

## Modelos de reconstrução do tronco e programas de simulação. Ferramentas para avaliar o potencial de produção de madeira em sobreiros jovens.

*Sofia KNAPIC<sup>1</sup>, Isabel PINTO<sup>2</sup>, Arto USENIUS<sup>2</sup>, Helena PEREIRA<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, 1349-017 Lisboa, Portugal,  
Tel. +351.21.3634662, fax +351.21.3645000, email: [sknapic@isa.utl.pt](mailto:sknapic@isa.utl.pt)

<sup>2</sup> VTT Building and Transport, P.O. Box 1806, 02044 VTT (Finland)  
Tel. + 358 20 722 4565, Telefax +358 20 722 7027

### Resumo

O sobreiro (*Quercus suber* L.) é actualmente valorizado como produtor de cortiça, embora no passado a madeira de sobreiro tenha já sido o produto desejado. A disponibilidade da madeira de sobreiro para serração encontra-se limitada ao material proveniente de desbastes ou de abates autorizados.

Este estudo teve como objectivo avaliar o potencial desta espécie para a produção de peças sólidas de madeira através da aplicação de técnicas de reconstrução tridimensionais do tronco e simulação de serração. Utilizaram-se os programas de reconstrução do tronco e de simulação de corte WoodCIM®, desenvolvidos no VTT (Technical Research Centre of Finland), que permitiram prever rendimentos da produção em serração. Pretendeu-se contribuir para o aumento do conhecimento do sobreiro como espécie madeireira e do seu potencial para o fabrico de peças de qualidade elevada.

Utilizaram-se três sobreiros jovens, escolhidos aleatoriamente num povoamento em desbaste. Os troncos foram cortados em serração em tábuas com 22 mm de espessura. Nestas foi aplicada uma técnica de varrimento visual (scan) e através de análise de imagem (programa PuuPilot) e utilizando um software de reconstrução matemática foi possível desenvolver modelos bi e tridimensionais próximos da realidade, permitindo uma visualização do tronco, entrecasco e cortiça.

Neste estudo analisou-se a produção de peças para painéis e soalho. As árvores foram virtualmente serradas em toros de 500 e 1000 mm de comprimento. Os rendimentos variaram entre 26,6% e 35,4% para toros de 0,5 m, e 28,75 e 34,0% para toros de 1,0 m. O melhor rendimento foi obtido para a produção de parquet, utilizando toros de 0,5 m.

Palavras chave: Sobreiro, reconstrução do tronco, rendimento em serração

## **Introdução**

A exploração do montado orientada exclusivamente para a produção de cortiça torna este sector muito susceptível às flutuações do mercado, pelo que uma descida significativa do preço da cortiça e da procura dos produtos de cortiça terá um efeito devastador na viabilidade económica do montado. A contínua e crescente pressão dos produtos artificiais substituintes da cortiça, como as rolhas sintéticas e os vedantes metálicos, constitui o exemplo actual de ameaça ao mercado da cortiça. Nesta perspectiva, enquadra-se diversificar as possibilidades para rendibilizar o sobreiro e o montado num quadro de multifuncionalidade. Desde já pode considerar-se a utilização da madeira de sobreiro para produtos nobres e de alto valor acrescentado a partir de material proveniente de desbastes ou disponível por abates legais, sem entrar em competição com a produção sustentada de cortiça.

As propriedades da madeira de sobreiro fazem com que apresente um bom potencial para a produção de produtos de alto valor acrescentado, como sejam soalho, painéis, folha em materiais compósitos ou mobiliário, podendo substituir espécies tropicais. De facto, a madeira de sobreiro tem bom aspecto estético, elevada densidade e resistência mecânica, nomeadamente ao atrito e desgaste.

Neste contexto estão a decorrer dois projectos no Centro de Estudos Florestais do Instituto Superior de Agronomia que, entre outros aspectos, visam estudar as potencialidades da madeira de sobreiro para utilização nobre e no âmbito dos quais foi realizado este trabalho: o projecto de investigação europeu “SUBERWOOD: Strategy and technology development of a sustainable wood+cork forestry chain” (5º programa quadro) e o projecto de demonstração “SOBRO: Novos aproveitamentos do sobreiro: Produtos de madeira de alta qualidade” (programa AGRO).

