastrados no tabuleiro, e, na sua extremidade inferior, encastrados nos maciços de encastamento de estacas.

De forma a satisfazer as exigências expectativas de integração paisagística e ambiental da ponte, tentou-se -no contrário daquilo que é comum neste tipo de estruturas - que os encontros não sobressaíssem relativamente ao próprio tabuleiro, incluindo assim a sensação de que a ponte se funde naturalmente com o terreno.

Estudos paramétricos foram realizados a fim de garantir o melhor comportamento estrutural da ponte para efeitos dinâmicos (vento e sísmo) versus a resposta aos movimentos induzidos (temperatura e retração). A solução final foi fixar os tramos das escadas e o tramo reto nos maciços de encastamento de estacas, e libertar o tabuleiro nos encontros no sentido longitudinal nos restantes tramos.

Uma característica fundamental da ponte é a realização dos nós centrais, onde tramos de três direções diferentes se encontram e onde forças importantes têm de ser transferidas entre tramos. A solução foi a utilização de um nó de aço ao qual os três tramos são soldados. O nó é uma pirâmide invertida, feita de chapas de aço, que garantem a continuidade de material em todas as direções. Estes nós foram modelados com elementos finitos de casca, a fim de se compreender melhor o mecanismo de transferência de forças.

Outra característica fundamental da ponte é a ligação entre os tabuleiros de aço e de betão, onde as forças provenientes dos tramos em aço têm de ser transferidas para o tabuleiro de betão. Essa ligação é realizada através de um sapto transversal constituído por uma zona maciça em betão armado e por um diafragma metálico. A concepção do sapto de ligação permite assegurar a transmissão de esforços de corte, torção e de flexão positiva e negativa.



> 24




> 25

PROCESSO CONSTRUTIVO

Os trechos de betão da ponte foram construídos usando o escoramento ao solo tradicional de todos os trechos. Como já mencionado, os vãos centrais da ponte estão sobre a via rodoviária

mais movimentada na cidade de Lisboa, pelo que seria impossível cortar o trânsito por baixo da ponte durante o período de construção da zona central. Assim, justifica-se a utilização de trechos de aço nesta zona, já que são simples de montar durante a noite com

grupos móveis, quando o tráfego é reduzido. Antes de ser aberta ao público, foram realizados ensaios que confirmaram as propriedades dos modelos de ponte a que não são necessários TMDs para controlar o seu comportamento dinâmico. 

fibran[®]xps
ENERGY SHIELD.

fibran.com.pt
 /iberfibran

REABILITAÇÃO E CONSTRUÇÃO EM AÇO

CONSTRUÇÃO METÁLICA EM CONTEXTO INTERNACIONAL

— EXPERIÊNCIAS NO ORIENTE

Neste artigo serão apresentados dois exemplos de projetos internacionais de construção metálica realizados no Oriente. O primeiro destaque será para a apresentação de construção do novo aeroporto Internacional Heydar Aliyev, na cidade de Baku, Azerbaijão (Baku New Terminal), inaugurado no ano de 2013. Seguidamente será apresentado o projeto Louvre Abu Dhabi nos Emirados Árabes Unidos, em fase final de construção.

Miguel Espinosa
Design Management / Structural Design
Waggoner One Dallas TX

1. BAKU NEW TERMINAL

1.1. Novo terminal de passageiros:

Com vista ao rápido crescimento do tráfego anual de passageiros no aeroporto de Baku para cerca de 3 milhões, a construção de um novo terminal com uma área de implantação de 53.000 m² parecia ser essencial para dar resposta às necessidades.

O edifício do terminal é a peça central no desenvolvimento de nova infraestrutura de apoio de elevada importância estratégica para o país, visto representar o primeiro contacto de milhões de passageiros com a cidade de Baku e com o Azerbaijão, sendo a sua arquitetura e engenharia de autoria de empresa de projeto Arup, de extrema importância para o cliente.

1.2. Geometria e estrutura

O edifício apresenta uma forma em planta caracterizada por se desenvolver ao longo de 3 lados principais que convergem em 3 vértices — um dos vértices apontando para Norte e os outros dois para Sudeste e Sudoeste, respectivamente.

O projeto e construção dos 60.000 m² do conjunto de fachadas em três pedras (incluindo pontes de acesso) e cobertura semi-transparente revestida a vidro e painéis metálicos que envolvem o edifício ficou a cargo de Waggoner One.

A sua geometria é definida através da intersecção entre superfícies cónicas de diferentes diâmetros com uma superfície esférica. Os segmentos de fachada ao longo de cada uma das faces do edifício são definidos pelas superfícies cónicas, resultando numa inclinação de 80° com o plano horizontal para o exterior. A cobertura, por sua vez, está ligada aos contornos superiores de fachada, unindo desta forma os três lados do edifício entre si.

A cobertura tem uma altura variável entre os 17 e os 33 m, sendo a sua geometria descrita por uma superfície esférica no seu ponto mais elevado. A transição entre a cobertura e as fachadas é feita através de uma superfície toroidal no lado Sul e uma superfície tridimensional complexa (do tipo URS) no lado Norte, resultando numa geometria de forma livre com dupla curvatura.

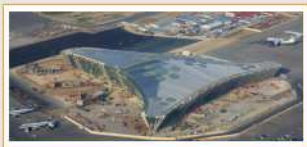
De modo a tornar a geometria complexa numa estrutura realizável é necessário dotar esta superfície contínua em componentes indivi-

duais, o que é conseguido através da definição de uma malha primária triangular com 3m de lado, ao longo da qual se desenvolve a estrutura metálica suportante. No caso da fachada, é definida uma malha primária retangular com 2m de lado e 3m de altura.

A estrutura do edifício é concebida como uma "estrutura dentro de uma estrutura". As estruturas metálicas suportantes de cobertura e fachada exteriores perfazem um total de 3170 toneladas de aço, que envolvem toda a estrutura interior do edifício em betão armado, como se estivessem a flutuar sobre a mesma. As cargas verticais atuantes na cobertura são transferidas através da malha estrutural triangular e transportadas até à viga de bordo com uma geometria curva e desenvolvimento de 800m envolvendo toda a cobertura, apresentando secção transversal solidada com forma trapezoidal de elevada rigidez. A viga de bordo transfere as cargas verticais para a estrutura metálica da fachada num sistema estrutural que inclui 32 colunas principais espaçadas de 18m e 102 colunas intermédias espaçadas de 8m entre si, atuando desta forma como suporte vertical para a cobertura. Na zona inferior de cobertura o suporte das cargas verticais é gerado através de colunas metálicas que



>4



>5



>6

descarregam na estrutura de betão armado do edifício.

O sistema estrutural para as cargas horizontais é conseguido através de um conjunto de 6 contraventamentos localizados no plano de fachada entre duas colunas principais – 2 por cada lado do edifício. Desta forma, as ações horizontais atuantes na fachada e na cobertura

são transferidas através de cobertura até aos contraventamentos.

Paralelamente às funções arquitectónica e estética, o sistema constituído pela cobertura e fachada tem de possibilitar o uso confortável do interior do edifício, tendo por isso responsabilidade primária de garantir funções estruturais e de isolamento. A dualidade e combinação

entre estas duas funções representa um dos maiores desafios para a construção e projeto destes sistemas.

Devido ao compartimento frágil do vidro, a estrutura metálica que suporta a fachada deve, por um lado, garantir a sua estabilidade mas, simultaneamente, garantir que as forças exteriores não causem esforços no plano de fachada que possam danificar a mesma.

Nesta ótica, e para garantir o bom funcionamento de fachada, é necessário que os componentes construtivos dos elementos de ligação e o material calante das juntas consigam absorver as deformações resultantes das ações externas, preservando a sua forma e função impermeabilizante. As juntas de dilatação ajudam, por sua vez, a concentrar estas deformações para que ocorram de forma controlada. Um dos requisitos particulares

» Figura 11 Galo da Noite Terminal – exterior. © Wagner Oliveira / Tesser Pólio

» Figura 12 Galo da Noite Terminal – interiores. © Wagner Oliveira

» Figura 13 Galo da Noite Terminal – estrutura. © Wagner Oliveira



» 8



» 9

de projeto que veio dificultar esta tarefa foi a condição de que a fachada e todos os seus elementos constituintes devam permanecer em perfeita condição mesmo após uma ocorrência sísmica de intensidade e velocidade característica daquela região geográfica.

1.3. Execução

No que diz respeito aos procedimentos de fabricação e execução em obra, os elementos estruturais metálicos de cobertura apresentam seção transversal soldada com forma retangular, com diferentes dimensões e espessuras de chapa. Em cada nó estrutural podem encontrar-se até 8 elementos, com diferente geometria, inclinação e orientação. Os nós metálicos são produzidos individualmente em fábrica, utilizando moldes de modo a assegurar a geometria dos mesmos.

A qualidade de execução dos nós é de extrema importância para o êxito do projeto, visto que

o seu posicionamento em obra controla a precisão da geometria final da estrutura. Os nós são posicionados temporariamente no topo de torres metálicas de suporte, as quais terão soldadas as barras de ligação em cada extremidade, garantindo desta forma que as barras que ficam os nós entre si também terão a orientação e posição corretas.

Para além dos pré-moldes de construção Internacional, o terminal foi distinguido com 5 estrelas pela agência de rating do setor de aviação Skytrax, sendo atualmente um dos aeroportos mais modernos da região.

2. LOUVE ABU DHABI

2.1. Visão e concepção

A ilha de Saadiyat, em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, foi o local de eleição para a realização de um dos maiores empreendimentos imobiliários da região, promovido pela empresa



» 8

local de desenvolvimento, turismo e investimentos (TDIC), passando principalmente pela criação de vários museus com nome Internacional, de modo a promover o desenvolvimento cultural da região.

Um dos museus que se encontram neste momento em fase de construção é o Louvre Abu Dhabi, que consiste num conjunto de edifícios de exposição rodeados pelo mar, como se estivessem a flutuar na água, cobertos por uma cúpula circular em planta que é, de resto, um dos ícones arquitetónicos do projeto.

À visão dos arquitetos A.J.V. – Hottelers Jean Nouvel – consiste na criação de uma cúpula com funções estéticas e de conforto ambiental, que cubra os edifícios do museu, deixando passar menos de 2% de luz solar para criar um efeito ao qual chamam “chuveiro de luz” (rain of light) que se altera ao longo do dia com a variação de incidência de luz solar. Este efeito é conseguido através da sobreposição de um total de 7000 elementos de alumínio em forma de astra distribuídos por 8 camadas, lembrando um

» Figura 3: Delta Sky Terminal – nó. © Waagner Biro / Turner Falls

» Figura 4: Delta Sky Terminal – obra. © Waagner Biro

» Figura 5: Delta Sky Terminal – Interior. © Waagner Biro / Turner Falls

padrão tipo de registo, que se vem de revestimento à estrutura metálica suportante de cúpula, concedendo um filtro de luz que permite controlar a transmissão de luz solar e diferentes tonos do museu.

A cúpula e o seu revestimento, cuja engenharia e construção ficaram ao cargo da Wagnen-Biro, tem um peso total de 7.000 toneladas, sendo suportada estruturalmente por um sistema metálico em treliça apoiado em apenas 4 pontos e vencendo um vão de 178m, tendo um diâmetro exterior de 185m – capaz de cobrir na totalidade o Terreiro do Paço em Lisboa.

A treliça metálica é constituída por um total de 10.500 barras metálicas de secção fechada, ligadas entre si através de ligações aparafusadas nos nós.

O elevado número de elementos construtivos diferentes vem acrescentar um desafio não só do ponto de vista logístico e de fabrico, como também de projeto e engenharia. A resposta a estes desafios é conseguida através do desenvolvimento e implementação de processos altamente automatizados, fazendo recurso a soluções digitais inovadoras no setor.

2.2. Construção em obra

Devido aos apertados prazos de construção, a instalação de cúpula tem de ser executada em paralelo com os edifícios que cobrir, condição que limita consideravelmente a utilização de estruturas de suporte temporárias necessárias à construção de mesma. Para minimizar as estruturas de suporte, a treliça metálica é dividida em 85 elementos prefabricados com um peso máximo até 80 toneladas. Os elementos são suportados temporariamente por torres em estrutura metálica e posteriormente ligados entre si por barras com ligações ajustadas à medida em obra, de modo a acomodar as tolerâncias de fabrico e construção.

Para permitir operações de construção simultâneas na cúpula e nos edifícios inferiores à mesma, são construídas plataformas de trabalho em 3 níveis, suportadas por um sistema de pontes em estrutura metálica com vãos até 30m de comprimento, por sua vez também suportadas por torres metálicas temporárias.

O conjunto total de estruturas metálicas temporárias necessárias à construção de cúpula – 105 torres de suporte e mais de 800 pontes – perfaz cerca de 4000 toneladas, superiores às 3500 toneladas de treliça metálica de própria cúpula, o que ilustra o seu tamanho.

Devido à imitação física em obra, as torres metálicas



BILBAO ESPANHA
06>08 JUNHO

FERRO FORMA 2017

FERRAMENTAS
REVOLUCIONÁRIAS

www.ferroforma.eu



INDUSTRY



SUB
CON
TRATA
CIÓN 17

BEAC

8-9 e
2017

PUMP & VALVE

WATERMATE

FERMAO
2017

FOULT 17

Roberto Gómez Lanza
Tel: +351 966 36 76 54
rlanza@bec.eu



BILBAO
EXHIBITION
CENTRE

BOEBO 2017



17



18

não têm fundação própria e são suportadas pelas estruturas de betão armado dos edifícios do museu, que têm de ser reforçadas consideravelmente para suportar as cargas adicionais em fase temporária, que são largamente superiores às cargas em fase permanente.

