

22_27

CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

TTT TORRE TURÍSTICA TRANSPORTÁVEL: ESTRUTURA DE MADEIRA POLIVALENTE COMO SEGUNDO PAVILHÃO DE PORTUGAL NA EXPO XANGAI 2010

José Pequeno

DST domingos da silva teixeira s.a
Escola de Arquitectura da Universidade do Minho
pequeno.jose@gmail.com

Paulo Cruz

Escola de Arquitectura da Universidade do Minho
pcruz@arquitectura.uminho.pt

Jorge Branco

Escola de Engenharia da Universidade do Minho
jbranco@civil.uminho.pt
www.tttower.com

ENQUADRAMENTO

A *ttt torre turística transportável*, mais que um projeto isolado, é um conceito abrangente que assenta num modelo adaptável, evolutivo, polivalente e industrial, que se pretendia materializado através de uma solução construtiva diferenciadora e sustentável, recorrendo à madeira enquanto material predominante, também a nível estrutural. Este conceito turístico e habitacional teve o seu lançamento mundial na EXPO Xangai 2010, na restrita área reservada às melhores práticas urbanas internacionais (UBPA), e cujo mote – “*Better City, Better Life*” – coincidia com os princípios adotados no projeto.

Durante seis meses de Exposição Universal, de 1 de maio 2010 a 31 outubro 2010, o projeto – ilustrado na Fig.1 – obteve o reconhecimento internacional por parte de visitantes, organização, mídia e especialistas ligados à construção, naquele que foi o maior evento organizado de sempre, com 72 milhões de visitantes.

Este envolvimento, no âmbito da Participação de Portugal na EXPO, por inerência do Ministério da Economia, Inovação e Desenvolvimento, e também por convite da organização chinesa, representou Portugal enquanto segundo Pavilhão Nacional. A conjuntura de uma participação desta natureza acabou por potenciar a oportunidade da implementação deste projeto

se desenvolver a uma escala global a partir de um Oriente em acelerado crescimento económico e social.

A *torre turística transportável* e a tecnologia *Et3 Energetic modular technology* – que a integra e complementa – são ambas 100% portuguesas, tendo sido desenvolvidas ao longo dos últimos anos através de um projeto de investigação aplicada, e de um intenso trabalho laboratorial, levado a cabo pela parceria entre a empresa dst, s.a. e a Universidade do Minho / ISISE Instituto para a Sustentabilidade e Inovação em Engenharia Estrutural. Ambos os produtos se encontram hoje devidamente protegidos industrial e intelectualmente por patentes e proteções de modelos, em todo o território Europeu e também na China.

CARACTERIZAÇÃO E PRINCÍPIOS ESTRATÉGICOS DAS OPÇÕES DE PROJETO

A *ttt torre turística transportável* pretende ser, antes de mais, uma peça de design habitável que se funde com a natureza, numa clara aproximação à componente sensorial do utilizador – aspeto no qual o material madeira assume especial protagonismo. A imagem contemporânea e minimalista de um “objeto” desenvolvido a partir da reinterpretção expressiva de um material tradicional constitui uma das principais facetas da *ttt*.



> 1

> Figura 1: *ttt torre turística transportável* na EXPO Xangai 2010.



> 2



> 3

Complementarmente, procura-se com este produto uma solução multifuncional que represente um novo conceito de habitabilidade e evolutividade que, através de sistemas solares ativos e passivos, combine tecnicamente iluminação natural e potencial energético. A sua natureza modular e os materiais nela utilizados – madeira, vidro e metal – asseguram uma política de reutilização e uma redução assinalável do seu impacto construtivo, fator decisivo na aceitação comercial do produto. A nível conceptual, os princípios das opções arquitetónicas assentaram em quatro pilares estratégicos:

- *Turismo e mobilidade;*
- *Urbanidade e modularidade;*
- *Sustentabilidade e materiais;*
- *Energia e tecnologia construtiva.*

– *Turismo e mobilidade*

A *ttt torre turística transportável* procura constituir uma resposta arquitetónica face aos novos desafios do mercado global, onde a multifuncionalidade, e especialmente a mobilidade, surgem associadas ao contexto socioeconómico prevalente e às oportunidades futuras do setor da construção.