O objectivo deste artigo foi o de analisar a potencialidade de árvores jovens de sobreiro representativas do material disponível em desbaste para utilização da madeira para produção de painéis e soalho, em paralelo com a produção de cortiça. Para isso foram utilizados os programas de reconstrução do tronco e de simulação de corte WoodCIM®, desenvolvidos no VTT-Technical Research Centre of Finland (Forestec 2005), que permitiram prever rendimentos da produção em serração.

## Material e Métodos

Foram seleccionados três sobreiros com cerca de 30 anos provenientes de Estremoz, sul de Portugal. As árvores seleccionadas foram cortadas antes da extracção da cortiça, em desbaste de um povoamento considerando-se como uma amostra de material juvenil disponível em desbastes. As árvores apresentavam um DAP entre 22 e 28 cm e uma altura total entre 7,2 e 8,9 m. Foi retirada a fracção do tronco com potencial para a produção de produtos serrados, correspondendo ao fuste até à bifurcação, sendo o seu comprimento entre 3 e 4 m. Devido ao reduzido comprimento do tronco não foram necessárias operações de toragem.

Nos topos do tronco foi traçada uma linha na direcção Norte-Sul, passando pela medula. Os toros foram depois cortados em tábuas com 20 mm de espessura perpendicularmente à linha Norte-Sul. Cada tábua foi marcada com um código que permite a identificação da sua origem e posição no tronco.

A reconstrução matemática dos toros foi feita com base na análise de imagem das tábuas usando o módulo de reconstrução matemática de toros do programa WoodCIM® (Song 1998). As superfícies longitudinais das tábuas foram varridas por uma câmara de vídeo que adquiriu a respectiva imagem (Figura 1) (componentes de cor RGB). Com a ajuda do operador e através da utilização do programa Puupilot foram identificadas e digitalizadas as bordaduras do tronco, cortiça e entrecasco e também a medula e todos os defeitos da madeira como os nós internos (Figura 2). Estes são os dados necessários para que seja possível a reconstrução completa do tronco. No caso do sobreiro não foi possível reconstruir a arquitectura dos nós, como tem sido feito para outras espécies (pinheiro bravo, por exemplo, Pinto 2004) dada a dispersão aleatória dos mesmos na árvore o que torna a sua modelação difícil.



Figura 1. Imagem de uma tábua de sobreiro, mostrando a camada externa de cortiça, o entrecasco e a madeira

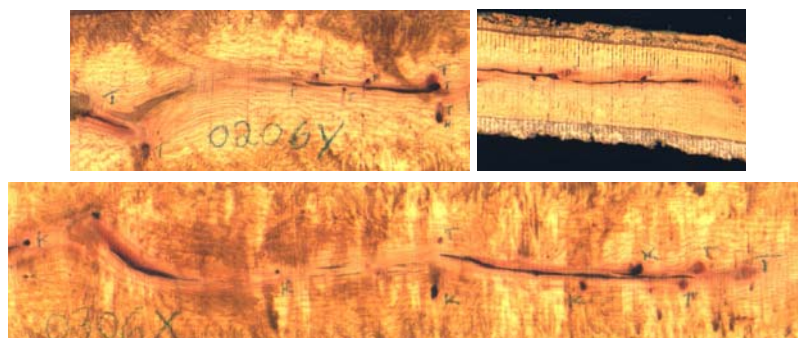


Figura 2. Imagem em pormenor de uma tábua de sobreiro onde se podem ver alguns defeitos da madeira

A reconstrução efectuada levou em conta a cortiça e o entrecasco. No entanto, para a simulação da serração o modelo 3D usado como matéria prima incluía só a parte do tronco (Figura 3).

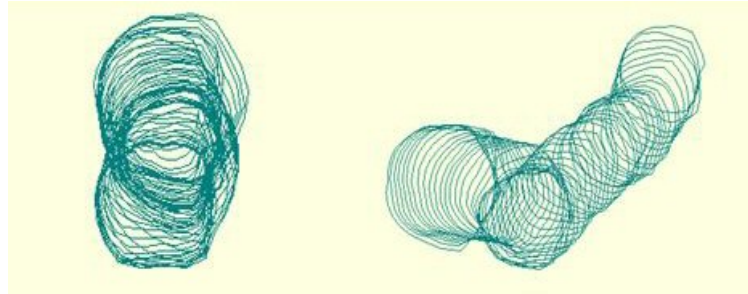


Figura 3. Representações 2D (esquerda) e 3D (direita) resultantes da reconstrução da componente de madeira de um toro de sobreiro

