

# ESTUDOS PERLIMINARES DE PASTAS DE ALTO RENDIMENTO(CTMP) VERSUS PASTAS QUÍMICAS (KRAFT), UTILIZANDO O CARDO (*Cynara cardunculus* L.) COMO MATÉRIA-PRIMA FIBROSA

JORGE GOMINHO\* & HELENA PEREIRA\*

\* DEPARTAMENTO ENGENHARIA FLORESTAL, INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA, TAPADA DA AJUDA, P-1399 LISBOA CÓDEX, PORTUGAL, TELEFONE. ++351.1.3634667, FAX: ++351.1.3645000, e-mail: HPereira.@.ISA.UTL.PT.

## RESUMO

O cardo (*Cynara cardunculus* L.) é uma planta que cresce naturalmente em diversos locais da Península Ibérica com grandes produções de biomassa. O caule é composto por diversos tipos de células, parênquima, fibras e vasos, mas do ponto de vista papeleiro são as fibras com 1,3 mm de comprimento médio, os elementos mais importantes. A produção de pastas para papel foi efectuada com o caule completo e com o caule desmedulado mecanicamente. Foi possível deslenhificar química e mecanicamente ambas o caule do cardo com rendimentos totais em pasta superiores a 43 % para a pasta química e 77 % para a CTMP. As pastas apresentaram uma grande facilidade de refinação, mas a pasta química desmedulada mecanicamente revelou tempos de drenagem equivalentes aos das pastas químicas de folhosas. Os ensaios físico-mecânicos das folhas de papel mostraram que as pastas químicas do cardo possuem boas resistências e que podem ser utilizados para papeis de uso em geral e que a pasta mecânica necessita ainda de ser otimizada.

P.C.: Pastas de alto rendimento; CTMP; Pastas químicas; Kraft; *Cynara cardunculus* L.

## SUMMARY

*Cynara cardunculus* L. is an herbaceous perennial plant that grows naturally in several places in the Mediterranean region, with high biomass productions. The stalk is constituted by different types of cells, including parenchyma, vessels and fibres. The fibres, which have a mean length of 1.3 mm, are the most important for pulp production. Pulp were done with all the stalk and with mechanically dephited stalk. It was possible to pulp chemically and mechanically the stalk from artichoke with total yields higher than 43 % from chemical pulps and 77 % with the CTMP: Refinig was easy in all cases. The chemical pulp from the mechanically dephited stalk showed drainage times similar to chemical pulps from hardwoods. Physical properties from pulp sheets showed that the chemical pulp from artichoke has good resistance and were appropriated for general use papers. The possible use of machanical pulp needs further development.

K.W.: CTMP; Chemical Pulpl; Kraft; *Cynara cardunculus* L.

## INTRODUÇÃO

A União Europeia tem vindo a promover a investigação de espécies não lenhosas com grandes crescimentos em biomassa e que podem ser cultivadas em áreas tornadas disponíveis

para fins não alimentares tais como o sorgo, o miscanthus, o kenaf ou o cardo (*Cynara cardunculus* L.). A biomassa produzida por estas plantas pode ser utilizada para fins energéticos ou como fonte fibrosa para a produção de pasta para papel para além de outras utilizações, como a produção de materiais aglomerados compósitos ou de compostos químicos.

A espécie vegetal *Cynara cardunculus* L., vulgarmente conhecida por cardo, encontra-se disseminada por toda a bacia mediterrânica, crescendo espontaneamente ou cultivada. O cardo é uma planta robusta que aguenta muito bem a secura com crescimentos elevados. No Verão, quando completa o ciclo, pode obter-se 25-35 toneladas de matéria seca por ha, com a seguinte distribuição: 25 % folhas, 40,5 % caule e 34,5 % capítulos (FERNANDEZ e MANZANARES, 1989). A biomassa recolhida encontra-se praticamente livre de humidade, assim eliminando uma das grandes desvantagens das produções agrícolas para fins industriais, onde o frequente elevado teor de humidade apresenta desvantagens importantes em relação a transporte e conservação.