Esta torre possui, na sua versão original vertical, 3 pisos que totalizam 9 m de altura e garantem 30 m² de área útil numa implantação de 10 m². Apresentando-se como espaço autónomo e potencialmente autossuficiente, vocaciona-se para um novo conceito de turismo de natureza, conforme apresentado na Fig.2. Concebida para ser transportável, e com reduzido impacto construtivo, adequa-se a cenários naturais onde não existam infraestruturas pré-existen-

tes, garantindo adequadas respostas técnicas a esta necessidade, nomeadamente no recurso a equipamentos autónomos de abastecimento e a um sistema de fundações por estacaria. Enquadramentos naturais, cada vez mais procurados, – como praias, florestas, vinhas ou campo – mesmo que em zonas de reserva normalmente não edificáveis, constituem cenário viável e reciprocamente potenciador da *ttt* com o seu contexto envolvente.

A verticalidade que caracteriza esta torre é um fator inovador relativamente ao que é a oferta existente no mercado da microarquitetura prefabricada. Tal demarcação ocorre devido à necessidade imperiosa de cumprir o limiar da habitabilidade humana em espaços reduzidos, o que jamais se verificaria posicionando ao *alto* os convencionais contentores de 20 ou 40 pés,

> Figura 2: Serra, Lousã – integração natural e turismo de natureza.

> Figuras 3a, 3b, 3c: Imagens dos 3 pisos interiores da *ttt* e suas funcionalidades



> 4

recorrentemente utilizados em vários tipos de soluções prefabricadas *pronto-a-habitar*. Se analisarmos, estes elementos tipificados, independentemente do seu comprimento, possuem as medidas standard de 2,4 m x 2,4 m de secção transversal, o que condicionaria uma eventual área bruta de piso a uns insuficientes 5 m². Ora, os 3,2 m x 3,2 m que quantificam a métrica adotada no presente projeto, permitem uma área habitável de 10

m², exponenciando a área de utilização, e estabelecendo a efetiva diferença entre a possibilidade e a impossibilidade de habitar. A utilização estratégica do vidro e do seu efeito de aproximação entre o espaço interior e a envolvente exterior, numa “ampliação” espacial imediatamente decifrada pelo utilizador, bem como a necessária otimização funcional do espaço interior – de onde se destaca o desafio maior de integração das comunicações

verticais –, complementam o resultado. Nas Figs.3a, 3b e 3c, estão representados os 3 pisos da ttt e o seu programa funcional, respetivamente: cozinha, espaço de refeições e casa de banho completa, no piso térreo; espaço de estar e escritório, no piso intermédio; e quarto, instalação sanitária e varanda no piso superior.

– **Urbanidade e modularidade**

Um dos principais desafios desta solução, particularmente a nível estrutural, foi a necessidade premente de garantir o funcionamento do edifício na dupla posição vertical e horizontal. Pois se, por um lado, deveria funcionar verticalmente – fazendo jus ao epíteto de torre, e justificando a originalidade geométrica e funcional já descrita –, jamais poderia ser transportada noutra posição que não a horizontal. Num esforço contínuo de otimização e rigidificação estrutural, foi encontrada e definida uma solução polivalente. Esta fazia depender dos alinhamentos e dos travamentos multidirecionais, o essencial da estabilidade da solução. Neste contexto, foi igualmente crucial a decisão de transferir para a casca exterior da



> 5

> Figuras 4a, 4b, 4c: Fase construtiva: estrutura e arquitetura.
 > Figuras 5a, 5b, 5c: Fase de conclusão: imagens noturnas e iluminação.

BOAS IDEIAS PARA A REABILITAÇÃO

Porquê uma telha canudo se pode optar pela Telha Ibérica?

PORQUÊ A TELHA IBÉRICA?

A utilização de telha de canudo numa zona com amplitudes de variação térmica significativas implica com frequência que a massa de cal-hidráulica utilizada muitas vezes se solte. Quando se usam ganchos de fixação, a quantidade de pequenos animais, como gatos, que circulam pelos telhados, e pássaros que aí tentam fazer os seus ninhos, implica que os mesmos se soltem. Quando se opta por aplicar espuma de poliuretano, ou outros materiais actuais, acontece o mesmo que à cal.



Claro que poderemos dizer que no passado acontecia o mesmo e as coberturas sobreviveram. Sim, é verdade. Só que antigamente, por um lado, havia profissionais habituados a estas técnicas em número significativo e, por outro, o seu salário diário não tinha nada a ver com os oitenta e mais euros actuais. Reparar, e apenas reparar, actualmente um telhado feito em telha de canudo implica custos significativos.