Este esquema de construção obrigou o projeto das torres de suporte a estar coordenado e a acompanhar o projeto dos edifícios do museu, que foi possível através de colaboração intensa e pró-ativa entre as diferentes equipas de projeto e de obra.

Após a sua conclusão, estimada para 2017, o museu do Louvre em Abu Dhabi será não só um ícone arquitetónico e uma mala-valsa patrimonial para a região como também uma referência que irá, sem dúvida, reforçar a posição do Emirato no plano cultural internacional.

todos os intervenientes, tendo em conta os obstáculos que apresentam.

Estes desafios desempenham, por outro lado, um papel importante na contribuição para o

desenvolvimento das empresas de Indústria no que diz respeito ao seu enquadramento internacional, fator fundamental no mundo cada vez mais globalizado no qual vivemos. ■

REFERÊNCIAS

- [1] Gopinath, M., Beiner, J., Diggler, S. *„Befragung in Dubai, Abu Dhabi: Eine Bestandsaufnahme eines neuen Flughafeninterkontinental in Asien“*. *Archiv*, *Stahbau* 74 (2012), S. 2, p. 274–276.
- [2] Hain, T., Steiner, T. *„Entstehung des Konzeptes im Internationalen Umfeld“*. *Planung und Ausführung des neuen Flughafeninterkontinental in Dubai, Konzeptions- und architektonische Projekte im Rahmen der „Tagung des 12. Stahlkongresses 2012 – Studenten der Technischen Universität, Darmstadt“*.
- [3] Diggler, S. *„Einfluss und Einbindung von Fachfirmen beim Stahl- und Beton-Bau“*. *Berichte der Fachtagung Stahlbau-Deutscher Stahl, Proj. W. Wagner, S. 402–403*.
- [4] Steiner, S., Zechner, J., Hain, T. *„Einblicke auf die Bauarbeiten“*. *Stahbau* 73 (2010), S. 8, p. 302–312.
- [5] Gohda, L., Frenn, J.W., Gopinath, M., Diggler, S. *„Fog-like behavior of multiple thin misted floors for ventilation in closed spaces with steel and concrete frames“*. *Steel and Composite Structures*, Vol. 24, No. 3 (2012), p. 247–256.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os maiores desafios no projeto e construção de estruturas metálicas em contexto internacional estão relacionados com o trabalho e cooperação entre equipas multidisciplinares, tanto em fase de projeto como em obra.

O contacto com diferentes idiomas e culturas aliados a diferenças nos métodos de trabalho e conceitos normativos dos diferentes países são, por um lado, um desafio constante para



19

• Figura 7. Louvre Abu Dhabi – vista a noite. © Wagner-Eise / TSC / Helmut Jahn Bauart.

• Figura 8. Louvre Abu Dhabi – vista a noite. © Wagner-Eise / TSC / Helmut Jahn Bauart.

• Figura 9. Louvre Abu Dhabi – exterior. © Wagner-Eise / TSC / Helmut Jahn Bauart.

REABILITAÇÃO E CONSTRUÇÃO EM AÇO PONTES FERROVIÁRIAS COM TABULEIRO MISTO AÇO-BETÃO

Na maioria das pontes ferroviárias, em que é requerida pequena deformabilidade para os efeitos de cargas aleatórias dos comboios, os tabuleiros mistos aço-betão dão uma solução muito bem adaptada, dada que escolhem elevada rigidez e um peso relativamente baixo. A laje de betão tem a vantagem adicional de facilitar a instalação de vãs balstradas. Os tabuleiros mistos foram utilizados em diversos projetos de pontes ferroviárias com secções transversais: a) de tipo bi-viga, b) em caixa, e c) em treliça mista. Esta diversidade construtiva, aliás, uma das grandes vantagens dos tabuleiros mistos, tornando-as particularmente bem adaptadas tanto para pequenas pontes como para atravessamentos ferroviários muito importantes ou com grandes vãos. Apresentam-se alguns destes projetos realizados nos últimos 23 anos, que resultam da versatilidade dos tabuleiros mistos em pontes ferroviárias.

Artur de S. Pinho
Prof. Catedrático do IIT, ISEP Engenharia, S.A.
José J. Oliveira Pinho
Prof. Auxiliar do IIT, ISEP Engenharia, S.A.

TABULEIRO BI-VIGA

Os tabuleiros bi-viga de secção soldada são bem adaptados para pontes ferroviárias com vãos médios. São soluções económicas e simples de construir, tanto na prefabricação dos vigas como na sua montagem a grua ou por lançamento incremental.

Esta solução foi utilizada na Ponte ferroviária sobre o Rio Ave, concluída em 1998. Com vãos de 27,5+25+27,5 m, o tabuleiro tem vigas em aço S355 HL de altura variável entre 3 m sobre os pilares e 2 m nos vãos, sobre as quais se apoia laje de espessura variável entre 0,35 m e 0,32 m. As vigas possuem bancos de 30 e 30 mm de espessura, e almas de 25 mm nos apoios e 20 mm nos vãos, com reforço vertical. A montagem de parte metálica do tabuleiro foi feita a grua, tendo a laje sido betonada por segmentos.

No mesmo ano foi concluída a instalação do tabuleiro ferroviário no Viaduto de Acesso à Ponte 25 de Abril, em Lisboa, em que se utilizou também um tabuleiro bi-viga. Trata-se de uma obra construída nos anos sessenta

do século passado, em que se previu a possibilidade de transferir do caminho-de-ferro para o tabuleiro rodoviário (Fig. 1). Com vãos de 78 m, pretendia-se utilizar uma solução leve (para não aumentar as ações sísmicas sobre a massa e infraestrutura), e fácil de construir sobre uma construção já existente e ocupada. Porém, os tabuleiros mistos em treliça e em caixa. Contudo, tendo em conta os enormes condicionantes locais, o tabuleiro bi-viga em S355 H205 foi escolhido por ser o que melhor se adequava ao método construtivo de lançamento incremental, que se afigurava imprescindível em face dos condicionamentos de ocupação da zona [2,3]. As vigas, com 4,07 m de altura, apoiam uma laje de 0,35 m ligada por conectores de cabeça com 22 mm, tendo bancos de espessuras entre os 40 e 120 mm e larguras entre 0,8 e 1,3 m. As almas têm espessura constante de 25 mm, tendo em conta a fase de lançamento incremental, realizado a partir de ambas as extremidades do tabuleiro. O tabuleiro possui duas vigas afetadas de 3,4 m, e apenas uma junta entre as duas fogos de tabuleiro entre

o encontro Norte e o pilar P14 (252,3 m) e do pilar P7 ao pilar P14 (328,8 m).

O mesmo tipo de tabuleiro foi utilizado nos Viadutos de Acesso à Ponte sobre o Rio Tejo, em Alcácer do Sal (concluídos em 2010).

O Viaduto de Mala Norte tem vãos de 54,3 m e 22,9 m e comprimentos de 224 m e 457 m (Fig. 2) [4,5]. Foram adotadas duas vigas de secção soldada em aço S355 H205 de 2,22 m de altura, com bancos de 30 e 30 mm, sobre a zona de estação existente sobre o viaduto de Mala Sul em que, devido ao aumento do vão para 40,3 m e de maior carga permanente da estrutura, os bancos inferiores nas apoias atingem 140 mm de espessura. Devido à curvatura em planta dos tabuleiros, utilizaram-se contraeventamentos tubulares em aço S355 NH.

O atravessamento de baixo altitude do Rio Tejo requereu uma obra de arte com extensão de 2,7 km em que se adotou via dupla balstrada e carril em barra longa soldada. Para se em conta a interação via-estrutura e a influência das ações sísmicas longitudinais, a estrutura foi

segmentada em treços contínuos com vãos tipo de 45 m e 37,5 m, separados por treços isotrânicos (tramos de compensação) onde se localizam os aparelhos de dilatação de via [Fig. 3] [4,7].

- Viaduto Norte:
1130 m – 235,75+45+785+45
- Ponte sobre o Rio Sado:
480 m – 3 x 160
- Viaduto Sul:
1140 m – 45+720+37,5+337,5

Na concepção geral de obra optou-se por um tabuleiro de altura constante de 3 m, com vigas de 2,5 m de altura e uma laje de betão armado com 0,4 m. O aço utilizado foi o S355 NL, com exceção dos bloqueadores sísmicos da ponte, em aço S480 NL. Os viadutos de acesso foram executados por lançamento incremental da estrutura metálica, seguida pela betonagem da laje, utilizando cimbragem móvel apoiada nas vigas [Fig. 3].

A largura corrente do tabuleiro é de 13,15 m, alargando até 18 m na aproximação à ponte, devido à inserção do arco central na ponte. As vigas possuem bancos superiores de 700 mm de largura e espessura variável de 30 mm no vão a 70 mm nos apoios, e bancos inferiores de 1000 mm de largura e espessuras variáveis de 80 mm no vão a 30 mm nos apoios. A espessura de alma é de 18 mm nas secções de vão e 25 mm nas secções de apoio, com reforço vertical formado por 1/2 IPE400 espaçados de 3,75 m. Os diafragmas verticais são afastados de 7,5 m, sendo formados por tubos CHS 133,7 mm, 8 e 12 mm de espessura. O contraventamento em planta do banco inferior é formado por 1/2 HE400, que suportam o pesadão de inspeção e asseguram o comportamento equivalente a uma secção em caixa, melhorando o funcionamento para sobrecargas ferroviárias excêntricas e a rigidez de torção do tabuleiro.

TABULEIRO EM CAIXÃO

Um caixão misto foi proposto em 1998 para



> 1



> 2

> Figura 3: Tabuleiro ferroviário de acesso Norte à Ponte 23 de Abril, em Lisboa [1, 2]
> Figura 3: Viaduto de Acesso - Norte da Ponte [4, 5]

a quadruplicação da linha de Sintra, junto da Estação de Benfics, em Lisboa. O tabuleiro com 20 m de vão devia ser esbeto e rígido e, acima de tudo, rápido e seguro de construir sobre uma via de tráfego intenso. Uma solução com caldes mistas tornou-se evidente, como variante à solução embetão armado pré-

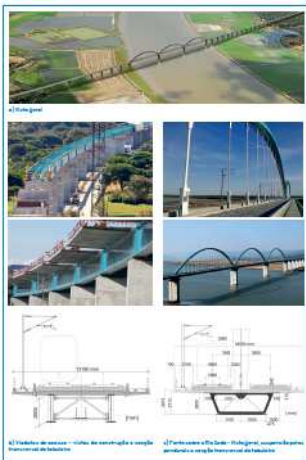
esforçado do projeto oficial. Quatro pequenas caldes de 0,80 m de altura foram montadas à grua numa noite. Nos dias seguintes foram colocadas as pré-lajes colaborantes e as armaduras, betonada a laje de 0,20 m de espessura, e executados os acabamentos. A solução teve grande aceitação, e o Duro de

Osé decidiu de seguida substituir também a antiga ponte metálica paralela por um tabuleiro do mesmo tipo.

Reativaram-se do Rio Sado e igualmente utilizado um tabuleiro em calda mista e suspensão independente de trechos do tipo "bowstring", para conferir ao tabuleiro a necessária rigidez à torção e pequena deformabilidade vertical durante a passagem dos comboios. Foi, assim, adotado um tabuleiro contínuo de 3 m de altura apoiado em 4 pilares espaçados de 100 m entre si, e suspensão independente perpendicular (Fig. 3) [2,7]. O calda trapezoidal é formado por um banco inferior com uma largura de 8,2 m e três bancos superiores – dois laterais sobre os eixos com 1,5 m de largura, e um central de 1,2 m de largura sobre os diagonais de suspensão. Os bancos têm espessura variável entre 30 e 80 mm, enquanto o alma tem 30 mm de espessura. Os arcos com espessura variável de 80 e 120 mm têm uma secção hexagonal que alarga em altura, e 25,0 m de altura.

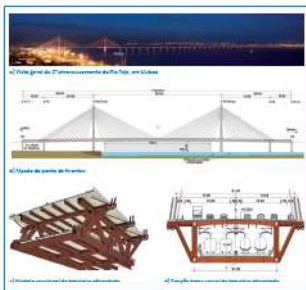
Os arcos pendurais substituídos por barras metálicas de diâmetro 200 mm em aço S355 NL suspendem cada vão do tabuleiro. Para melhorar o comportamento à fadiga, as ligações dos pendurais são realizadas com rótulas esféricas inseridas em peças de aço vacado S235NL [EN10340], que permitem as rotações de flexão e de torção do tabuleiro sob sobrecargas ferroviárias excêntricas, e as deformações transversais dos pendurais devido ao vento. A transferência de forças dos pendurais às almas é feita por diagonais metálicas com secção retangular [800x35mm], espaçadas de 8 m, tal como os pendurais. A ligação no nó inferior às almas é feita por intermédio de peças de aço vacado para melhorar resistência à fadiga de ligação.

