



PROCESSO CONSTRUTIVO PARA TORRES EÓLICAS EM MADEIRA LAMELADA COLADA CRUZADA (CLT)

¹João H. Negrão (jhnegrão@dec.uc.pt), ²Luís F. Jorge (luisfc@ipcb.pt)

¹CICC, Universidade de Coimbra

Departamento de Engenharia Civil, Rua Luís Reis Santos, Pólo 2, 3030-788 Coimbra - Portugal

²CICC, Instituto Politécnico de Castelo Branco

EST, 6000-767 Castelo Branco - Portugal

RESUMO: A madeira lamelada colada cruzada (CLT, de *Cross-Laminated Timber*) é um produto estrutural derivado de madeira de uso recente, em rápida expansão na Europa, América do Norte e Ásia-Pacífico, que expande os limites físicos para a construção de estruturas de madeira. Dada a sua altura e regularidade geométrica, as torres eólicas são um tipo de estrutura no qual a aplicação deste material se afigura promissor, havendo já realizações práticas a comprová-lo. Neste trabalho apresenta-se e discute-se um processo construtivo alternativo ao utilizado nas poucas torres em CLT já construídas. O sistema proposto apresenta, entre outras vantagens, a de recorrer a equipamento de elevação relativamente ligeiro (na maior parte do processo), a possibilidade de trabalhar sob condições climáticas adversas, basear-se num elevado nível de pré-fabricação e utilizar componentes de pequena e média dimensão, não exigindo veículos de transporte especiais. Discutem-se em pormenor vários aspetos da sequência e do processo construtivo, e procede-se a um dimensionamento e verificação de segurança simplificados, que, aliás, não são inerentes ao processo, mas sim ao material.

Palavras Chave: CLT, torres eólicas, sistema construtivo

ERECTION PROCEDURE FOR WIND TOWERS MADE UP WITH CROSS-LAMINATED TIMBER (CLT)

ABSTRACT: The Cross-Laminated Timber (CLT) is an engineered wood-based product whose recent use is quickly increasing in Europe, North America and Asia-Pacific, enlarging the physical limits to the construction of timber structures. Given its height and regular geometry, wind towers are among the types of structures for which the use of this material is promising and some already existing such structures prove it. This paper describes and discusses an erection technology alternative to that used in building the few existing CLT wind towers. Among other advantages, the proposed system does not require heavy lifting equipment (in most of the process), allows for the works to proceed under adverse climatic condition, is based on pre-fabrication to a great extent and uses small and medium size components, requiring no special transportation vehicles. Various issues of the erection process and sequence are discussed and a simplified design and safety check, which are related to the material more than to the process, are carried out.

Keywords: CLT, wind towers, erection system

1. INTRODUÇÃO

As questões ambientais e de sustentabilidade estão na ordem do dia em todo o mundo e, pressionado por elas, prossegue o desenvolvimento de tecnologias para exploração de fontes de energia limpa, isto é, sem emissão de gases com efeito de estufa. Entre estas conta-se a energia eólica, que tem conhecido uma rápida expansão, com construção de milhares de torres um pouco por todo o mundo. No final de 2014 havia cerca de 130 Gigawatt (GW) de capacidade instalada de produção de energia eólica na União Europeia, representado 14% da capacidade instalada total de produção de energia elétrica e mantendo um ritmo de crescimento anual de cerca de 12GW. Portugal ocupa o 6º lugar em capacidade instalada, só atrás dos grandes países europeu (Alemanha, França, Reino Unido, Itália, Espanha e Suécia), EWEA (2014), com uma quota de 4,9% na produção de energia eólica, para um PIB e uma população que correspondem a cerca de 2% dos da União Europeia.

Dado o número de torres anualmente construídas e a sua dimensão, qualquer aumento de eficácia no uso dos fatores de produção pode, por economia de escala, traduzir-se numa redução de custo significativa e melhorar a competitividade de um tipo de solução. Atualmente, este mercado é quase totalmente dominado pelas soluções em aço, por várias ordens de razões: as soluções são leves e pré-fabricadas em grande parte, a sua montagem em obra é rápida, a fileira da construção metálica é poderosa e tem conduzido, desde há décadas, um bem-sucedido programa de investigação e normalização, do qual resultaram normas e regulamentos sobre virtualmente todos os domínios de aplicação do aço em construção civil, que facilitam a sua consideração em projeto. De um ponto de vista “filosófico”, no entanto, não deixa de ser contraditório que a construção destas estruturas amigas do ambiente seja feita em aço, um material com um elevado custo energético de produção.

2. TORRES EÓLICAS EM CLT – O SISTEMA TIMBERTOWER®

É nessa aposta na mais-valia ambiental das soluções baseadas no uso de madeira e na perceção da sua superioridade pela Sociedade, que se encontra a janela de oportunidade para o desenvolvimento e aplicação de soluções baseadas em CLT. Obviamente, estes argumentos não dispensam a realidade dos números e é indispensável que tais soluções provem ser competitivas, também em custo, em relação às metálicas, ainda que o seu benefício ambiental crie predisposição para se aceitarem custos marginalmente superiores. Atualmente, tanto quanto é do conhecimento dos autores, a empresa germânica TimberTower® (2015) é o único construtor mundial de torres eólicas em CLT, tendo começado a operar em 2012. Após a construção de várias torres de 100m de altura, prepara-se para construir a primeira com 140m. O seu sistema construtivo baseia-se na elevação externa, por meio de uma grua de grande altura, de painéis individuais que são diretamente colocados na sua posição final, segundo um padrão de avanço helicoidal em altura. No interior da torre vão sendo colocadas, pelo topo e com recurso à grua, estruturas de montagem pré-fabricadas de madeira, com uma altura de vários pisos. Estas oferecem plataformas de trabalho e escadas centrais e, além de servirem de apoio para a fixação e estabilização dos painéis em fase construtiva, cumprem também funções de transporte e fixação de cablagens e equipamento, e permitem o acesso para manutenção da torre, em fase de serviço. É essencialmente nestes aspetos que o sistema proposto neste trabalho se distingue do da TimberTower, embora não se conheçam em detalhe as soluções adotadas por aquele fabricante para dar resposta a outros problemas relevantes, como os das ligações de topo ou laterais entre painéis.

3. TORRES EÓLICAS EM CLT – O SISTEMA PROPOSTO

Como ponto de partida, pressupõe-se a construção prévia de fundação em betão armado, de dimensão definida em projeto e segundo procedimento similar ao utilizado para