Também se poderá dizer que hoje é fácil o recurso a sub-telhas de cartão asfáltico ou de fibrocimento, que exigem aplicadores capazes (que na verdade escasseiam ou representam encargos significativamente elevados). Além disso, para coberturas com determinadas pendentes, as ligações aos beirados quando se usa sub-telha, geram normalmente zonas de infiltração de difícil correcção.

A Telha Ibérica pretende dar resposta a estas contrariedades. A Telha Ibérica alia as vantagens da utilização da telha Lusa à estética obtida com a telha Canudo.

ONDE APLICAR TELHA IBÉRICA?

Qualquer construção nova ou recuperação de edifícios onde esteja prevista a aplicação de telha cerâmica, quer seja do tipo aba/canudo (vulgarmente designada por Lusa) ou do tipo canudo.



Tratando-se de um modelo com encaixes, tal e qual uma normal telha aba/canudo, a sua aplicação não carece de qualquer tipo de cuidados especiais quando comparada com uma normal telha Lusa.

AS VANTAGENS DA TELHA IBERICA

A telha Ibérica pretende ser uma solução alternativa à normal telha lusa, com o objectivo de representar também uma solu-

ção de visual idêntico à telha canudo a custo bastante inferior. Senão veja-se:

A telha canudo necessita no mínimo de 30 unidades por m². A opção pela Telha Ibérica resulta num aspecto muito semelhante à telha canudo (após aplicada) no entanto necessita de apenas 12,8 telhas/m².

Por outro lado, dispensa a utilização de grampos de fixação ou argamassa para fixação, dispensa a respectiva mão-de-obra necessária para realizar este trabalho de fixação, bem como dispensa a utilização de sub-telha para evitar eventuais infiltrações. A Telha Ibérica necessita apenas de ripado (em argamassa por exemplo) uma vez que os pernes de fixação seguram perfeitamente as telhas. Por outro lado, os frisos duplos de segurança (longitudinais e transversais) associados a uma maior sobreposição de encaixe, asseguram uma óptima estanquicidade da cobertura. A rápida colocação permitida por esta telha resulta também numa poupança adicional de mão-de-obra necessária.

Em resultado de toda esta poupança de materiais e mão-de-obra, a Telha Ibérica permite uma contenção de custos bastante significativa por m² de telha aplicada, quando comparada a telha canudo (no mesmo tipo de decoração da superfície da telha).

RECUPERAR TELHAS ANTIGAS PORQUÊ?

Muitas vezes recuperam-se telhas antigas para realçar o respeito pelas características anciãs do respectivo edifício alvo de restauro. Os encargos adicionais associados à respectiva recuperação costumam fugir bastante ao orçamento disponível. A fragilidade destas telhas é sobremaneira evidente, as garantias de durabilidade há muito que deixaram de fazer sentido e os riscos de encargos de manutenção são acrescidos, tornando-se frequentemente uma "renda" anual com que os proprietários não contavam. A gama de soluções decorativas Margon, reforçada pela garantia de fabrico associada, colmata esta "dor de cabeça".



Margon, S.A.
Cruz da Légua
2480-854 Pedreiras
Telef. 244 498 000
Fax. 244 498 001
Email: comercial@margon.pt
Website: www.margon.pt



> 6

volumetria toda a função estrutural, libertando o interior da *gaiola* para uma providencial dupla função. Foi esta polivalência funcional que proporcionou o alargamento das possibilidades de utilização da ttt, ampliando-as às aplicações urbanas – em propriedade horizontal, e num único nível –, em consequência da referida dupla posição habitável. Por fim, é também neste contexto que se justifica como particularmente oportuna a utilização de um pórtico metálico de reforço, em perfis HEB, de onde a estrutura de madeira – embora autónoma enquanto tal – se suspende num efeito voluntário de hipérbole da sua expressão vertical. Este resultado traz à evidência o facto de a estrutura ser, simultânea e assumidamente, a arquitetura. As Figs. 4a, 4b e 4c, no momento da construção, documentam esta particularidade. As Figs. 5a, 5b e 5c, da obra finalizada, acrescentam-lhe a preponderância da iluminação na sua imagem noturna.

Por se continuar a constituir como unidade modular replicável neste contexto polivalente, a ttt passa também a representar uma resposta rápida e inovadora face à necessidade de soluções habitacionais evolutivas. Acresce que a polivalência estrutural da ttt, que permite este seu funcionamento horizontal, contempla ainda a sobreposição vertical destas unidades, passando a viabilizar a deposição de módulos por camadas – como se pode observar na Fig. 6, simulada no centro histórico do Porto, com 8 células ttt em posição horizontal –, originando soluções urbanas em altura, prontas a ocupar e revitalizar largos tecidos de cidade.