A montagem do tabuleiro da ponte foi feita também por lançamentos incrementais, como nos viadutos, com auxílio de dois pilares provisórios em cada vão. Seguiu-se a montagem do arco com apoios provisórios, e suspensão do tabuleiro pelos pendurais, e betonagem da laje, o assentamento do tabuleiro ao nível dos apoios inferiores e, por fim, a execução dos acabamentos e o reforçamento final dos pendurais.



> 3

• Figura 3. Detalhes do arco e Ponte sobre o Rio Sado em Tróia de S. [2,7]



3-6

TABULEIROS EM TRELIÇA MISTA

Os tabuleiros em treliça têm sido muito utilizados em pontes ferroviárias por serem simultaneamente leves e de grande rigidez. A conjugação com a laje de betão, embora aumentando o seu peso, aumenta também a rigidez do tabuleiro e facilita a colocação do balastro, com a vantagem de manutenção do tipo de apoio do carril em "barras longas soldadas" de plena via. A opção por uma laje ao nível de corda superior é a mais eficaz, dado que apenas numa zona restrita sobre os apoios a laje está tracionada e fissurada. Contudo, são numerosas as situações de atravessamento de vias inferiores ou linhas de água a pequena altura, em que, por uma questão de gabarito inferior, a treliça tem de ser invertida, estando a laje localizada ao nível de corda inferior. Soluções em treliça mista invertida foram propostas para diversas obras de ligação de alta velocidade Lisboa-Madrid,

como no caso do viaduto sobre a autoestrada A8 próximo de Elvas, composto por duas treliças de 4 m para um vão central de 54 m [6]. As cordas superiores e inferiores eram compostas por secções retangulares tubulares soldadas de 800x400 mm e de 800x800 mm, respetivamente, em aço S355 HL. Ao nível do topo de corda inferior, a laje de 0,35 m de espessura era suportada por carlingas espaçadas de 4,5 m.

Soluções em treliça mista têm sido também propostas para tabuleiros rodoviários, como no caso da terceira travessa do Tejo, em Lisboa. Trata-se de uma ligação com cerca de 7,3 km entre a zona oriental de Lisboa e o Barreiro para seis vias de tráfego rodoviário, duas vias ferroviárias convencionais e duas vias de alta velocidade [Fig. 4].

Tendo em conta que uma solução balastroada ao longo de toda a extensão de obra foi a opção do Gons de Oros para o Projeto de Referência, um tabuleiro misto em treliça

do tipo "double-deck" afirmou-se a melhor solução, por ser mais leve que tabuleiros em betão e mais rígido e eficiente que tabuleiros mistos em calado e um só nível que, devido à sua largura, conduzia a um grande impacto visual do lado de Lisboa. A grande extensão de tabuleiro entre os canais de navegação e Hortes e Sulfo, assim, projetada com tramos tipo de 120 m de vão, tramos laterais de 105 m e tramos isotéticos de compensação de 90 m. Ao longo de toda a extensão utilizou-se uma secção transversal com dupla treliça Horren de 3,6 m de altura entre eixos de cordas e 15 m entre diagonais, em aço S460 M e HL para secções soldadas com 15 e 90 mm de espessura, e duas lajes conectadas às carlingas transversais.

No canal de Cabo Ruivo, junto a Lisboa, era requerida uma largura de navegação de 450 m, o que, tendo em conta o vão do traçado e as dimensões dos apoios e das proteções necessárias para a navegação fluvial, conduziu a um vão central de 340 m [Fig. 4]. Trata-se de um vão muito longo para um tabuleiro ferroviário com quatro vias, só possível de realizar com um tabuleiro em treliça suspensa [como no caso de Ponte 23 de Abril], ou alinhada [10]. Foi escolhida a segunda opção, mais económica

ca, mas em que as compressões introduzidas pelas frentes no tabuleiro tinham de ser consideradas. A opção por uma trilha mista leve, assim, toda a vantagem, permitindo equilibrar grande parte das compressões das frentes. Estendeu-se, assim, a solução dos tramos correnteis também ao tabuleiro alinhado de ponte, com dois planos laterais de frentes de 47 e 109 cordões.

Relativamente à deformabilidade do tabuleiro, parâmetro fundamental para a operacionalidade dos comboios, e máxima flecha devido às sobrecargas de serviço em de 1,0 m. As primeiras frequências de vibração vertical de flexão e torção eram de 0,31 Hz e 0,50 Hz, ou seja, quase 3 vezes as correspondentes frequências na ponte 25 de Abril. Nos análises dinâmicas simulando a passagem de composições ferroviárias reais do tipo TGVH até à máxima velocidade prevista na aproximação

a Lisboa de 120 km/h, registaram-se acelerações verticais de jico de ordem de 1 m/s², bastante inferiores ao limite regulamentar de 3,5 m/s². O comportamento aerodinâmico do tabuleiro foi investigado num anexo em túnel de vento de um modelo seccional, evidenciando estabilidade aerodinâmica até velocidades críticas do vento de ordem dos 230 km/h [9].

REFERÊNCIAS

- [1] Melo, A. J. (1984), "O novo Tercio Ferroviário sobre o Rio Ave", *Revista de Engenharia Portuguesa de Construção Habitacional*, nº3, Setembro de 1984.
- [2] Melo, A. J. (1986), "A solução estrutural do novo Tercio Ferroviário sobre o Rio Ave", *Proceedings of the 1982 Symposium*, Vol. 72/3, São Francisco, 1982.
- [3] Melo, A. J. (1984), "The environmental aerodynamic loading of the Aveiro Tercio Bridge Model", *Proceedings of*

- the 1982 Symposium*, pp. 558-577, Lisboa, 1982.
- [4] Melo, A. J. (1985), "Dimensionamento e Projeto das Frentes", *Ano de Engenharia Construção Habitacional*, Lisboa, 1985.
- [5] Melo, A. J., Lopes, R. (1984), "The New Metro of Aveiro: A study of Bridge Frentes", *Proceedings of the 1982 Symposium*, Lisboa, 1982.
- [6] Melo, A. J., Lopes, R. (1984), "Aerodinâmica do Tabuleiro do Tercio sobre o Rio Ave", *Proceedings of the 1982 Symposium Habitacional*, Lisboa, 1982.
- [7] Melo, A. J. et al. (1984), "The Steel design for the new railway bridge over the River Sado in Portugal", *Steel Construction - Design and Research*, Vol.2 (1984), nº4, pp. 222-232.
- [8] Melo, A. J., Faria, J. G. (1984), "Campos de stress de fadiga de um novo tipo de ligação", *Steel Construction - Design and Research*, Vol.4 (1984), nº2, pp. 179-182.
- [9] Melo, A. J. (1984), "Steel Concrete Composite Bridge Systems and Design Issues", *Proceedings of the 7th International Conference on Steel Bridges*, Barcelona, 1984.
- [10] Faria, J. G. Melo, A. (1984), "Carregação e construção de pontes alinhadas com tabuleiro misto aço betão", *Revista Portuguesa de Engenharia de Construção*, Junho, nº 8, Junho 1984, pp. 12-28.



LEMCOR
sustainable architecture

Contactos:
969 743 900
969 725 748
255 924 434

Casas Pré-fabricadas /Modulares

www.lemcor.pt / geral@lemcor.pt



Construção em Light Steel Framing,
um conceito do futuro

REABILITAÇÃO E CONSTRUÇÃO EM AÇO VIADUTO FERROVIÁRIO AO PK 36+970 NA LINHA DE THÉNIA TIZI-OUZOU, ARGÉLIA — VIADUTO METÁLICO

Na linha ferroviária que percorre a Argélia ao longo do eixo de Hadjerrâmes, que é a zona mais fértil e povoada do país, há um traço, ainda em construção, entre as cidades de Thénia, a cerca de 50 km a Este da capital Argai, e a de Tizi-Ouzou, a cerca de 50, onde se encontra o viaduto em análise, mais concretamente no km 36,37, a 10 km de Tizi-Ouzou. Este obra insere-se no âmbito da eletrificação e modernização desta traça, empreitada de conceção/ construção lançada pela ANECRIP (Agence Nationale d'Études et de Suivi de la Réalisation des Investissements Ferroviaires). Trata-se de um viaduto com 700 m de extensão, que atravessa uma auto-estrada, duas condutas de água de abutção a Argai e o rio Oued Ferasou, afluente do rio Isser, e acessos metros de sua foz, sendo, portanto, uma zona de aluvião.

Nome Responsável:
TEODORA BUNTE – Engenharia Construções, S.A.

Estes condicionantes exigiram que o viaduto se dividisse em duas soluções construtivas: um viaduto de grandes vãos na zona de maiores condicionantes e um viaduto de pequenos vãos, em arco, na zona aluvional. O primeiro é caracterizado por uma estrutura metálica contínua, de 4 arcos triangulados com 120 m de vão, pertencendo um total de 912 m. O segundo, com uma extensão de 250 m, é constituído por seis arcos em balanço armado, respeitando arquitectonicamente o prebendo pela ANECRIP (Fig. 1). A empresa de projeto contratada foi a LCW Consult S.A., que desenvolveu toda a conceção, fortemente afetada pelas ações sísmicas que são, nesta zona de Argélia, muito frequentes e de grande intensidade.

A CONCEÇÃO

A estrutura metálica do viaduto, com peso total de 9100 ton, é constituída por dois arcos por cada vão, dispostos obliquamente

com inclinação de 8° para dentro, e por um tabuleiro inferior ortotrópico que sustenta a via-férrea dupla balestrada. Os arcos têm desenvolvimento circular, uma altura de 29,0 m e são ligados entre si por contra-ventamentos de secção quadrada em caixão e cada 10 m. A largura da superestrutura na base é de 13,25m, de modo a abrigar as duas vias ferroviárias, sendo de 0 m o afastamento mínimo dos arcos, no topo (Fig. 2). A rasante insere-se num traçado retilíneo com 1,8% de inclinação, ficando o extremo do lado de Thénia 0 m acima do de Tizi-Ouzou.

Para a suspensão do tabuleiro foi adotado um sistema triangulado, com diagonais de secção quadrada em caixão, cujos vértices inferiores se ligam ao tabuleiro a espaços de 10 m. Este sistema é capaz de resistir melhor aos esforços de compressão e tração que são introduzidos quer na fase de serviço quer na de lançamento, proporcionando um melhor comportamento às cargas concentradas no tabuleiro na fase de lançamento, dispensando

elementos provisórios de reforço.

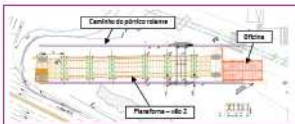
O tabuleiro ortotrópico, levdado por vigas com e alma inclinada, no plano do arco, e com um banco inferior centrado com a alma (Figura 3a), constitui o tirante inferior do arco ao mesmo tempo que, em conjunto com os cerçings e os reforços longitudinais de secção trapezoidal, suporta os esforços de flexão transversal localizados devido ao peso de via-férrea e do respetivo material circulante.

Os 4 arcos que compõem o viaduto são contínuos, o que permite reduzir o número de aparelhos de dilatação de via (sem ultrapassar o máximo de ±300mm imposto pelo Dano-de-Obra) e concentrar num único pilar as forças sísmicas, melhorando o funcionamento da obra. As ligações são todas soldadas com exceção das ligações das diagonais às cordas, que se efetuam por meio de ligações aparafusadas pré-esforçadas.

As secções transversais dos elementos estruturais principais têm as configurações ilustradas na Figura 3.



04



05



06



07

mator foi a da montagem, que exigiu a cooperação das várias entidades envolvidas, desde o projetista de obra de arte até ao diretor da obra, passando pelos engenheiros projetistas, preparadores, desenhadores e encarregados da empresa executora.

As condicionantes referidas no início não são determinantes e a geometria final de obra de arte como também o processo construtivo adotado, que teve de ser esboçado ainda em fase de projeto, por afetar a concepção de própria estrutura metálica.

O facto de três dos quatro vãos do viaduto estarem densamente ocupados, o primeiro com a auto-estrada RN12, de tráfego intenso e com alinhamento encaixado em relação ao viaduto, o terceiro com as duas condutas de abastecimento de água de 1,8 m de diâmetro

também encaixadas e o quarto como rio, afetado ao facto de o segundo vão não apresentar contrangimentos de maior, levou a que se construísse uma plataforma neste vão onde foram montados sucessivamente os quatro trechos, à medida que lançando lençóis para os vãos respetivos.

A plataforma foi erguida sobre pórticos metálicos, ou seja pilares, em tubo Ø1000 mm, foram cravadas no solo. Entre os pórticos foram colocados esses módulos que serviram de apoio a um estrado de madeira assente em vigas metálicas [Fig. 4].

Para a colocação dos elementos metálicos foi utilizado um pórtico diante de 40 ton com 44 m de altura livre e 27,5 m de vão [Fig. 7]. A dimensão deste vão teve por objetivo criar uma faixa lateral à plataforma de montagem onde

eram armazenados os elementos finalizados, de modo a serem içados pelo pórtico à medida que fossem necessários. O local onde foi possível construir a neve oficial, devido aos contrangimentos existentes e aos limites do estaleiro, foi sob o próprio viaduto, encostado aos pilares do vão 2 [Fig. 5].

