

Moinhos de vento tradicionais em Portugal

Escolha e protecção da madeira na construção (e reconstrução)



A construção de moinhos de vento tradicionais envolve a utilização de madeira em diversas partes do edifício (nomeadamente em soalho e vigamentos de madeira, caixilharia e capelo), do mecanismo motor (mastro, varas, entrosga, carroto, ponte) e do mecanismo de moagem. Estes vários componentes estão sujeitos a esforços mecânicos de tipo e intensidade distintos, diferentes condições de exposição e riscos de degradação.

A escolha de madeira para cada um desses componentes – tendo em vista cumprir exigências específicas de resistência, durabilidade e estabilidade dimensional – era ditada pela experiência, em resultado da observação, quer dos casos de sucesso, quer dos inevitáveis insucessos ao longo de séculos de construção de moinhos. Também outros aspectos, como sejam a trabalhabilidade da madeira e, naturalmente, as disponibilidades, em termos de espécies florestais, qualidade e dimensões, têm sido factores condicionantes das opções dos construtores de

moinhos em cada local e época. Dispomos, hoje em dia, de um razoável conhecimento científico das propriedades da madeira, dos processos de deterioração e técnicas de preservação, que permitem compreender as razões do bom ou mau desempenho dos elementos de madeira que integram os moinhos, bem como justificar o funcionamento de certas estratégias que eram, então, adoptadas de forma empírica. Os critérios de selecção tradicionais podem assim ser explicados à luz da estrutura interna da madeira, da sua variabilidade natural, anisotropia e higroscopicidade.

ASPECTOS QUE CONDICIONAM O COMPORTAMENTO DA MADEIRA

A forte anisotropia da madeira (que exhibe uma resistência à tracção paralela às fibras cerca de 30 vezes superior à sua resistência à tracção na direcção perpendicular às fibras) justifica, por exemplo, a necessidade de limitar nas peças rectas com função estrutural importante a presença de grupos de nós ou nós de grandes dimensões, tal como de fio diagonal (resultado da conversão de árvores tortas ou da má orientação do tronco durante a serragem). Com efeito, ambos os defeitos correspondem à inclusão de material cujas fibras são predominantemente perpendiculares ao eixo da peça de madeira.

A mesma anisotropia explica por que razão, pelo contrário, árvores tortas podem ser altamente valorizadas para a obtenção de peças necessariamente curvas como é o caso da entrosga e do frechal de madeira do capelo, já que, deste modo, o esforço aplicado às peças tem, predominan-

temente, a direcção paralela às fibras, o que corresponde à situação mais favorável em termos de resistência.

A higroscopicidade da madeira é responsável pela sua retracção ou inchamento em resposta à variação das condições ambientais, em particular da humidade relativa do ar, sendo ainda, a higroscopicidade associada à anisotropia a causa do desenvolvimento de fendas e empenos.

Por estas razões, a aplicação de madeira em interiores deve ser feita com um teor em água tão próximo quanto possível do teor em água de equilíbrio esperado em serviço. Além disso, devem ser preferidas madeiras com grande estabilidade dimensional, sempre que sejam previsíveis ciclos de secagem e humedecimento importantes, como, por exemplo, no caso da fixação das varas ao mastro, onde grandes variações dimensionais podem resultar no desprendimento das cunhas que seguram as varas. A estabilidade dimensional da madeira é uma característica intrínseca de cada espécie, avaliada pelos respectivos coeficientes de retracção, sendo essa informação incluída em numerosas publicações.

A variação dimensional pode, também, ser minimizada pela adopção de menores construtivos que limitem a retenção e absorção de água pela madeira. Além disso, espécies mais propensas a fender devem ser evitadas, especialmente em elementos sujeitos a esforços elevados ou onde a abertura de entalhes ou a cravação de ligadores provoque concentração de tensões. Sabe-se que a duração dos elementos da madeira é função das condições de aplicação e da durabilidade natural da madeira relativamente aos diversos agentes de degradação, a qual é intrínseca a cada espécie florestal. É vasta a bibliografia disponível sobre este assunto. Em particular, a norma europeia EN 350-2 sistematiza informação sobre a durabilidade natural e a tratabilidade de um grande número de espécies.



Entrosga

Naturalmente que a escolha seria sempre condicionada pelas disponibilidades locais, já que a utilização de espécies exóticas de grandes dimensões, resistência e durabilidade, era dispendiosa e difícil. De entre as espécies florestais autóctones cuja utilização em moinhos de vento tem sido reconhecida e descrita, apresenta-se, seguidamente, um resumo das respectivas aptidões ao uso.