Destaca-se ainda a possibilidade de aumentar, ou até reduzir, a área da unidade habitável, duplicando ou quadruplicando modularmente a área útil das habitações. Tal capacidade decorre da estratégia de evolutividade que visa responder à crescente demanda de flexibilidade social e familiar, no que poderá vir a caracterizar uma nova e séria tendência da urbanidade futura.

– **Sustentabilidade e materiais**

Pela sua especificidade industrial, este projeto otimiza os processos de construção, reduz os resíduos de produção e diminui os consumos energéticos do edifício. A ttt assenta em 3 vetores de sustentabilidade – a viabilidade económica e estratégica da sua implementação; o compromisso ambiental com recurso a sistemas solares; e o suporte sociocultural baseado na aproximação construtiva à natureza e aos seus recursos renováveis. E recorre a uma nova geração de processos construtivos onde a madeira – 100% renovável, neste caso tendo sido utilizada madeira de pinho nórdico certificada – assume especial importância, como é patente na Fig. 7, aliando o valor histórico tradicional à imagem tecnológica. O vidro, 100% reciclável, e neste caso duplo e laminado, é também indispensável na integração dos sistemas solares desenvolvidos. A iluminação natural integrada nesta combinação contribui para a aplicação de novas soluções sustentáveis, proporcionando simultaneamente o enriquecimento da vivência e da utilização do espaço pelo utilizador. Por sua vez, a política



> 7

de reutilização estabelecida reforça o compromisso ambiental assumido no projeto.

A nível técnico há que destacar a importância das soluções de proteção e preservação da madeira. Não apenas ativas – como foi o caso da aplicação de verniz apropriado para o tipo de clima adverso a que esteve exposto o edifício –, mas sobretudo os detalhes de projeto relacionados com a ventilação. A referida ventilação é assegurada transversalmente em todos os níveis da torre, bem como também no seu eixo vertical, materializando um relevante efeito chaminé. Estas precauções têm consequências ao nível do conforto térmico interior, mas fundamentalmente na eliminação de qualquer efeito nocivo de humidade na madeira, garantindo a sua preservação.

– **Energia e tecnologia construtiva**

A tecnologia construtiva foi fator de especial preponderância no desenvolvimento do projeto, e aposta de investigação aplicada – a Fig. 8 demonstra o local de ensaio –, especialmente no que respeita à capacidade mecânica e à potencialidade energética. Neste sentido, a ttt surge na sequência da tecnologia *Et3 Energetic modular technology* – um sistema estrutural bioclimático prefabricado, que armazena, renova e reutiliza a energia, premiado em 2009 na *V Edição do Concurso Nacional de Inovação BES*.

O Et3 é um painel estrutural misto madeira-vidro, industrializado, modular, polivalente e utilizável como laje ou como parede resis-

> Figura 6: Porto revivido: integração de soluções urbanas construídas modularmente com recurso à ttt.

> Figura 7: A madeira como elemento dominante da estrutura física e espacial.

tente. No fundo, uma espécie de “lego” que se multiplica e desmultiplica, fazendo uso da sua capacidade estrutural para, autonomamente, proporcionar soluções habitacionais diversas. Acresce que integra sistemas solares passivos, sistemas solares ativos e funções bioclimáticas, que se traduzem diretamente em eficácia energética, constituindo por isso inovação ao nível de elementos estruturais prefabricados.

O Et3 pode ser utilizado como produto final para construção nova ou reabilitação, mas também como painel autónomo em construções evolutivas, contemporâneas e polivalentes. Porém, e o que mais se releva para este caso, é a possibilidade da sua utilização como subproduto da ttt, incorporado diretamente na estrutura, e tendo como consequência o incremento da autonomia energética da torre turística, com recurso exclusivo a energias renováveis.