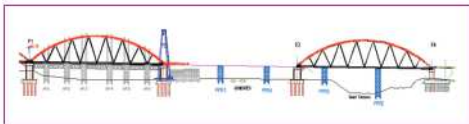
Para facilitar a movimentação dos elementos metálicos a neve foi provida de uma cobertura amovível que permitia içar as peças metálicas com o grande pórtico rolante [Fig. 6]. Para além disto era equipada com uma ponte rolante de 12 ton que facilitava a movimentação das peças no seu interior. Para a montagem dos arcos, os pilares de plataforma foram estendidos até à sua altura, de forma a criar apoios para os treços formados na oficina [Fig. 7].

• Figura 4: Plataforma de montagem no vão 2.

• Figura 5: Lugar de armazenamento de materiais - vão 2.

• Figura 6: Neve oficial.

• Figura 7: Montagem do arco 6.



> 8

O LANÇAMENTO

Para o lançamento dos tramos do viaduto foi adotado um sistema de tração por meio de cordões de aço e cilindros hidráulicos, comandados a partir de uma central sincronizada computadorizada, com uma capacidade total de 200 ton. Os cordões foram ancorados na parte posterior do tramo e traçoados a partir de um dos pilares (Fig. 10). Para tornar possível o lançamento do tramo, este teve de ser provido de nervas metálicas. As dimensões das nervas e o número de pilares provisórios intermédios foram otimizados de forma a minimizar os custos globais e tendo em conta as condicionantes locais. Também foram tidos em conta os custos com o reforço estrutural dos elementos do viaduto, como por exemplo, aquele que foi efetuado nas diagonais, que na fase de lançamento são sujeitas a elevados esforços de compressão. O nervo anterior era provido de um sistema hidráulico para o elevar e apoiar nos pilões de deslocamento existentes nos pilares provisórios e definitivos. O posterior terminava em tempo para permitir uma solda suave dos apoios (Fig. 9, 5). Lateralmente, a ponte era também guiada por pilões.

A dinâmica do lançamento foi analisada *step by step*, simulando-se a passagem dos tramos em cada um dos vãos, num número bastante elevado de posições, para assim verificar e dimensionar todos os elementos associados



> 9



> 10

às operações de lançamento, tais como os componentes estruturais do viaduto, as es-

truturas das nervas e as reações nos apoios, entre outros.

- > Figura 8: Capoteira de lançamento de vão 2.
- > Figura 9: Vão 2 após lançamento. Vista do nervo posterior.
- > Figura 10: Sistema de tração.



> 11

A CONEXÃO DOS TRAMOS

O tramo do vão Z foi montado em último lugar, após translação dos outros tramos para os lugares respectivos. Dado tratar-se de uma estrutura contínua, a soldadura dos tramos entre si foi efetuada após a montagem do último tramo, a que se seguiu a transferência de carga para os apoios de apoio definitivo.

Para tal, foi necessário talvar a estrutura em cerca de 50mm, que foi a folga assumida no posicionamento simétrico dos perfis de deslocamento. Tendo em conta a reduzida altura e baixa relativamente à dimensão dos vãos, não foi necessário tomar cuidados especiais no faseamento nem na sequência das operações. Para tal, foram utilizados 4 cilindros hidráulicos de 500 ton nos pilares e 2 nos encontros.



> 12

CONCLUSÕES

A execução desta obra foi bastante eficiente, principalmente por toda a envolvente de engenharia que foi necessário empregar, de forma a levar a cabo uma empreitada de grande envergadura e com um grau de dificuldade bastante exigente. A estreita e contínua colaboração entre os diversos setores de empresa (Metalomecânica, Bestecnia, Infraestruturas e Departamento de Projeto) e o Projetoista de estrutura foram fundamentais para o sucesso de execução dos trabalhos.

A engenharia desempenhou aqui, de forma exemplar, a sua missão de criar objetos capazes de cumprir eficazmente e a seu menor custo possível para o Homem. Foi ainda alcançado um resultado arquitetonicamente muito agradável, consequência natural de formas e dimensionamentos originados eficazmente pela função pretendida, seguindo um dos principais objetivos de engenharia. ■



> 13



> 14

- Figura 11: Imagem de esforços e deformações na estrutura obtidas pelo LDM.
- Figura 12: Vista dos metais em fase de montagem.
- Figura 13: Vista dos metais em conclusão.
- Figura 14: Vista geral da estrutura concluída.

MASSA ESTUQUE

REABILITA ANTI-FISSURAS

MASSA ESTUQUE REABILITA - ANTI-FISSURAS é uma massa de estuque à base de gesso e fibras, indicada para o enchimento e separação de paredes e tetos, bem como para a execução de pe que nos trabalhos de mates e enchimento de roços.

É ideal para aplicações em conservação e reabilitação, pois existe uma excelente compatibilidade entre este material e os tradicionalmente utilizados nos revestimentos e suportes antigos.

A sua formulação com fibras garante excelentes prestações em termos de resistência à fissuração, tornando-se especialmente indicada para aplicação em suportes mais não estáveis.

VANTAGENS

- Anti-fissuração
- Reforçada com fibras
- Excelente aderência a suportes novos e antigos
- Promove compatibilidade entre suportes
- Elevada resistência
- Excelente trabalhabilidade
- Disponível nas versões de presa normal (20min a 45min) e longa (1h30min a 3h)



SIVAL

GESSO ESPECIAL

HÁ 70 ANOS A CUIDAR DO SEU CONFORTO

WWW.SIVALPT

ESTUDO DE CASO

REFORÇO À FADIGA DE
PONTE METÁLICA FERROVIÁRIA COM
LAMINADO CFRP PRÉ-ESFORÇADO NÃO ADERENTE

Flávio Diniz de Jesus Pereira
S&P – Clavis/Clavis/Inovant/Clavis

Foi desenvolvido um estudo de aplicação do sistema de reforço à fadiga da Ponte metálica ferroviária de Mönchstein, na Áustria, através de um sistema de laminados CFRP pré-esforçado não aderente.

A Ponte de Mönchstein localiza-se perto da cidade de Basel, permite a travessia do Rio Reno e foi construída em 1873 por Gustav Eiffel. Em 1951, 15 anos após entrar em serviço, a ponte colapsou aquando de passagem de um comboio de passageiros. O acidente foi investigado pelo Prof. L. Tetmajer, primeiro diretor da DMPA. Desta investigação concluiu-se que a fórmula de Euler para a encurvadura deveria ser modificada para elementos esbeltos. Foi

então construída uma nova ponte em 1952, com um único vão, para estabelecer a ligação ferroviária. O tráfego normal diário inclui comboios de mercadorias e passageiros.

Os métodos de reparação/reforço tradicionais de pontes metálicas envolvem geralmente soluções passivas com elementos metálicos, também suscetíveis à fadiga.

Os materiais de reforço CFRP têm vindo a ser utilizados em muitas aplicações de reforço por serem um elevado rácio resistência-peso, elevada resistência à corrosão e excelente performance à fadiga. O recurso a pré-esforço permite utilizar maior capacidade resistente do material, o que resulta no aumento das tensões de cedência e capacidade resistente dos elementos estruturais reforçados.

Neste estudo-caso apresenta-se um método inovador de reforço com laminados CFRP, que dispensa a reparação de superfície, diminuindo o tempo de aplicação do sistema em obra.

A ponte foi construída em ferro forjado. De acordo com o documento de projeto Le module de Young, tensão de cedência e tensão última são 200 MPa, 220 MPa e 320 MPa, respectivamente. Os laminados de carbono são do tipo S&P C-Laminata 130/2000 50/1,2 (30 mm de largura e 1,2 mm de espessura) com E=187,2 GPa e resistência à tração de 2710 MPa. Para medir as extensões laminados foram colados vários extensómetros – um extensómetro na zona central de cada laminado tipo B/L2D LY18, com fator k=2,05±1 e resistência eléctrica de 120kΩ±0,35%. Para medir a extensão das



[a] Ponte sobre o rio Reno de Mönchstein



[b] Conexão de 22 perfis em comprimento total de 46,2 m, altura de 6,8 m e largura de 2 m, em construção concluída a 10°

Figura 1 - Ponte de Mönchstein - autoria de [2]



Figura 2 - Sistema de monitorização estrutural de fadiga - autoria de [3].

vigas metálicas foram colocados sensores magnéticos $\pm 0,544$ na alma inferior das vigas do tipo P9MH-1 [CEP-8], $\pm 2,02 \pm 2$ e resistência elétrica de $120 \Omega \pm 0,5\%$ [9].

Foi também instalada uma rede de sensores wireless, que agrega os vários equipamentos de medição mencionados, bem como medidores de temperatura ambiente e humidade relativa. A rede de sensores wireless, que inclui sensores de 8 canais e três das estações base foi fornecida pela Decantech GmbH [9] – ver Fig. 2. Previamente à aplicação do sistema de pré-esforço não aderente na estrutura da ponte foram realizados ensaios laboratoriais com diversos tipos de carregamento, de forma a estudar o comportamento estático e o comportamento à fadiga das vigas metálicas [3]. Os ensaios à fadiga foram realizados de tal forma que o método analítico desenvolvido foi ensaiado experimentalmente. Foi ensaiado um total de

dois vigas metálicas em duas fases: uma fase inicial de quatro vigas, e duas adicionais em fase posterior. Todas as vigas foram ensaiadas com recurso a um sistema simétrico de quatro pontos de fixação e um vão de 5 m. Em cada uma das vigas, foram abertos dois pequenos orifícios a meio vão do banzo inferior, para criar zonas de concentração de tensões e consequente abertura de fissuras por fadiga, bem como simular o efeito das aberturas dos rebites das vigas. A viga de controlo (não reforçada) foi ensaiada para uma carga cíclica de fadiga P entre 2,5 e 50 kN, tendo sido detetada uma fissura no ciclo $N=600\,000$ e ensaio parado. As outras três vigas reforçadas foram ensaiadas com níveis de pré-esforço de 30% ($N=2\,000\,000$ de ciclos para carga similar à viga de controlo), 22% ($N=4\,000\,000$ sem abertura de fissuras) e 14% respetivamente ($N=1\,200\,000$ com abertura de fissura). Constatou-se a correspondência de

resultados entre os ensaios experimentais e a formulação analítica. Por questões de dispersão de resultados, foram ainda ensaiadas mais duas vigas, com procedimento idêntico ao descrito. Maior detalhe sobre o plano de ensaios realizados poderá ser consultado em [3]. No que se refere à estrutura da ponte metálica, as tensões na alma inferior das vigas foram determinadas por via de modelação em elementos finitos, considerando as cargas permanentes e a sobrecarga do comboio de mercadorias D4 [ver Fig. 3], de acordo com as imposições do código Suíço SIA. O método analítico desenvolvido tem por base o princípio de Constant Life Diagram (CLD) e os critérios de fadiga de Goodman e Johnson modificados. Estes critérios incorporam a variação de tensões, o nível médio de tensões e as propriedades do material – Fig. 4. Com base nestes critérios foram determinados os níveis

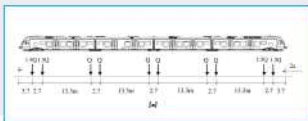
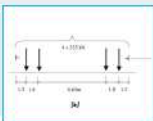


Figura 3 - Distribuição de carga de mercadorias D4 [a] e de mercadorias D4 [b] – autoria de [3].



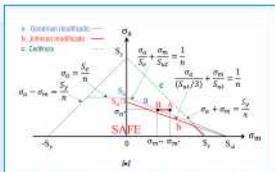
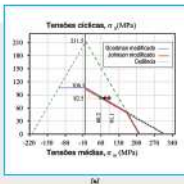


Figura 1 - Gráfico de interação de esforços de flexão de aço reforçado com fibras modificadas - método de [2].



[2].

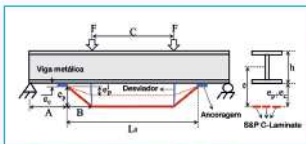


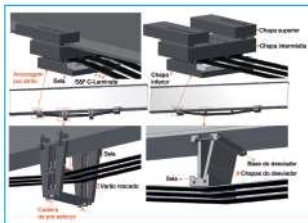
Figura 3 - Diagrama de uma viga metálica reforçada com laminados CFRP - método de [2].

de pré-esforço mínimas para prevenir o início do aparecimento de fissuras por fadiga.

A força de pré-esforço aplicada ao sistema de reforço com laminados CFRP permite reduzir o nível médio de tensões, de forma a que a estrutura metálica, inicialmente sujeita a níveis de tensões elevadas, passe para um regime de tensões seguras e tendencialmente simplificadas. De acordo com a metodologia analítica desenvolvida, foi também possível determinar os níveis de tensão de viga em análise. Concluiu-se que, para um fator de segurança de $n=2,04$ de acordo com o Critério de Johnson modificado,



Figura 4 - Componentes do sistema de reforço - método de [2].



o nível de pré-eforço do laminado de CFRP é de ordem de 33% [5].

O pré-eforço nas vigas metálicas de ponte é aplicado mecanicamente por meio um sistema temporário, e a ligação entre o sistema de reforço e os elementos estruturais é constituída por dois sistemas de placas de ancoragem e duas zonas de desvio. O sistema difere-se a tradicional colagem e, portanto, não está limitado pela aderência do CFRP aos elementos metálicos – ver Figs. 5 e 6.