Para a simulação de corte das peças de madeira foram testados dois cenários de toragem: comprimentos de toros de 0,5 e 1 m. Para as três árvores obtiveram-se um total de 10 e de 4 toros, para comprimentos de 0,5 e 1 m, respectivamente. O corte virtual do tronco foi feito através do módulo WoodCIM® para a optimização da toragem, que permite o corte de diferentes comprimentos de toro no mesmo tronco. Foram escolhidas estas duas dimensões para que fosse possível minimizar as desvantagens provocadas pela acentuada encurvatura dos troncos.

O módulo de simulação de serração do WoodCIM® (Song, 1987) foi usado para estimar a produção de componentes de soalho de diferente tipo (soalho em blocos, soalho triplo, soalho em mosaico, soalho corrido, parquet e parquet lamelado) e de painéis, levando em conta especificações dimensionais das peças quanto a largura, espessura e comprimento. Foram utilizadas dimensões comerciais para painéis de madeira e para os diferentes tipos de soalhos.

O programa de simulação de serração calcula os rendimentos para cada produto usando diferentes padrões de corte, e escolhendo as melhores combinações que maximizam o rendimento. O resultado é o melhor padrão de corte e a caracterização do produto final no que diz respeito ao número de peças serradas e ao seu volume correspondendo à situação optimizada de rendimento.

## Resultados e Discussão

Foram calculados os rendimentos para cada produto com o intuito de maximização do rendimento em volume e em valor, sendo possível saber os rendimentos em peças serradas e também em serradura e estilha obtidos. Os rendimentos em valor foram apenas calculados para o soalho triplo e para os painéis. Nas simulações em que o objectivo foi o de obter apenas rendimentos em volume os preços inseridos como variável “in-put” foram iguais para todos os productos.

A Figura 4 evidencia os rendimentos, em volume, em peças serradas de todos os produtos simulados para toros com 0,5 e 1 m de comprimento, verificando-se que os rendimentos variaram entre um valor mínimo de 26,6 % e um valor máximo de 35,4%.

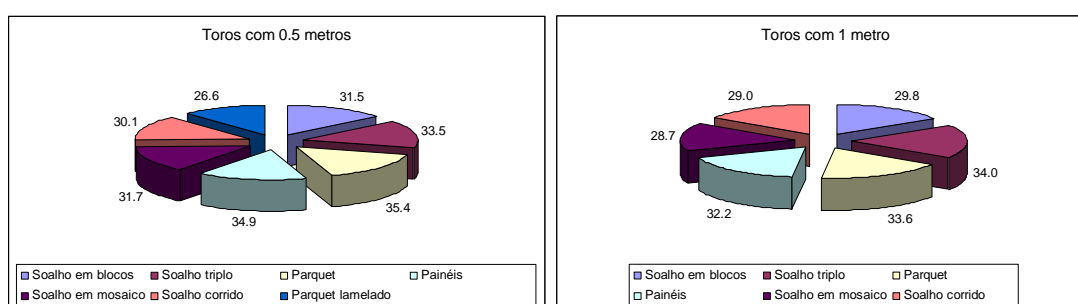


Figura 4. Rendimentos dos produtos testados utilizando toros de 0,5 metros (esquerda) e de 1 metro (direita)

De entre todos os produtos testados, o que deu origem a um maior rendimento em volume foi o parquet a partir de toros com 0,5 m, sendo o parquet lamelado com toros de 0,5 m o que originou rendimento menor.

Analisando o rendimento do parquet a partir de toros de 0,5 m, é possível constatar que os toros da parte inferior do tronco dão origem a rendimentos maiores de 35,6 % em média (1º, 2º e 3º toros, correspondendo aos primeiros 1,5 m do tronco), enquanto que os toros da parte de cima do fuste (4º e 5º toros) apresentaram rendimentos mais baixos, da ordem dos 20-25% (Figura 5).