O caule do cardo é composto por uma medula central e por um córtex exterior onde se situam os feixes vasculares rodeados por fibras. Em termos biomorfológicos o caule é composto por diversos tipos de células: células de parênquima com 0,20 mm, fibras com 1,31 mm e vasos com 0.63 mm de comprimento. No entanto em termos biométricos as fibras são os únicos elementos com interesse papelero presentes no caule do cardo. (GOMINHO E PEREIRA, 1994).

A composição química das diversas fracções do caule do cardo revelaram um elevado teor em cinzas (5-11 %) e extractivos (13-21 %). A lenhina apresenta valores entre os 17-20 % e os polissacáridos 53 % ( 30 % de glucose e 16 % de xilose) (PEREIRA *et al.*, 1992).

O cardo é uma planta com diversas aplicações donde se pode salientar o consumo doméstico, terapêutico e energético; a sua aptidão papelera é também estudada por diversos laboratórios que utilizam diferentes métodos de deslenhificação química.

Os processos de alto rendimento e mais precisamente o processo CTMP (Chemical-Thermo-Mechanical Pulp) apresentam uma grande flexibilidade para o estabelecimento dos parâmetros de processo permitindo a obtenção de pastas para papel com propriedades físico-mecânicas e estruturais muito diversas. Do ponto de vista da qualidade, as pastas de alto rendimento não podem no entanto competir com as pastas obtidas pelos processos químicos (“woodfree”), principalmente quanto à estabilidade da reflectância da luz (reversão da brancura com a luz). Por esta razão estas pastas são utilizadas na manufactura de papéis com uma vida curta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado foram secções de caules de cardo com aproximadamente 20 cm de comprimento de duas proveniências: a primeira, utilizada no estudo de avaliação papelera do caule e do caule desmedulado manualmente, foi enviada pela Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Agronomos, da Universidade Politecnica de Madrid; a segunda, utilizada na desmedulação mecânica, foi recolhida no campo de ensaio experimental, do Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

A remoção manual da medula foi efectuada com uma faca muito afiada, cortando o caule ao meio longitudinalmente e removendo depois a medula. A remoção mecânica foi efectuada numa unidade de alto rendimento Sprout-Waldrom. As aparas do caule foram introduzidas na câmara de digestão e sujeitas durante 5 min. a uma impregnação com vapor saturado a 140 °C. O material foi depois crivado num cesto de rede com 1 mm de malha de forma a remover os

finos provocados no refinador e colocado num tanque durante 4 horas em água quente de modo a proceder à separação gravimétrica da medula e dos feixes de fibras.

A deslenhificação foi efectuada pelo processo Kraft num digestor de circulação forçada de 6L de capacidade com os seguintes parâmetros: sulfidez 30 %, álcali activo 20 %, razão licor/madeira 7/1 temperatura de cozimento 170 °C, tempo de subida 60min. e tempo à temperatura máxima 120 min. (caule e caule desmedulado manualmente) e 90 min. (caule desmedulado mecanicamente).

O estudo preliminar da deslenhificação utilizando o processo CTMP para a produção de pastas para papel foi conduzida numa unidade de alto rendimento Sprout-Waldrom, com 2mm de espaçamento entre o rotor e o estator onde se variou a concentração dos reagentes, a temperatura e o tempo de permanência na câmara de digestão.

A refinação das pastas foi efectuada num refinador do tipo PFI e as propriedades físico-mecânicas das pastas determinadas em folhas isotrópicas de acordo com as Normas TAPPI: °SR, tempo de drenagem, índice de tracção, alongamento rebentamento e rasgamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das desvantagens da utilização de fibras não lenhosas resulta da existência de diferentes elementos não fibrosos na sua constituição que não têm nenhum interesse papelero, nomeadamente das células de parênquima medular e interfascicular. Estes elementos dificultam a deslenhificação e o uso das fibras não lenhosas como matéria-prima para pasta para papel. O desmedulamento manual do cardo apenas retira as células de parênquima existentes na medula ficando ainda presentes as células de parênquima interfascicular que só são retiradas com o desmedulamento mecânico.