Ao fixar as ancoragens por estribo foi observada uma excentricidade inicial $e_y = 77\text{mm}$. Para obter o nível de reforço pretendido foi necessária uma excentricidade $e = 142\text{mm}$ [5]. A aplicação do reforço foi realizada com recurso a um macaco, e a verificação de tensões nos elementos foi medida pelo sistema de monitorização instalado. A operação de aplicação de pré-eforço foi realizada com a estrutura em serviço e demorou cerca de 30 minutos. A Fig. 7 ilustra as medições efetuadas durante esta operação. Os pontos analisados no gráfico referem-se à passagem de dois combolos.

No gráfico da Fig. 8 ilustram-se os níveis de tensão antes e depois da aplicação do sistema. Pode observar-se a passagem de um estado de tensões de tração (antes da aplicação do sistema de reforço) para um estado de tensões de compressão.

A rede wireless de sensores colocada na estrutura permitiu fazer a comparação do nível de tensões obtido no modelo de elementos finitos tridimensional, na zona crítica de ponte – ver Fig. 5.

Em conclusão, foi desenvolvido e aplicado um sistema de reforço à fadiga em ponte metálica ferroviária com 120 anos na Suíça, por meio de sistema de pré-eforço não aderente de laminados CFRP. Esta solução permitiu a redução do nível médio de tensões na estrutura, e a passagem de regime de fadiga para um estado de tensões segura e fora dos limites de fadiga. Foi desenvolvido um método analítico com base no constant life diagram para determinar o nível mínimo de pré-eforço que inicia a abertura de fissuras por fadiga na estrutura metálica da ponte, e permite que esta transite de um regime de vida limitado para um regime infinito no que à fadiga diz respeito [5].



Relés de Controlo de Nível para líquidos condutivos

Série CLD2E/CLP2E

Uma linha de produtos agora mais competitiva com os dois novos modelos de relés de nível.

Com apenas 17,5mm de largura, o relé de nível modular CLD2E1BU24 é o modelo ideal para uma poupança de espaço no quadro elétrico.

A série CIP2E1BXXX com 4 tensões de alimentação diferentes (24VDC, 24VAC, 115VAC e 230VAC) está desenhada especificamente para aplicações de controlo de enchimento/svaziamento com sensibilidade regulável de 5kΩ a 150kΩ.



Para mais informação

CARLO GAVAZZI UNIP. LDA

Rua dos Jerónimos, 388 1400-212 Lisboa - Tel 213 617 060
carlo.gavazzi@carlo.gavazzi.pt - www.gavazziautomation.com

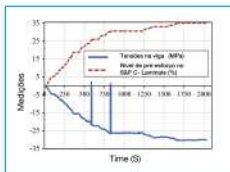


Figura 7 – Monitoração da aplicação de pré-esforço à viga – estrutura de [2].

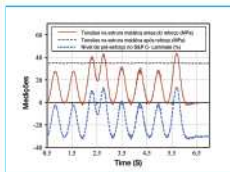


Figura 8 – Tensões na viga e nível de pré-esforço ao longo do tempo [2] – estrutura de [2].

A aplicação deste sistema tem como vantagens a possibilidade de aplicação em superfícies rugosas, a rápida instalação, a fácil aplicação de pré-esforço sem necessidade de recursos e mão-de-obra, a ausência da necessidade de interromper o tráfego, uma intervenção estrutural mínima (dispenso preparação de superfície), a fácil remoção do sistema a um nível de pré-esforço ajustável.

Neste caso foram aplicados laminados e sistema de pré-esforço desenvolvido pela IDP. A IDP também disponibiliza soluções de laminados CFRP pré-esforçados e colas usualmente aplicadas em estruturas de betão armado. A realização deste projeto contou com o envolvimento de parceiros industriais (Suíça

Comission for Technology and Innovation [CTI], IDP Claver Reinforcement Company AG e Swiss Federal Railways [SBB] e parceiros de investigação (EPFL, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, Chair Structural Mechanics Laboratory [ICDM], ETHZ, Swiss Federal Institute of Technology Zürich, Institute of Structural Engineering [IBK] e EMPA, Swiss Federal Institute of Material Science and Technology, Structural Engineering Laboratory Dübendorf). [8]

REFERÊNCIAS

- [1] Pacheco, E., Hwang, H., Bredas, D., Hwang, J., Bellón, A. Reinforcing of damaged steel beams using embedded and bonded pre-stressed CFRP plates. *International Journal of Bridge Engineering*, 2012, 14, pp. 303 – 312.
- [2] Pacheco, E., Baccantini, A., Hwang, H. T. Reinforcement of normal steel beams reinforced with bonded CFRP plates for restoration of post-tensioned steel reinforced concrete. *Engineering Structures*, 2012, 44, pp. 370 – 382.
- [3] Pacheco, E., Baccantini, A., Baccantini, M., Hwang, H., Hwang, H., Baccantini, M. Reinforcement of normal steel beams for bridge deck post-tensioned steel reinforced concrete beams. *Eng. Struct.* 2013, pp. 29 – 41.
- [4] Pacheco, E., Hwang, H., Bredas, D., Hwang, J., Bellón, A. Reinforcement of damaged steel beams using embedded and bonded pre-stressed CFRP plates. *International Journal of Bridge Engineering*, 2012, pp. 303 – 312.
- [5] Pacheco, E., Hwang, H., Baccantini, A., Hwang, H., Hwang, H., Baccantini, M., Design criteria for bridge strengthening of normal beams in a UHPC girder using variable bridge rating pre-tensioned CFRP plates. *Composites: Part B*, 2010, pp. 3 – 10.

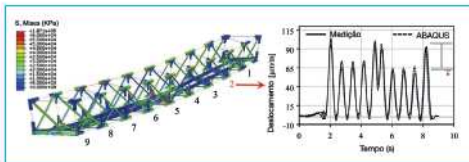


Figura 9 – Comparações de tensões de medição de elementos TR10 e tensões medidas no elemento de betão ao longo do tempo [2] – estrutura de [2].



PROJETO DE VALORIZAÇÃO, CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO DAS TERMAS ROMANAS DE S. PEDRO DO SUL

João Mendes Ribeiro, Arquitecto, Professor auxiliar, Universidade de Coimbra

O espaço termal romano de S. Pedro do Sul situa-se na margem do rio Vouga, a cerca de 500 metros de nascente de água termal. O edifício, de fundação romana, manteve até hoje grande parte de sua estrutura primitiva e encontra-se classificado, desde 1938, como Monumento Nacional. Além de sua análise dos espelhos construtivos, dos tipos de alvenaria e mesmo da relação espacial entre as diversas paredes, puderam identificar-se duas grandes fases de obras do período romano, que se conseguiram sintetizar nas plantas das duas fases.

A contínua utilização do edifício como local de tratamentos termais, bem como a proteção de que foi alvo por parte dos monarcas portugueses, ajudou a preservá-lo de destruição. Mesmo já no séc. XX, em que deixou de ser utilizado como banheira, foi ininterruptamente ocupado. Na década de 30 funcionou até uma Escola Primária, e nos anos 70 o espaço chegou a ser utilizado como café. O abandono e degradação começaram na década de 1980, quando passou a servir como armazém de barcos. Os sinais deste longo e diversificada ocupação ficaram em mercedos um pouco portado

a estrutura, com pequenas modificações como o resgar de uma porta ou entalpada um vão. No entanto, a estrutura romana inicial prevaleceu, mantendo-se ainda grande parte da altura das paredes e os arranques das coberturas de época romana.

O projeto de valorização, reabilitação e conservação teve como base a recuperação do edifício, propondo a intervenção mínima necessária para a sua utilização e correta percepção. A recuperação das características mais marcantes do ambiente do período romano foi trabalhada a partir de escala, de luz e de presença de água.

No primeiro volume, a nascente, recuperaram-se as dimensões originais, os sistemas construtivos e os materiais tradicionais. Recuperou-se, ainda, a geometria da fachada, nomeadamente a métrica de chãos e varcos, reconstruindo as paredes que ruíram. No volume a poente, que constitui o edifício de origem romana, optou-se por manter a ideia de ruína, trabalhada quer como vestígio arqueológico, quer como matéria expositiva. A sugestão de forma e escala do espaço romano é dada pela reposição da altura original do

edifício, bem como pela construção de uma abóbada em tijolo que segue a configuração de abóbada romana original, marcada nas paredes de topo. A nova abóbada destaca-se das estruturas existentes, suspenso a partir de cobertura e sem tocar nas paredes romanas. O ambiente luminoso original das termas romanas é recuperado com a introdução de luz natural, através de um lanternim inclinado a sul, captando a maior quantidade possível de luz para o interior.

A importância da água no edifício termal é negatada, voltando a ser o elemento central do espaço. Esta recuperação é feita na tentativa de recriar a atmosfera termal romana, imprescindível para a compreensão e leitura do espaço. O sistema de captação e condução da água é recuperado, permitindo que exista um circuito hidráulico por todo o edifício, associado a uma ideia de percurso. A água adquire assim uma conotação lúdica, cruzando-se com a história e a gravidade do edifício preexistente, numa nova leitura baseada em relações visuais e auditivas, indicando percursos ou enfileirando espaços.



IMAGEM



COMPORTAMENTO DE LAJES FUNGIFORMES SUJEITAS A AÇÕES HORIZONTAIS CÍCLICAS

António Pinha Ramos, Prof. Auxiliar Universidade Nova de Lisboa, CERIS

As estruturas em laje fungiforme apresentam várias vantagens, como sejam a facilidade de construção, a possibilidade de redução de altura total do edifício, a liberdade de utilização do espaço arquitetónico interior e o facto de constituírem uma solução economicamente interessante para estruturas típicas de uso residencial, comercial e de escritórios. Estas vantagens levaram à sua crescente utilização em termos globais, mesmo em zonas de moderate e elevada sismicidade.

No entanto, as ligações pilar-laje fungiformes podem ser vulneráveis a roturas por punção, em especial durante a ocorrência de uma ação sísmica, com potenciais danos humanos e económicos elevados. Apesar de este fenómeno estar razoavelmente bem estudado para ações monodimensionais verticais, o mesmo não se passa para as ações horizontais cíclicas. Usualmente, estas estruturas são consideradas como sendo secundárias em termos de resistência e esforços horizontais, mas no entanto devendo ser capazes de suportar as cargas gravíticas durante a ocorrência de deslocamentos horizontais originados pela ação sísmica.

SISTEMA INOVADOR DE ENSAIO EXPERIMENTAL

Uma das formas eficazes de obter informação sobre o comportamento de lajes fungiformes sob ações sísmicas, é a realização de ensaios de ligações pilar-laje fungiforme sujeitas a carregamento horizontal cíclico. Num revisão da literatura existente constata-se facilmente que a esmagadora maioria dos ensaios experimentais realizados sobre este assunto foram desenvolvidos na América do Norte [1], apesar de existirem alguns exemplos realizados na Europa [2-4] numa abordagem mais europeia. A maioria dos ensaios realizados sobre este tema utiliza condições de fronteira muito simplificadas, tais como o deslocamento vertical dos bordos impedido e a possibilidade de rotação livre dos bordos, o que não reproduz

o que se verifica na realidade. Nestas condições de ensaio, as linhas de momento nulo devido às cargas verticais e horizontais são coincidentes e mantêm essa posição fixa, não existindo a possibilidade de redistribuição do momento fletor do apoio para o vão. Além disso, os elementos que impedem o deslocamento vertical dos bordos podem receber uma parte significativa de carga gravítica aplicada aos modelos, condicionando a sua degradação.

Na Universidade Nova de Lisboa, no âmbito do projeto PLAT [5] e como objetivo de aproximar o comportamento dos modelos ao de uma laje fungiforme inserida numa estrutura real, foi concebido um sistema de ensaio inovador. Para as cargas gravíticas, os bordos do modelo que representam as saídas de mão-viço dos painéis de laje adjacentes ao pilar, devem ter momento fletor positivo, rotação e esforço transversal nulos e iguais deslocamentos verticais. Para as ações horizontais, os deslocamentos verticais e rotações nos bordos devem ser iguais entre si, os momentos flectores são iguais e de sinal contrário e os esforços transversos assumem valores simétricos.

Para a aplicação das cargas gravíticas e para garantir que estas se mantêm constantes durante o ensaio, foi concebido um sistema equilibrado fechado, através do qual as cargas são encaminhadas para o traço inferior da pilar, em detrimento dos sistemas frequentemente utilizados de fixação à laje de reação do laboratório ou de suspensão de elementos pesados [Fig. 1.a].

A compatibilização das rotações nos bordos opostos dos modelos é conseguida através da utilização de duas excrescências bi-rotuladas ligadas a perfis metálicos verticais encastrados nos bordos de laje [Fig. 1.c]. Para garantir a compatibilização das condições de fronteira relativas ao esforço transversal e aos deslocamentos verticais nos bordos opostos, foi desenvolvido um sistema mecânico passivo, representado na Fig. 1.d. Este sistema garante que, para as cargas verticais, o esforço transversal em nulo nos bordos de laje. Para a ação horizontal, este sistema impede a rotação de corpo rígido de laje através da imposição de forças verticais de igual valor nos bordos opostos.

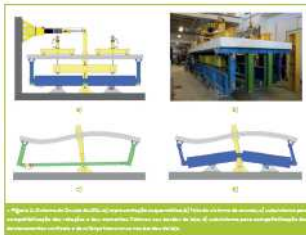


Fig. 1. Sistema inovador de ensaio experimental para o comportamento de lajes fungiformes sujeitas a ações horizontais cíclicas. (a) Vista superior do sistema de ensaio; (b) Vista lateral do sistema de ensaio; (c) Detalhe da excrescência bi-rotulada que liga a laje ao pilar; (d) Detalhe do sistema mecânico passivo utilizado para controlar a rotação e o esforço transversal nos bordos opostos.