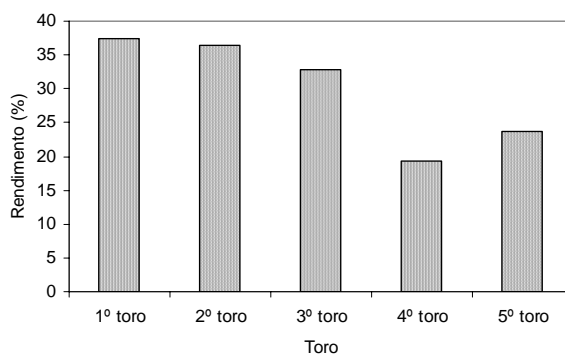


Figura 5. Rendimentos de serração de acordo com a posição do toro na árvore (valores médios para as três árvores estudadas)

A comparação entre os dois tipos de toragem testados mostrou que o rendimento final obtido foi sempre maior quando a toragem se fazia com comprimento de 0,5 m em relação ao comprimento de 1 m, embora a diferença fosse pequena e na maior parte dos casos inferior a 2% no valor do rendimento. Este facto é devido à vantagem de produção de toros menores devido à forma dos troncos.

No que respeita aos painéis e ao soalho triplo foi também possível obter rendimentos em valor, introduzindo para isso como uma variável no “input” do programa de simulação de corte, o preço do produto por m<sup>3</sup>. O soalho triplo mereceu especial atenção neste estudo por ser considerado um produto de maior valor acrescentado e de elevada qualidade estrutural, bem como o produto com maior rendimento em valor (Figura 6). Trata-se de um produto recente desenvolvido originalmente por uma indústria de madeira portuguesa.

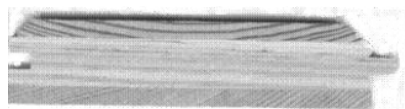


Figura 6. Soalho triplo. Fonte : AJI

Tal como nos rendimentos em volume foram simulados os produtos a partir de toros de 0,5 m e de 1m. Os valores apresentados referem-se a m<sup>3</sup> de matéria prima. Para as três árvores estudadas, no caso dos painéis, obtiveram-se valores de 183 €m<sup>3</sup> de peças serradas e 12,5 €m<sup>3</sup> de serradura para toros de 0,5 m e para os toros de 1m 147 €m<sup>3</sup> e 10,5 €m<sup>3</sup> para peças serradas e serradura, respectivamente. Nos caso do soalho triplo, os valores são mais elevados por se tratar de um produto de maior valor acrescentado, obtendo-se rendimentos de 973,2 €m<sup>3</sup> e 12,8 €m<sup>3</sup> para toros de 0,5 m e de 703 €m<sup>3</sup> e 11 €m<sup>3</sup> para toros de 1 m, para peças serradas e serradura, respectivamente. De notar que estes rendimentos em valor, quer para os painéis quer para o soalho triplo, dizem respeito a simulações com preços de mercado, não estando aqui contabilizados os custos de produção industrial, os custos da matéria-prima nem a qualidade da matéria prima.

## **Conclusão**

A reconstrução virtual de troncos e o seu uso como matéria prima para simulação de serração em componentes de madeira são ferramentas úteis para levar a cabo estudos de rendimentos de matérias-primas menos convencionais, como é o caso da madeira de sobreiro.

Os resultados mostraram ser possível a aplicação de técnicas de reconstrução tridimensionais do tronco e simulação de serração em árvores jovens de sobreiro, utilizando-se neste caso, os programas de reconstrução do tronco e de simulação de corte WoodCIM®, desenvolvidos no VTT (Technical Research Centre of Finland).

Os rendimentos em volume registaram o seu valor máximo para a produção de parquet a partir de toros de 0,5 m correspondendo a 35,4%. É possível concluir que os sobreiros apresentam um bom potencial para a produção de componentes de soalho e painéis de madeira maciça, de qualidade elevada. Este estudo servirá como base para futuros desenvolvimentos e estudos mais aprofundados visando a optimização da utilização industrial desta matéria-prima.

## Referências

FORESTEC 2005. VTT helps companies to improve their competitiveness. Ed Publico Ltd. Helsinki

Pinto, I., 2004. Raw material characteristics of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) and their influence on simulated sawing yield. Doctoral thesis. Espoo VTT Publications 533. 51p. + 69p.

Song, T., 1998. Tree stem construction model for “Improved spruce timber utilisation” project. VTTs Building Technology internal report. Helsinki pp 20

Song, T., 1987. Optimization of sawing decision making through computer simulation. Laboratory of mechanical wood technology, Helsinki University of Technology, Licenciate thesis, Espoo, pp 109