No Quadro 1 estão descritos os resultados das deslenhificações químicas e mecânicas efectuadas com o caule do cardo. Tanto o caule completo como o caule desmedulado mecanicamente produziram pastas químicas (Kraft) com rendimentos crivados acima de 40 %, com o caule desmedulado mecanicamente a apresentar o maior valor (43,0 %) e menor teor em incozidos (0,7 %). É de salientar que a pasta produzida com o caule desmedulado mecanicamente foi obtida com menos 0,5 h de cozimento à temperatura máxima.

Estes rendimentos podem ser considerados bons para uma planta não lenhosa, apesar de menores do que os correspondentes a uma madeira de folhosas por exemplo do eucalipto, que apresenta rendimentos da ordem 50 %, como consequência de um menor teor em celulose no cardo. A deslenhificação mecânica (CTMP) apresentou um rendimento médio em pasta crivada de 78 % e 8,5 % de incozidos, resultados estes considerados normais para pastas de alto rendimento.

Na Figura 1 estão representados os rendimentos totais para os diversos ensaios preliminares de deslenhificação. Todos os ensaios apresentaram um rendimento total acima dos 75 %, excepto para o ensaio onde se utilizou uma solução de impregnação com 2,5% de NaOH e 2,5 % de Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>.

As pastas químicas revelaram como seria de esperar melhores características físico-mecânicas (Quadro 2). As pastas atingiram rapidamente elevados graus de refinação (°SR) e o tempo de drenagem das pastas foi francamente favorável ao caule desmedulado mecanicamente. Nesta fracção, até 1150 rotações que correspondem a 43°SR, o tempo de drenagem é inferior a 12 s, o que é excelente para uma pasta química de uma planta anual. A pasta química do caule desmedulado mecanicamente apresenta em geral valores de resistências físico-mecânicas um pouco inferiores para o mesmo grau SR quando comparadas com a pasta química do caule. Assim para um grau SR igual a 43 a pasta química do caule

apresenta um índice de tracção igual a 80,9 N.m/g, um índice de rasgamento de 5,7 mN.m<sup>2</sup>/g e um índice de rebentamento ligeiramente inferior 5,2 kPa.m<sup>2</sup>/g.

As pastas CTMP do caule do cardo apresentaram valores muito baixos para os índices de resistência mas, quando comparados com valores apresentados para a uma CTMP usando o kenaf como matéria-prima fibrosa (Gary, 1995) eles revelam-se razoáveis tendo em atenção que se trata de um estudo preliminar realizado para testar a aptidão do caule do cardo.

Uma análise biométrica aos elementos presentes nas pastas obtidas com o caule do cardo revelou que a pasta CTMP é a que apresenta um maior teor em elementos de menor dimensão logo seguido da pasta kraft do caule. A pasta kraft obtida com o caule desmedulado mecanicamente apresenta uma maior percentagem em elementos de maiores dimensões (Fig. 2). Este facto explica a diminuição no tempo de drenagem que esta pasta apresenta.

## CONCLUSÃO

1) O caule inclui um elevado número de células (células de parênquima) sem interesse papaleiro.

2) Foi possível deslenhificar quimicamente e mecanicamente o caule do cardo com rendimentos totais aceitáveis para uma pasta química e CTMP. O caule desmedulado apresentou um melhor comportamento no processo de deslenhificação, nomeadamente maior rendimento e menor teor de incozidos. Deste modo os resultados obtidos aconselham a desmedular o material antes da sua deslenhificação. A deslenhificação química pelo processo Kraft do caule do cardo originou pastas com rendimentos crivados entre 40 e 43% com uma percentagem de incozidos inferior a 5% e um índice Kappa normal para uma pasta kraft. A deslenhificação mecânica por sua vez apresentou em média um rendimento crivado de 77 % e 8,5 % no teor em incozidos.