PAREDES DE TIJOLO FACE À VISTA: UMA SOLUÇÃO PARA FACHADAS DE EDIFÍCIOS

Graça Vasconcelos e Andréia Martins, ISISE, DEEC-Universidade do Minho

Em Portugal, as envolventes tradicionais de edifícios são predominantemente construídas em alvenaria. Em edifícios de alvenaria históricas predomina a alvenaria de pedra, enquanto que em edifícios contemporâneos predominam paredes de alvenaria de tijolo, tendo-se registado uma evolução desde as paredes de pano duplo, na década de 80, para as paredes de pano simples nas décadas mais recentes. A evolução está muito associada ao tipo de unidades de alvenaria usadas na construção e aos métodos de isolamento para melhorar o comportamento térmico dos edifícios.

Do ponto de vista funcional e estético, as fachadas dos edifícios apresentam-se como um dos elementos mais importantes, porque têm um grande impacto na sua estética e influenciam o conforto dos seus utilizadores. As fachadas constituem elementos construtivos particularmente vulneráveis porque têm exposição direta às condições ambientais, como por exemplo variações térmicas e humidade de diversas origens. Estes efeitos traduzem-se frequentemente em diversas patologias e, conseqüentemente, na degradação dos materiais, reduzindo a durabilidade, e em deficiências em termos de desempenho funcional, nomeadamente ao nível de estética, do compartimento higrotérmico e na qualidade do ambiente interior [1].

Nos edifícios mais recentes, as fachadas são maioritariamente rebocadas, mas existem também exemplos de fachadas com elementos cerâmicos colocados ou em tijolo face à vista, ainda que com menor implantação. As paredes de tijolo face à vista consistem num paramento exterior, separado da estrutura por uma cavidade de ar que contém frequentemente isolamento para melhorar o desempenho térmico do edifício [Figura 1]. No sistema mais tradicional as paredes estão apoiadas nas lajes em pelo menos dois terços de espessura. Quando construída como fechada ventilada, a parede de tijolo face à vista é contínua e por isso não é interrompida na laje, com aberturas na base e no topo do paramento. Neste caso,

a caixa-de-ar é também contínua ao longo da fachada, o que permite uma melhor ventilação, evitando as pontes térmicas entre exterior e interior e evacuação das condensações. A continuidade do isolamento térmico elimina a possibilidade de ocorrência de pontes térmicas [2]. A estabilidade de paredes de tijolo face à vista deverá ser assegurada através de elementos de ligação à estrutura de suporte, que em Portugal é caracterizada por estruturas de betão com paredes de alvenaria de enchimento [Figura 2].

As paredes de tijolo face à vista são maioritariamente aplicadas em edifícios de habitação com estrutura de betão armado e paredes de enchimento em alvenaria [Figura 3]. As anomalias devem-se, principalmente, à má qualidade de construção e consistem em fissuração, humidade e eflorescências, verificando-se casos de deformação para fora do plano, podendo resultar em colapso parcial ou total de panos de parede [3] [Figura 4]. Esta

deficiência pode ter origem na inexistência de juntas de dilatação, que permitem movimentos devidos a variações de temperatura, ou na ausência de ligação entre a parede de tijolo face à vista e a estrutura de suporte. No entanto, em termos de manutenção, considera-se que as paredes de tijolo face à vista apresentam custos inferiores em relação às paredes rebocadas e, quando bem construídas, diferenciam-se pela sua durabilidade. A inexistência de ligadores ou um espaçamento de ligadores inadequado poderá estar também na base de vulnerabilidade estrutural que tem sido evidenciada em zonas recentes [2] [Figura 5], uma vez que estes têm a função de transmitir as forças de inércia atuantes das paredes de tijolo à estrutura de suporte. Em parte, a ausência ou má distribuição dos elementos de ligação deve-se à inexistência de regras específicas de dimensionamento e de permanência detalhada, pelo menos a nível europeu. Existem algumas recomen-

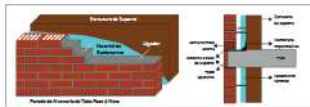


Figura 2 - Corte de uma parede construída com parede de tijolo face à vista.



Figura 3 - Exemplos de ligação utilizada com paredes de suporte em alvenaria.



Figura 10 Exemplos de técnicas em tijolo face à vista: (a) edifício de habitação; (b) Museu da Dinamarca, Lisboa.



Figura 11 Exemplos de pinturas: (a) Paredões; (b) entrefraço para fora do plano.

dações na regulamentação americana [3,4] para o dimensionamento de paredes de alvenaria de tijolo face à vista construídas com estruturas de madeiras e/ou estruturas metálicas. A regulamentação sugere duas alternativas possíveis, nomeadamente, [1] aplicação de princípios de cálculo estrutural para definição da distribuição de forças nos ligadores e transferência destas forças para a

estrutura de suporte, de deformação máxima das paredes para fora do plano e das tensões de tração máxima; [2] uso de materiais e técnicas que provem ser adequadas para este tipo de elemento construtivo. A este nível são definidos: (a) requisitos dos materiais em relação à penetração de água, propriedades térmicas e acústicas, resistência ao fogo, resistência e durabilidade; (b) recomendações

para ligadores e espaçamentos; (c) detalhes construtivos relativos à cavidade de ar, juntas de dilatação vertical e horizontal, isolamento, barreiras à penetração de água e calhas para drenagem de água.

O comportamento sísmico de paredes de alvenaria de tijolo face à vista tem vindo a ser estudado por diversos autores em casos em que estas estão ligadas a estruturas resistentes



A Cal Hidráulica Natural recupera os edifícios como se cuidasse de obras-primas.

A vasta experiência da Secil Argamassas no desenvolvimento de soluções de reabilitação é comprovada em inúmeras intervenções em edifícios centenários de elevado prestígio.

A Secil Argamassas oferece uma gama de produtos baseados em matérias-primas naturais especificamente indicadas para a reabilitação de edifícios antigos, assegurando às gerações futuras um desenvolvimento sustentável.

Porque tão importante quanto reabilitar o passado é fazê-lo chegar ao futuro.

secilargamassas.pt

SECIL ARGAMASSAS
 Faz parte da Solução



Figura 6: Exemplos de estado de paredes de Tijolo Toco à vista em diferentes momentos: (a) Praça da Fátima, Itália (2012); (b) Lamezia, Espanha (2011); (c) Chioggia, Itália (2008).

tas de madeira ou aço, quer através de ensaios experimentais (ensaios estáticos cíclicos e ensaios em massa sísmica), quer através da modelação numérica [2]. No entanto, nestes casos os ligadores são necessariamente diferentes dos que são usados com suportes em paredes de alvenaria ou paredes de betão armado. Como o comportamento e a interação das paredes de tijolo face à vista com o sistema de suporte deve depender de rigidez deste [2], torna-se importante estudar também o comportamento sísmico de paredes de tijolo face à vista em edifícios de betão armado com paredes de alvenaria de enchimento.

À este respeito considera-se que, numa primeira fase, é necessário avaliar o desempenho de diferentes ligações submetidas a diferentes combinações de carregamento de modo a estabelecer recomendações para a sua utilização. Para este efeito, foram estudadas recentemente ligações entre alvenaria de tijolo face à vista e alvenaria de tijolo de enchimento sujeitas a carregamentos cíclicos em tração-compressão, tendo sido selecionados diferentes tipos de ligadores (Figura 6) [9].

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que: (1) a geometria dos ligadores tem um papel determinante no comportamento da ligação, principalmente em compressão, devido à possibilidade de instabilização lateral dos ligadores; (2) o comportamento em tração da ligação depende da resistência de aderência entre os ligadores e a argamassa de assentamento, que por sua vez é determinada pelas condições superficiais dos ligadores e pela resistência mecânica da argamassa; Ligadores com superfície lisa são desaconselhados, porque resultam em resistência de aderência muito baixa; (3) o carregamento cíclico pode resultar em fadiga dos ligadores por efeito de deformações plásticas em compressão, traduzindo-se em ruturas dos ligadores. De conjunto de ligadores estudados, verifica-se que o ligador T2 conduziu ao melhor comportamento, porque combina um bom comportamento em tração e compressão (Figura 7). Verifica-se, ainda, que o desempenho do ligador T3 se mostra adequado para reabilitação de paredes no caso de instabilidade ou de um número reduzido de ligadores, dado

que se pode aplicar com ancoragem química nos tijolos sem ser necessário colocá-los nas juntas de argamassa.

Para além do comportamento local da ligação, considera-se importante avaliar comportamento de paredes para ações fora do plano para a avaliação do desempenho dos ligadores, avaliação da distribuição de esforços instalados e definição de regras simples de cálculo. A interação entre as paredes de tijolo face à vista e a estrutura de suporte composta por pórticos de betão com paredes de enchimento deverá ser avaliada através de ensaios sísmicos em massa sísmica [2]. ■

REFERÊNCIAS

- [1] Lamezia, I. (2010). Paredes de alvenaria de tijolo Toco à vista em edifícios residenciais e comerciais. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Lamezia, Itália. (p. 137-142, 188-193, 172-183, 194-196).
- [2] Pereira, J., Antonaccio, S., Campuzano, A. (2012). Seismic behaviour of masonry walls. *Journal of Building Engineering*, 6, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2012.11.005>.
- [3] NZ. (2012). NZS Building Code Requirements for Masonry Structures (NZS 4101:2012) (ISBN 978-0-478-34466-0). The New Zealand Building Standards, Christchurch, New Zealand. Concrete Institute, Performance 400, <http://www.nzmba.org.nz/standards/400/>, Engineering, New Zealand, 19, 2009.
- [4] NZ. (2012). NZS Code Requirements for Masonry Structures (NZS 4101:2012) (ISBN 978-0-478-34466-0). The New Zealand Building Standards, Christchurch, New Zealand. Concrete Institute, Performance 400, <http://www.nzmba.org.nz/standards/400/>, Engineering, New Zealand, 19, 2009.
- [5] Pereira, J., Antonaccio, S., Campuzano, A. (2014). Experimental study on the seismic behaviour of masonry walls with different masonry systems. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 42(10), 1617-1630. <https://doi.org/10.1002/eqe.2444>.

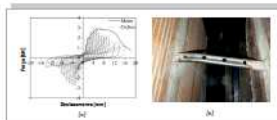


Figura 7: Comportamento cíclico do ligador T2 em tração e compressão: (a) Diagrama de Força-Deslocamento; (b) modo de rutura.

7º ENERDIA: O BINÓMIO EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VS CONFORTO TÉRMICO

A 7ª edição do EnerDia – Seminário de Eficiência Energética nos Edifícios organizado pela Construção Magazine – contou com 235 participantes. Os temas em destaque incluem o enquadramento legal e o conforto térmico

A primeira intervenção coube a Ruf Fragoas, da ADENE, que explicou as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 28/2018, de 23 de Junho, cujo intuito é clarificar a definição de um edifício sujeito a grande intervenção. Na versão atual, este conceito passa por um edifício em que se verifique que o custo da obra relacionada com a envolvente e ou com os sistemas técnicos seja superior a 25 % do valor de totalidade do edifício, compreendido, quando haja frações, como o conjunto destas, com exclusão do valor do terreno em que este está implantado. Quando se trata de um ampliação, o custo da parte ampliada tem de exceder em 25 % o valor do edifício existente respeitante à totalidade do edifício. Por fim, para determinação do valor do edifício, recorre-se ao custo de construção de habitação por metro quadrado, fixado anualmente para as diferentes zonas do país, por parâmetro. Referência atualmente em vigor 700€/m².

Armário Pinto, do LNEC, apresentou uma metodologia para avaliar a relação entre conforto térmico e necessidades térmicas de aquecimento, alertando que o aumento da espessura do isolamento apenas tem levado a ganhos de temperatura entre 0,3 a 1 grau. Segundo este modelo, a temperatura média estimada para o mês de janeiro pode ser usada como indicador de comportamento térmico passivo.

Vasco Peláez de Freitas, de FEUP, convidou

a audiência a refletir sobre o “exercício muito complexo” que a reabilitação coloca, alertando para a necessidade de pensar sobre o que os edifícios e a sociedade precisam. O Professor lembrou a especificidade climática de Portugal, que não se coaduna com as normas emanadas de Bruxelas para a eficiência energética, pensadas para os climas frios do norte de Europa, onde a eficiência energética se afigura como uma prioridade tendo em conta as inevitáveis custos com aquecimento. Em Portugal, o clima, os aspetos económicos e os próprios hábitos culturais determinam um comportamento diferente. De um modo geral, o aquecimento não é feito de forma contínua mas apenas quando os ocupantes sentem essa necessidade. A previsão está a facto de a maior fatia do consumo energético nas casas portuguesas estar alocada às cozinhas. A percentagem do aquecimento no consumo doméstico de energia em Portugal é de 21 % (dados de 2012), sendo que a média de Europa é de 67 %. O peso do aquecimento e do arrefecimento no consumo global de energia em Portugal é de apenas 4%, o que obriga, para Vasco Peláez de Freitas, a colocar a tónica no conforto e não na eficiência energética. Isto consegue-se adotando as soluções às condições de utilização do edifício.