EXEMPLOS DE ALGUMAS OPÇÕES

Uma vez que a escolha de espécies naturalmente muito duráveis nem sempre era possível, os antigos construtores de moinhos desenvolveram um conjunto de técnicas tendentes a reduzir o risco de degradação biológica, prolongando assim a vida dos componentes de madeira. Dependendo das situações, isto era conseguido, quer minimizando/limitando a absorção de água pela madeira, quer aumentando a durabilidade da madeira pela aplicação de produtos de protecção específicos, ou ambos.

Capelo

O capelo é formado por barrotes, que em baixo se apoiam no frechal e em cima na roda de ponto, cobertos por tábuas. É imprescindível a sua conservação, como forma de manter as paredes e todo o interior da construção secos.

Era, frequentemente, empregue para esse efeito um tabuado de pinho, madeira pouco durável, forrado com lo-



Os nós correspondem a fibras perpendiculares ao eixo da peça de madeira

na que era depois pintada com misturas à base de alcatrão. Este produto hidrófugo era usado para impedir o contacto da água com a madeira, mantendo-a seca e, deste modo, livre de ataque por fungos e térmitas. Refira-se, a propósito, que também as cordas exteriores de linho eram alcatroadas, com o mesmo objectivo de aumentar a sua durabilidade.

As extensas folgas ao nível do frechal permitiam, ainda, a ventilação natural da superfície interna do capelo, de modo a que eventuais entradas de água não tivessem consequências. Sob o eixo do catavento, que fura a roda de ponto, era geralmente colocada uma lata destinada a impedir eventuais pingas escorrendo pelo eixo de chegar aos restantes elementos.

Frechal

Elemento em forma de anel, sujeito a desgaste e esforços elevados na direcção tangencial a esse anel, em princípio não sujeito à acção da chuva por se encontrar protegido pelo capelo.

Eram usadas peças de sobre ou azinho curvas, interligadas através de escarvas (entalhes) de modo a formar o anel. A escolha de peças curvas permitia que, ao talhar os elementos, houvesse o mínimo de fibras cortadas, sendo a madeira solicitada o mais possível segundo a direcção das fibras. As madeiras usadas, além de duras e resistentes ao desgaste, fornecem naturalmente peças com a forma adequada.

Aptidão ao uso de madeiras usadas para a construção de moinhos de vento

Designação comum (P)	Azinho	Carvalho português	Carvalho roble	Casquinha	Castanho	Oliveira ou Zambujo	Pinho bravo	Pinho manso	Sobro
Nome comercial	Evergreen oak	Portuguese oak	European oak	European redwood	Sweet chestnut	European olive	Maritime pine	Stone pine	Cork oak
Designação botânica	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus faginea</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Olea europaea</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Quercus suber</i>
Massa volúmica média (kg/m ³)	900	890	710	550	590	940	600	550	750
Dureza	●●●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●●●	●●	●●	●●●●●
Resistência	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●	●●●●●	●●●	●●●●	●●●	●●●
Durabilidade:									
Fungos - borne ceme	● ●●●	● ●●●●	● ●●●●	● ●●●	● ●●●●	● ●●●●●	● ●●●	● ●●●	● ●●●
Térmitas - borne ceme	● ●	● ●●●	● ●●●	● ●	● ●●●	● ●●●	● ●	● ●	●
Carunchos - borne ceme	● ●●●	● ●●●●	● ●●●●	● ●●●●	● ●●●●	● ●●●●	● ●●●●	● ●●●●	● ●●●●
Durabilidade (apreciação global)	●●	●●●	●●●	●	●●●	●●●●●	●	●	●●●
Retracção / inchamento	●	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●
Propensão para fender	●	●	●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●	●●●	●
Propensão para empenar	●	●	●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●	●●●	●
Secagem	●	●	●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●
Laboraço	●	●●●	●●●	●●●●	●●●	●●●	●●●●	●●●●	●

Massa volúmica: Massa/Volume (a 12% de teor em água)

Resistência mecânica { ●●●●● - Elevada
●●●● - Média
●●● - Média
● - Baixa

Dureza { ●●●●● - Fácil
●●●● - Média
●●● - Média
● - Difícil

Durabilidade global { Retracção / inchamento { ●●●●● - Baixa
●●●● - Média
●●● - Média
● - Elevada

Propensão para empenar {

Propensão para fender {

A sua conservação era favorecida pelo arejamento natural da zona do frechal, permitindo que toda a água eventualmente aí admitida fosse rapidamente evaporada, não chegando a haver condições para o apodrecimento da madeira.