3) O tempo de drenagem é grandemente melhorado com o desmedulamento mecânico mas esta operação necessita de uma melhor optimização pois as características físico-mecânicas das pastas são afectadas.

4) As pastas químicas do caule do cardo refinaram muito facilmente e apresentam propriedades mecânicas que permitem a sua utilização para o fabrico de papeis de uso corrente.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela UE através do Programa AIR (AIR3-CT93- 1089, *Cynara cardunculus* network) e pela JNICT pela concessão de uma bolsa de Mestrado no âmbito do Programa PRAXIS XXI.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDEZ, J. MANZANARES, P., (1989). *Cynara cardunculus* L. a new crop for oil, paper-pulp and energy. In.: G. Grassi, G. Gosse, G. dos Santos (Eds.); *Biomass for Energy and Industry and Environment*, 1:1184:1189, Elsevier Applied Science Publishers, London.

GARY C. M., BAGBY, M.O. (1995). Feasibility of using kenaf chemithermomechanical pulp in printing and writing paper. *Tappi Journal*. 78(5):156-161.

GOMINHO, J., PEREIRA. H. (1994). O Cardo - uma matéria-prima para a pasta de papel. In.: F. Páscoa, L. Pinheiro, A. Isidoro (Eds.), *Actas III Congresso Florestal Nacional*, 2:327-440, Sociedade Portuguesa De Ciências Florestais, Lisboa.

GOMINHO, J., PEREIRA. H. (1996a). Produção de pasta para papel a partir da biomassa de *Cynara cardunculus* L. In.: *Actas das Jornadas sobre Cultivos Alternativos no Alimentarios*, 127-135, Junta da Extremadura, Badajoz

GOMINHO, J., PEREIRA. H. (1996b). Utilização papeleira das fibras do cardo *Cynara cardunculus* L. In.: Arantes, O., Tavares, S., Reis, S. (Eds.), *O nosso papel*, 128-137, Tecnicelva XV Congresso Nacional, Aveiro.

PEREIRA, H., MIRANDA I., PAES, M. S., GOMINHO, J. (1992). The chemical composition and raw-material quality of *Cynara cardunculus* biomass as pulp fibre source. In.: D.O.Grassi, H.Scheer (Eds.), *Biomass for Energy and Industry*. 1:1133-1137, Ponte Press, Bochum.

	Pasta química (kraft)*		Pasta mecânica (CTMP)**
	Caule	Caule desmedulado mecanicamente	Caule
Rendimento crivado (%)	40,0	43,0	77,0
Incozidos (%)	3,5	0,7	8,5
Rendimento total (%)	43,5	43,7	85,5
N.º Kappa	15,0	11,0	-

\* Valores extraídos de GOMINHO E PEREIRA, 1996a

\*\* Valor médio dos vários ensaios

Quadro 1- Rendimento em pastas obtidos com o caule do cardo.

	Processo	N.º de rotações no PFI	°SR	Tempo de drenagem (s)	Índice de tracção (N.m/g)	Índice de rasgamento (mN.m <sup>2</sup> /g)	Índice de rebentamento (kPa.m <sup>2</sup> /g)
Caule	Química*	0	24	16	63,6	6,7	3,4
		500	43	25	80,9	5,7	5,2
Caule desmedulado mecanicamente	Química*	0	16	5	33,4	5,6	1,7
		1150	43	12	66,4	6,7	5,3
Caule	CTMP**	2000	68	85	19,4	0,8	1,1