Apesar de reconhecer a importância da eficiência energética, nomeadamente em construção nova, Vasco Peláez de Freitas tem uma visão diferente para a reabilitação, que vai ter de ser pensada muito em breve para os edifícios de betão dos anos 60-90, onde o isolamento térmico não existe. É necessário pensar a reabilitação de forma a melhorar o conforto

e minimizar os problemas de humidade, uma consequência do difícil de ventilação. As paredes das habitações do sul de Europa não precisam de ter o mesmo nível de isolamento das do norte – a aposta no isolamento deve privilegiar as coberturas.

Para corrigir o caminho seguido até aqui, Vasco Peláez de Freitas propõe uma regulamentação específica para a reabilitação, diferenciada por tipo de edifício (antigos e 1980-1990), bem como o ajuste das exigências à realidade portuguesa (já que, para o Professor, os valores máximos admitíveis para coeficientes de transmissão térmica em vigor desde 1 de janeiro não são razoáveis). Para Vasco Peláez de Freitas, importa também clarificar e abandonar que se pretende em Portugal para os edifícios com necessidades quase nulas de energia (NZEB), de modo a assegurar que esse “quase” é aquilo de que o país necessita.

Foram apresentadas soluções práticas de isolamento térmico e acústico pelo interior e pelo exterior. Luís Quarte, de Deci Argemossas, alertou para os erros de aplicação que por vezes se cometem no isolamento pelo exterior, causados por formação de fendas das aplicações e também por falta de fiscalização. Luís Cervinho, da Vulcano, salientou a necessidade de colocar o foco na utilização eficiente dos equipamentos e não na eficiência do próprio produto, que neste momento já é um dado adquirido.

Pela primeira vez no EnerDia, houve uma apresentação sobre o software BIM, enquanto ferramenta para a eficiência energética e modelo de apoio à gestão energética.



DOIS MIL EXPOSITORES ESPERADOS NA BAU 2017

A BAU 2017, feira de arquitetura, construção e materiais, que se realiza de 15 a 21 de janeiro em Munique, na Alemanha, conta já com 506 expositores inscritos, sendo 17 de Portugal. Com 135 mil m² de espaço de exposição, a BAU 2017 irá ocupar todo o espaço da feira de Munique, o que aliás acontece desde 2005. Ainda assim, existe lista de espera, pelo que a organização anunciou a abertura de dois blocos extra para 2016.

Para 2017, a organização espera, mais uma vez, cerca de dois mil expositores, e já estão definidos os temas-chave:

- Fachadas inteligentes, serão demonstrados os recentes desenvolvimentos nesta área, tendo em conta que as fachadas, atualmente, têm de ser otimizadas para preencher critérios de eficiência energética, sustentabilidade e compatibilidade com a reciclagem;
- Planeamento, construção e operacionalidade digital e tecnologia de construção

digital irá desempenhar um importante papel na arquitetura do futuro. Além disso, o futuro com suporte computorizado abre um leque de potencialidades, de fase de projeto à reciclagem.

- Edifícios Inteligidos e digitalização e ligação de serviços de edifícios pode ajudar a reduzir custos com energia, bem como melhorar segurança e o conforto;
- Construir e viver em 2020. De que forma vamos viver e trabalhar dentro de alguns anos? Os espaços que construímos hoje serão aqueles que vamos habitar nos próximos décadas. A necessidade de aumentar o espaço onde vivemos exige conceitos inteligentes de implementação rápida.

A CONSTRUÇÃO ORIENTADA PARA O FUTURO

Além do espaço de exposição, os visitantes podem assistir a diversas fóruns. Um deles

terá como tema "O Futuro da Construção", com três tópicos em debate, entre os quais o BIM. Será apresentado o estado-da-arte deste ferramenta na Alemanha, bem como as dificuldades e desafios que comporta. Os materiais de construção inteligentes também estarão em discussão, abordando-se por exemplo a sua integração em fachadas, para que estas possam adaptar-se e dar resposta a diversos impactos externos. O fórum "O Futuro da Construção" focar-se-á também nos edifícios residenciais, dada a crescente necessidade com que a Alemanha se prepara de fornecer habitação a preços acessíveis, uma circunstância impulsionada pela vaga de refugiados. Já em 2015, o país recebeu mais de um milhão de migrantes. A população, que não chegava a 80 milhões de pessoas em 2013, aumentou para cerca de 82 milhões em 2015.

www.bau-munich.com

ASSISTENTE VIRTUAL INTELIGENTE PARA A GESTÃO ATIVA DA ENERGIA EM EDIFÍCIOS

O projeto AVTBA tem como objetivo desenvolver um sistema capaz de simular diferentes cenários de utilização e, com base nos resultados obtidos, desencadear as ações de controlo adequadas.

Este sistema dinâmico de gestão dos consumos energéticos baseia-se em técnicas avançadas de simulação e é assistido por um sistema avançado de suporte à decisão que permite o controlo adequado dos recursos dos edifícios e que atinge a otimização energética. O conjunto de atividades previsto no âmbito do projeto inclui a criação de uma plataforma de monitorização e gestão dinâmica, através

de utilização de técnicas de smart metering e integração com eventuais sistemas de gestão existentes nos edifícios. Está também prevista uma atividade de previsão e simulação, já que a previsão dos consumos, de produção e das condições ambientais, desempenhará um papel fundamental na determinação das ações de controlo do edifício e respetiva gestão energética. A otimização de recursos é outra das vertentes em causa, através de utilização de dados de simulação para determinar as condições de funcionamento e identificar um conjunto de ações que conduzam a um desempenho energético ótimo dos edifícios. Por último, será criado um Assistente Virtual

Inteligente e Adaptativo, que servirá como interface entre o utilizador e toda a estrutura de gestão e controlo do sistema de consumos energéticos. Este assistente apoiará os gestores dos edifícios no processo de tomada de decisão, incluindo alertas para comportamentos menos eficientes. Deverá ainda incorporar estratégias de aprendizagem (adaptativas ou por reforço) para adaptar as decisões ao contexto.

O projeto é liderado pela VPS – Virtual Power Solutions, que conta com o Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto como parceiro. Beneficiu de apoio da COMPETE 2020.

SEMANA DA REABILITAÇÃO MAIS PARTICIPADA DE SEMPRE REFORÇA VERTENTE INTERNACIONAL

De 7 a 13 de novembro, mais de 4.500 pessoas visitaram o Palácio da Bolsa, no Porto, onde se realizou a IV Semana de Reabilitação Urbana, participando em cerca de duas dezenas de conferências, tertúlias, workshops e exposições, onde intervieram mais de 120 oradores.

Foram cerca de 80 as entidades que se associaram ao evento, entre empresas, universidades, ordens profissionais e associações, autarquias e outros organismos públicos.

Nesta edição, o evento reforçou o seu âmbito internacional, apostando na integração, no bloco de conferências àncora, de duas sessões conjuntas com as Câmaras de Comércio Luso-Francesa e Luso-Brítânica, Iniciativas

que atraíram, pela mão de primeira entidade, uma missão de cerca de 80 investidores franceses interessados em investir no Porto. O foco internacional da Semana de Reabilitação Urbana ficou ainda patente na presença de diversos oradores estrangeiros e apresentação de case-studies de outras cidades europeias na reabilitação urbana. Entre os oradores internacionais participantes contaram-se Eugenio Leanza, Chefe de Divisão do Banco Europeu de Investimento, e Mark Duncan, Strategic Lead do City Council de Manchester.

Para Arturo Malinça, Diretor da Semana de Reabilitação Urbana, este ano o “momento indicado para o próprio evento aumentar o seu espanto internacional”, tendo em conta o interesse



internacional crescente pelo Porto.

A IV Semana de Reabilitação Urbana Porto foi também palco para a apresentação oficial da Iniciativa Reabilitação Urbana – Sustentável e Inteligente, resultado de uma parceria entre a AECOPH e a Porto Vivo, DRU, bem como do lançamento de 3ª edição do Prémio Nacional de Reabilitação Urbana, cujas candidaturas já estão em curso.



A Plataforma ACCEPT CE MARKING pretende ser um estímulo e apoio à divulgação do processo de marcação CE de produtos de construção. A Plataforma será constituída por uma base de dados funcional com informações referentes à marcação CE proveniente de múltiplas fontes, podendo os fabricantes obter, através de um único local, toda a informação necessária para prosseguirem com a marcação CE dos seus produtos.

- Sensibilizar os fabricantes para o processo de marcação CE;
- Esclarecer dúvidas sobre o processo de marcação CE;
- Apoiar os fabricantes no processo de aplicação da marcação CE de produtos de construção;
- Contribuir para a mitigação de barreiras comerciais no mercado europeu;
- Desempenhar e divulgar produtos de construção com marcação CE.

Para mais informações, contacte ce-marking@itecons.pt

© ITeCons 2020



Financiada pelo Estado e o Fundo de Desenvolvimento Regional

REABILITAÇÃO: SOLUÇÕES BARBOT PARA UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A Barbot tem reforçado a sua aposta em soluções técnicas para pavimentos, isolamento e impermeabilização, que respondem a necessidades colocadas na reabilitação.

Análise de pavimentos, a Barbot dispõe de uma gama de produtos para revestir, proteger e decorar estes superfícies, onde se incluem os revestimentos autonivelantes, acrílicos, esmaltes, esmaltes base epóxi e produtos auxiliares. A gama é especialmente recomendada para os projetos que necessitem de elevada resistência química, térmica e mecânica e requiram grande higiene e facilidade de limpeza. A par destas vantagens, os produtos Barbot garantem ainda não toxicidade, maior impermeabilização, alta índice de insustentabilidade e total aderência (pavimentos antiderrapantes), espessura e Barbot.

A impermeabilização é outro desafio em que a Barbot tem vindo a apostar, tendo lançado este ano três novos produtos: Barbot Flex é

um aditivo para mistura com cimento, com elevada capacidade de impermeabilização e muito flexível, podendo ser aplicado em suportes de betão, concreto, tijolo, entre outros.

Barbot Inspire é baseado em resinas acrílicas de elevada elasticidade e pode ser utilizado sobre superfícies de betão, como igualmente, como acabamento impermeabilizante em superfícies subterrâneas e ainda como acabamento sobre betão. Hydrolite Primer é um primário epóxi, baseado numa nova geração de resinas de Hidro-Floata. Este novo produto é indicado para aplicação em paredes interiores e exteriores e é apropriado para aplicar sobre rebocos aluminos ou pouco consistentes. A sua característica principal é, segundo a Barbot, a sua salegem de superfície e primer, permitindo um maior rendimento das tintas de acabamento.

À nível de isolamento, a Barbot desenvolveu duas soluções de elevada prestação térmica e



acústica. Barbotherm e Barbotherm Core permitem reduzir até 30% do consumo energético, garantindo o máximo conforto e baixo custo. Barbotherm Core, criado em conjunto com a Amém Isolamentos, S.A., é um sistema único que utiliza produtos 100% feitos em Portugal. Como o nome denota, este sistema tem na certificação o seu elemento diferenciador, de forma a garantir uma elevada performance térmica de isolamento térmico e acústico.

www.barbot.pt

SISTEMA PARA JANELAS EFICIENTES DA Soudal



A Soudal tem, desde há muito, mantido uma forte presença e aposta no mercado das janelas em todo o mundo, sendo hoje considerada um dos seus principais fornecedores de soluções de selagem.

Neste sentido, desenvolveu um sistema próprio, denominado SWS – Soudal Window System. Trata-se de um sistema profissional para a instalação de janelas, estudado e concebido para garantir um correto isolamento de alvenaria e uma correta selagem das juntas entre a alvenaria e o sistema de janela a instalar. Segundo explica Nuno Ribeiro, Diretor-Geral de Soudal Portugal, este solução, que combina a Espuma de PU PLEXIPUR com os Selantes (Strib 2, Soudasel 215LM, Acryrub SWS e Vepoursel), colas (Soudafix 3300 e 360H), fitas SWS (Inteal e outeal), membranas

(EPDM, Soudalight LQ e SP) e outros produtos complementares (Soudatherm SP 600P e Soudabond 842 Dux), garante, por si só, uma solução de grande durabilidade e elevada performance a todas as níveis – térmica, acústica e mesmo controlo de humidade. “Demos que o grande vantagem deste sistema reside no facto de ativamente contribuir para reduzir as pontes térmicas e acústicas, melhorando também substancialmente o isolamento acústico”. Além, com o apoio do nosso I&D no Bélgica, e capitalizando no profundo know-how da Soudal neste setor, temos agora em 2017 novos produtos e soluções exclusivamente concebidas para selar as janelas”, salienta o responsável de filial portuguesa.

www.soudal.com

CALÇADO DE SEGURANÇA AIRTOX – SÉRIE M

O calçado Airtox foi concebido para proporcionar a segurança necessária aos trabalhadores da indústria e de construção, sem descurar o conforto ou o design.

Todo o calçado Airtox está equipado com a tecnologia antipenetração NHTELAYER. Trata-se de um tecido originalmente desenvolvido para o acidente norte-americano que, apesar de suave como um pano, apresenta uma grande resistência à perfuração. O calçado está também equipado com os sistemas EVA e Air-System, que proporcionam flexibilidade e absorvem o choque.