PRINCIPAIS DESAFIOS

Janeiro de 2010 – a construção da ttt inicia-se em Braga. Quatro meses volvidos, no dia 01 de maio, inaugurar-se-ia na China, com pompa e circunstância, a maior EXPO de sempre. Meio mundo separava os locais de origem e destino daquela a que viemos a denominar “a dama de Xangai”. Uma noção de espaço demasiadamente grande para tão pouco tempo disponível. Mas, há oportunidades únicas, irrepetíveis e irrecusáveis. Será talvez nestes momentos que os maiores desafios se colocam – o da *torre turística transportável* estava assim lançado. A preparação de obra de uma estrutura altamente rigorosa em diferentes especialidades, a sua assemblagem com recurso a diferentes equipas multidisciplinares em tempo reduzido, os respetivos testes de afinação e funcionamento, a necessidade de

manuseamento monolítico de uma estrutura com um porte de 9 m, o seu acondicionamento e transporte para o porto, uma viagem de mês e meio em alto mar, a sua recolha alfandegária na China, a preparação das fundações no recinto e a sua montagem e fixação final – ilustrada nas Figs.9a e 9b –, com todas as questões logísticas e burocráticas que intermediaram este processo, constituíram apenas alguns dos desafios que a equipa de trabalho enfrentou.

Na noite do dia 30 de abril, véspera da inauguração do evento, aquele que foi o único pavilhão construído integralmente do outro lado do mundo, estava pronto para abrir as portas a uma média diária de 2000 visitantes, que durante meio ano levaram ao extremo o conceito de teste de utilização de um espaço com 30 m². Esta utilização intensiva – visível nas Figs.10 e 11 – possibilitou, como nunca, testar os limites

Thomsit

65 years
Thomsit
The best foundation for the future

COLAS DE CONTACTO

A QUALIDADE DE SEMPRE, MAIS SEGURA DO QUE NUNCA

Pela segurança dos utilizadores de colas de contacto Thomsit e assumindo o seu compromisso de sustentabilidade, a Henkel decidiu eliminar totalmente os solventes aromáticos (tolueno) das suas colas.



Thomsit K 172 25L
■ Cola de contacto indicada para revestimentos de PVC e borracho, cortiça e madeira com base PVC, linóleo e alcatifas.



Thomsit K 165 25L
■ Indicada para revestimentos de cortiça, linóleo, alcatifas têxteis, revestimentos plásticos com base natural (têxtil, cortiça, etc.) e ladrilhos de PVC.



Thomsit K 192 5L e 25L
■ Indicada para revestimentos de PVC, linóleo, borracho, cortiça (com ou sem base PVC) e têxteis.

Henkel

Qualidade para Profissionais



> 8

do comportamento do edifício. Mas não só. Permitiu essencialmente testar a recetividade, e perceber a sensibilidade dos visitantes a um produto radicalmente diferente do convencional e às suas particularidades.

ALGUMAS CONCLUSÕES

– Pós-Expo e Implementação simbólica

Esta participação a nível internacional revelou-se decisiva para uma abordagem efetiva ao mercado chinês e asiático, que passou a constituir prioridade estratégica para implementação global deste projeto, no que poderá constituir exemplo a seguir por empresas nacionais num futuro próximo.

Em sequência do sucesso obtido neste processo e da estratégia entretanto delineada, o exem-

plar da ttt que marcou presença em Xangai, foi recentemente – em 8 agosto de 2011 – doado oficialmente por Portugal à República Popular da China, perpetuando este envolvimento e reforçando os laços de amizade existentes entre as duas nações. Não deixa de ser emblemática e oportuna a mensagem que é transmitida pela utilização de um material que, como a madeira, estando tão profundamente enraizado na cultura oriental, se destaca também pelo incontornável contributo num compromisso de sustentabilidade e, simultaneamente, de produção industrial.

– O papel da ligação Universidade-Empresa no desenvolvimento de projetos de inovação

No decurso de todo o processo de parceria, já com a duração de 6 anos, foi crucial a conjugação da vertente estratégico-empresarial com a componente científico-tecnológica. Sem qualquer uma delas os resultados obtidos não teriam sido possíveis de alcançar. Num mercado tão maduro como o da construção, a única solução internacional verdadeiramente competitiva passa por apresentar soluções inovadoras, além dos limites do expectável. Nesse sentido, é justo dizer-se que, aliado à audácia estratégica que pode ser demonstrada pelas empresas, o papel inovador das universidades e dos institutos de investigação é um fator de diferenciação tecnológica ao qual deve ser atribuído o seu real valor num mercado que, irremediavelmente, não é senão global. ■



> 9



> 10



> 11

> Figura 8: Ensaios laboratoriais no Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho.
 > Figuras 9a, 9b: Colocação e montagem final da ttt no recinto da EXPO.
 > Figura 10: Visitante no interior da ttt dominado pela luz natural e pela madeira.
 > Figura 11: Afluência regular de visitantes ao 2º Pavilhão de Portugal.