\* Valores extraídos de GOMINHO E PEREIRA, 1996b

\*\* Valor médio dos vários ensaios

Quadro 2 - Propriedades físico-mecânicas das pastas do caule do cardo

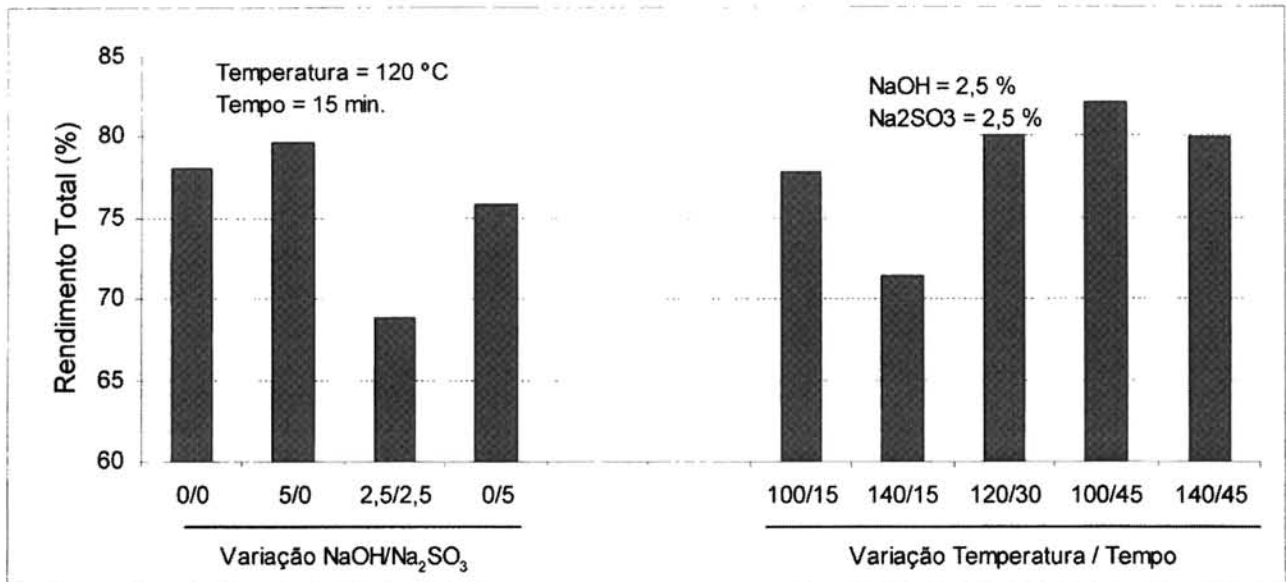


Figura 1. Rendimento total das pastas CTMP utilizando o caule do cardo como matéria-prima fibrosa.

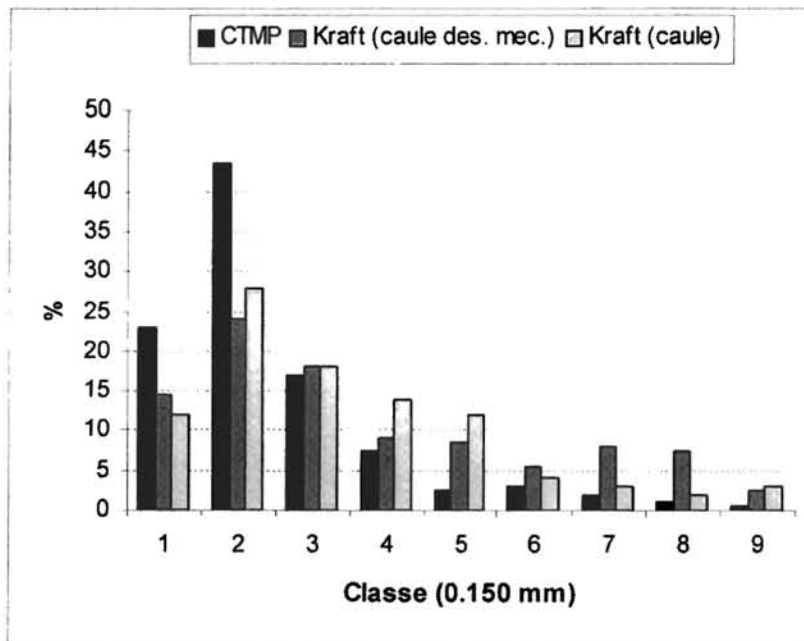


Figura 2. Distribuição percentual dos elementos fibrosos presentes nas pastas do caule do cardo.