MA8

Adequada ao setor de construção, a linha Airtox MA8 deve ser usada com meias técnicas

anti-humidade ou então com meias finas de lã, mas nunca com meias de algodão, que retêm a humidade dos pés e causam desconforto. Este calçado está também equipado com uma proteção de alumínio para os dedos e uma camada adicional de borracha. As palmilhas dispõem de sistema CoolBMe, que possibilita que o ar circule, permitindo que o pé respire. A parte superior do sapato não tem costuras, o que aumenta a durabilidade do material. A membrana Aqua-Cal torna o calçado à prova de água e de vento, sem prejudicar a respirabilidade. É também resistente ao calor (até 300° C), ao óleo e ao combustível, além de não escorregar. As propriedades anti-estáticas do calçado protegem não só o trabalhador como os dispositivos sensíveis do local de trabalho.



www.airtox.pt

BANCADAS TPB PARA COZINHAR E TRABALHAR EM SIMULTÂNEO

As superfícies cerâmicas TPB Mini-Tech são bancadas 2 em 1, onde se pode trabalhar e cozinhar diretamente, sem recurso aos tradicionais fogões de cozinha.

Com Indutores de calor invisíveis e com comandos táteis integrados, a sua composição garante uma utilização sem queimaduras, uma vez que o calor é impalpável ao toque, mesmo após a utilização e altas temperaturas.

Por não serem porosas, estas superfícies são antibacterianas, não permitindo a propagação de germes ou bactérias, podendo, por isso mesmo, estar em contacto com os alimentos. Além disso, as manchas podem ser eliminadas facilmente com água quente ou com um detergente normal, não sendo necessários produtos especiais de limpeza.

Producidas com materiais 100% recicláveis, estas superfícies são compostas por uma camada de begequite aplicada entre duas camadas de capa de alumínio e uma última camada superior de porcelana, o que lhes



confere um elevado grau de resistência ao impacto, ao raso, às manchas e ao calor. Por tudo isto, as superfícies cerâmicas TPB Mini-Tech são ideais para cozinhas domésticas e industriais, cumprindo todos os requisitos de segurança e estando em conformidade com as normas exigidas.

Disponíveis na cor black Selene, em dois formatos [120x82cm e 50x82cm], as superfícies TPB Mini-Tech enquadram-se em todo o tipo de arquitetura, revelando-se uma solução adequada para a criação de espaços mais clássicos ou mais modernos. As linhas diretas adaptam-se a qualquer estilo, criando espaço para a criatividade.

Como complemento às superfícies TPB Mini-Tech, está disponível uma gama completa de cookware, que inclui cegonhas, frigideiras e grelhadores em alumínio fundido, desenvolvidos especificamente para as superfícies Tech. Fabricados numa peça única que incorporam um anel na base, garantindo a máxima durabilidade, robustez e resistência à deformação, o revestimento inferior e exterior é antifadante, em Platinum Plus Teflon, de alta qualidade, sem PFOA.

www.farehitecna.pt

GAMA REABILITA DA SIVAL

A Sival Bezzos Especializou a sua gama Reabilita, que visa dar resposta às necessidades do mercado de reabilitação, sendo especialmente adequada para enchimento e reparação interiores, de paredes e tetos. É ideal para conservação e reabilitação, devido à excelente compatibilidade entre este material e os tradicionalmente utilizados, garante a Sival. Questões como o transporte e armazenamento em obra também foram consideradas, com a criação de uma embalagem de 20kg. A gama Reabilita é composta pela Massa Estuque Reabilita e pela Massa Estuque Reabilita Anti-Fissuras.

MASSA ESTUQUE REABILITA – 20KG

É uma massa de estuque manual à base de gesso, própria para aplicações em reabilitação. A sua formulação com tempos de presa curtos, normal e longo torna-se muito adequada tanto para a execução de pequenos trabalhos

como para a execução de trabalhos maiores.

MASSA ESTUQUE REABILITA ANTI-FISSURAS – 20KG

A Massa Estuque Reabilita ANTI-FISSURAS é uma massa de estuque à base de gesso, com incorporação de fibras, indicada para o enchimento e reparações de paredes e tetos, bem como para a execução de pequenos trabalhos, remates e enchimento de rasgos.

É indicada para aplicações em conservação e reabilitação, pela sua excelente compatibilidade entre este material e os tradicionalmente utilizados nos revestimentos e suportes antigos.

A sua formulação com fibras garante, segundo a Sival, excelentes prestações em termos de resistência à fissuração, tornando-se especialmente indicada para aplicação em suportes menos estáveis.

www.sival.pt



NOVO CILINDRO DE ROLO DUPLO LP750S DA ATLAS COPCO

Depois do cilindro de rolo duplo apêdo LP650S, lançado em agosto de 2013, a Atlas Copco apresenta um novo modelo, o LP750S. Trata-se de um modelo maior, com as características do LP650S. Ambos os modelos estão desenhados para uma eficiência e desempenho melhorado.

Em ambas as máquinas, as novas carótulas permitem uma facilidade a todos os pontos de serviço, tal como a manutenção do motor ou o carregamento da bateria. Os travões manuais foram substituídos por novos travões hidráulicos automáticos, quando a pressão cai, os travões são ativados automaticamente. Se a pressão sobe, os travões são libertados. O LP650S e LP750S também estão equipados com novos respondedores de forma a evitar

que o material atira aos cilindros. Em resumo são equipamentos mais fáceis de operar do que os seus antecessores.



"Depois de um período de sucesso com o novo cilindro hidráulico de rolo duplo LP650S, atualizámo-lo para o LP750S, e agora para o LP750S", explica Kjell Helgesson, Especialista de Produto e Aplicação da Linha Compactação Ligeira. "Como que ainda é totalmente hidráulico, trata para vibração como para andarinho,

mas também tem carótulas redimensionadas. Também estamos a usar um novo radiador para o óleo hidráulico para que possamos controlar a temperatura em ambientes de trabalho quente".

Mantendo a temperatura do óleo baixa, reduz-se o desgaste dos componentes, a longevidade da bateria aumenta e os polímeros, tal como vedantes e retardadores, mantêm a sua função, o que previne fugas. Manter a máquina fresca prolonga a longevidade do equipamento.

O LP650S e LP750S estão ainda equipados com novas características de ajuda. Conclui Kjell Helgesson que "o operador também tem fácil acesso ao controlo do acelerador; caixa de avanço AWRica, controlo de água. E temos o mesmo ónus baixo e valores de vibração que os modelos anteriores".

www.atlascopco.pt

SEGURANÇA SÍSMICA NA REABILITAÇÃO

por Jacóbia Pereira, Engenharia Técnica, Departamento Técnico Técnico, S.A.

A intervenção em edifícios antigos nas cidades tem incidido maioritariamente na manutenção de fachadas, formas, volumes com a reconstrução total do seu interior. O aço tem uma melhor resposta do que o betão por ter uma colocação em obra mais rápida, é mais leve, ocupa menos espaço, requer fundações menos volumosas, reduz as cofragens.

LAJES MISTAS AÇO/BETÃO

Uma das exigências fundamentais das estruturas resistentes a sismos é a formação de "calças" onde paredes de alvenaria estão ligadas a uma laje rígida que é capaz de distribuir a carga sísmica para as paredes na direção da sua resistência máxima. A melhor forma de obter essa superfície rígida é formando-se uma laje de betão ligada tanto às vigas quanto ao perímetro formado pelas paredes (4.2.1.3 em EN1998-1-1). A ligação entre paredes e pavimentos é a intervenção mais importante no reforço sísmico de edifícios existentes.

As estruturas de aço conseguem introduzir a resistência necessária para elementos verticais e horizontais para suporte das mesmas. É neste contexto que a estrutura mista aço/betão desempenha um papel fundamental na reabilitação.

LIGAÇÕES ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS NA REABILITAÇÃO

Os abalos sísmicos tocam, por vezes, nos componentes estruturais e não estruturais das construções. Recentemente, o estudo destes fenômenos focou-se na resposta aos sismos pelos elementos não estruturais e pelo conteúdo dos edifícios. O tremor de terra é um dos eventos mais perigosos, podendo ter efeitos nocivos consideráveis sobre as estruturas. Uma construção pode resistir às ações sísmicas horizontais através de um comportamento frágil ou flexível (dúctil), dependendo das condições limite. A ligação entre

estes dois elementos diferentes é um ponto fundamental de deslocação de energia, no caso de um comportamento antissísmico eficiente. O programa de investigação "Aplicação sísmica nas fixações" elaborado pela ITW Construction Products, Itália, contou com o Departamento de Engenharia Civil, Ambiental e Arquitetura da Universidade de Pádua debruçou-se sobre a questão do comportamento sísmico dos sistemas de fixação. A primeira fase deste programa de investigação foi dedicada ao estudo dos dispositivos de ancoragem instalados. Ao posterior, dedicou-se aos aspetos estruturais por ensaios comparativos na mesa vibratória. A realização desta campanha experimental permitiu aprofundar consideravelmente o conhecimento do desempenho dinâmico dos produtos selecionados. Com todos os resultados, os trabalhos de pesquisa, forneceram uma ajuda à elaboração de novos produtos e forneceram novos campos de aplicação não tratados ainda pelas regulamentações. A configuração dos testes e as unidades estruturais foram concebidas para reproduzirem efeitos de um sismo sobre os componentes não estruturais situados no interior dos edifícios, como os equipamentos médicos ou médicos.

CONCLUSÃO

A prefabricação da estrutura metálica permite a otimização dos tempos de execução, e uma grande compatibilidade com materiais tradicionais como a pedra, madeira e betão complementando as suas características, elevando o seu desempenho permitindo soluções leves. As ligações na análise de reabilitação devem estar interligadas com um estudo sísmico do edifício. A caracterização estrutural dos edifícios sujeitos a intervenção é uma fase de projeto importante de modo a determinar as sequências de demolição, reabilitação, requalificação e reconstrução.

www.teccofix.pt



SIMPÓSIO DE ACÚSTICA E VIBRAÇÕES



Este evento, organizado pela ItacCon, decorre a 3 de fevereiro e pretende ser um fórum de partilha, discussão e reflexão. Contará com a presença de vários profissionais que trabalham nas áreas de acústica e vibrações, para trocar experiências e divulgar o seu trabalho e investigação.

Pretende-se reunir, neste fórum, Técnicos, Projetistas, Licenciadores, Promotores, Investigadores, Estudantes, Industriais e todos aqueles que possam contribuir para a partilha de conhecimentos nestas áreas.

www.itacons.com.pt

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE CONSTRUÇÕES

Este curso, promovido pelo Fundec, terá lugar entre 18 e 27 de janeiro e será coordenado por Fernando Branco, João Gomes Ferreira e João Ramôa Correia. Destina-se a engenheiros, arquitetos e outros profissionais ligados à reabilitação de construções.

O objetivo é dar a conhecer as principais técnicas de reabilitação dos edifícios contemporâneos, em betão armado, e dos edifícios tradicionais, com estrutura de alvenaria resistente, em função do quadro patológico e dos objetivos a atingir.

www.fundec.pt

eventos	temática	data	local	informações
PROBLEMAS CORRENTES EM EDIFÍCIOS E SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO	Manutenção do edifício	3 e 10 janeiro 2017	Lisboa Portugal	www.fundec.pt
RSU	Engenharia e Construção	18 e 21 janeiro 2017	Munique Alemanha	www.itac-rsuanh.com
TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE CONSTRUÇÕES	Reabilitação	18 e 27 janeiro 2017	Lisboa Portugal	www.fundec.pt
SIMPÓSIO DE ACÚSTICA E VIBRAÇÕES	Acústica e Vibrações	3 fevereiro 2017	Coimbra Portugal	www.acustica2017.ucp.pt
TEKTONICA	Construção e Obras Públicas	3 e 8 de maio 2017	Lisboa Portugal	www.tektonica.flp.pt

As informações contidas nesta publicação poderão sofrer alterações. Para informações gerais, contactar o Organizador.



Assinatura anual da **Construção Magazine**

> em papel ou digital, 6 edições por ano e 33 e-newsletters, a partir de 16€ <

www.construcaomagazine.pt/assinatura

BARBOT

SE AS INFILTRAÇÕES SÃO UM PROBLEMA,
A BARBOT TEM TRÊS SOLUÇÕES
DE IMPERMEABILIZAÇÃO



Descubra o Barbot Coberturas, um revestimento elástico impermeabilizante para coberturas e terraços, e os dois aditivos para misturar com cimento, o Barbot-Flex WP, com elevado poder de adesão e flexibilidade, e o Barbot-Imper WP, baseado em resinas acrílicas para extra elasticidade e adesão.

Saiba mais em barbot.pt



ASSA ABLOY Entrance Systems

Serviço de arquitetura e especificações



Building information Modelling

Oferecemos o melhor suporte possível. Como líderes de mercado no desenvolvimento de objetos BIM, temos como objetivo fornecer as especificações e processo de montagem no que diz respeito à automatização de entradas.



Design sustentável e tecnologia

Os nossos produtos inteligentes oferecem uma gama de opções para ajudar a minimizar a perda de energia, a melhorar a qualidade do ar interior, aumentar a luz natural, controlar a circulação de ar e a otimizar o desempenho energético de qualquer edifício.

ASSA ABLOY Entrance Systems

Lisboa - (+351) 212 466 290

Porto - (+351) 229 871 260

email: info.pt.aees@assaabloy.com

www.assaabloyentrance.pt

ASSA ABLOY

The global leader in
door opening solutions