Mastro

Elemento com cerca de 7,5 a 8 metros, muito difícil de substituir. É essencial

a boa durabilidade, já que parte do mastro está directamente exposta às intempéries e com risco de apodrecer na zona de maior retenção de água (ponto de entrada no capelo), onde está aplicado também um maior momento. Necessária, ainda, boa resistência a esforços elevados, estáticos e dinâmicos, e boa linearidade para não introduzir excentricidades.

O mastro era geralmente constituído

por uma peça única de madeira exótica. Como recurso, era por vezes composto por duas peças, sendo a interior em azinho e a exterior em eucalipto; posteriormente, surgiram exemplares de mastros totalmente em eucalipto.

Varas

Elementos com cerca de 5 a 7 metros de comprimento, que devem ser direitos. Por razões de disponibilidade,

Tema de Capa



Capelo alcatroado



Interior do capelo. Tabuado de pinho



Frechal de madeira



Frechal (pormenor)



Varas



Mastro

era geralmente usada madeira de pinho. Sendo esta uma madeira naturalmente pouco durável, exposta às intempéries e portanto em risco de apodrecimento ou ataque por insectos, as varas eram tratadas mediante imersão em “calda bordalesa” (sulfato de cobre), de reconhecida acção biocida, logo após o corte, com a madeira ainda verde.


NOTA FINAL

No que respeita à preservação da madeira, novas estratégias estão hoje disponíveis, nomeadamente pela existência de novos produtos preservadores, mais fáceis de obter e de aplicar, mais baratos e eficazes, em substituição dos métodos de protecção tradicionais, frequentemente complicados e morosos.

A oferta de madeira, em termos de espécies, dimensões e qualidade, alterou-se ao longo do último século, sendo que algumas espécies tornadas

disponíveis podem ser usadas eficazmente em alternativa às soluções tradicionais.

Hoje em dia, a informação sobre as propriedades mecânicas (resistência e elasticidade), coeficientes de retracção, durabilidade natural, tratabilidade e outras propriedades de um grande número de espécies florestais pode ser obtida de diversas fontes, nomeadamente bases de dados electrónicas e numerosas publicações disponíveis em todo o mundo.

Este conhecimento permite-nos justificar as opções do passado, mas também nos abre um leque de alternativas, nomeadamente em intervenções de reabilitação, nos casos em que o acesso às madeiras tradicionalmente usadas seja difícil ou quando seja difícil garantir uma vigilância e manutenção cuidadas, que eram prática corrente quando os moleiros viviam com e para os seus moinhos. 

BIBLIOGRAFIA

- Carvalho, A. (1997) – *Madeiras Portuguesas*, Volume II: Estrutura anatómica, propriedades e utilizações, Direcção Geral das Florestas.
- Mateus, T. (1977) – *As características das madeiras nas suas relações com as aplicações*, Separata do Instituto dos Produtos Florestais do Boletim das Madeiras, n.º 14 – Abril.
- Miranda, J. A.; Viegas, J. (1992) – *Moinhos de vento no Concelho de Oeiras*, Câmara Municipal de Oeiras.
- Veiga de Oliveira, E.; Galhano, F.; Pereira, B. (1983) – *Tecnologia Tradicional Portuguesa. Sistemas de Moagem*, Instituto Nacional de Investigação Científica, Centro de Estudos de Etnologia.
- CEN – NPEN 335-2 – *Durabilidade da madeira e de produtos derivados - Definição das classes de risco de ataque biológico - Parte 2: Aplicação à madeira maciça.*
- CEN – NPEN 350-2 – *Durabilidade de madeira e produtos derivados de madeira - Durabilidade natural de madeira maciça - Parte 2: Guia da durabilidade natural e tratabilidade de espécies com interesse comercial na Europa.*
- CEN – NPEN 460 – *Durabilidade da madeira e de produtos derivados - Durabilidade natural da madeira maciça - Guia de exigências de durabilidade das madeiras na sua utilização segundo as classes de risco.*

HELENA CRUZ,
Eng.ª Civil, Investigadora Principal
do LNEC
JOÃO VIEGAS
Eng.º Mecânico, TIMS Portugal