

POTENCIALIDADES E PERSPETIVAS DO APROVEITAMENTO DA BIOMASSA DA CANA (*ARUNDO DONAX L.*).

Por: Artur J.G. Amaral
artur.amaral@esa.ipsantarem.pt

"As culturas perenes de natureza herbácea, como é o Arundo donax L., bem adaptadas aos ecossistemas, que não concorrem diretamente com a utilização do solo para uso agrícola e que, pelas taxas de crescimento, constituem uma eficiente fonte produtora de biomassa, deverão vir a ser consideradas no desenvolvimento do setor bioenergético".

1. ENQUADRAMENTO

O termo "bioenergia" tem sido utilizado nos últimos anos como sinónimo da obtenção de energia a partir da biomassa. A biomassa está relacionada com o cultivo das plantas, embora, num sentido mais lato, se possa associar com a matéria orgânica. A bioenergia está ligada à atividade agrícola, florestal, pecuária e pescas, mas também à utilização dos resíduos orgânicos, obtidos dessas atividades ou da sua transformação industrial. Deverão ser considerados, igualmente, os resíduos sólidos urbanos ou os efluentes domésticos tratados. Este tipo de energia é considerada como uma fonte renovável, uma vez que as plantas, como elementos primários da cadeia, transformam, através do processo fotossintético, a energia solar, o dióxido de carbono, a água e outros nutrientes, em compostos ricos em carbono, que serão, posteriormente, utilizados em energia, ocorrendo a libertação de CO₂. O consumo de biomassa para produção energética é contrabalançado pelo crescimento de novas plantas

ou do seu recrescimento. A bioenergia representa, atualmente, cerca de 11% do consumo da energia primária mundial [1].

A forma como transformamos a biomassa em energia depende dos processos tecnológicos e do tipo de biomassa utilizada. Nessa área, têm sido registados grandes progressos. Das tradicionais lareiras ou fornos para produção de carvão, evoluiu-se para sistemas mais complexos: produção de biocombustíveis de 1ª e 2ª geração; câmaras de gaseificação e carbonização; grandes centrais de produção de energia elétrica a partir da queima da biomassa, entre outros. No Quadro 1 procura-se explicar algumas das principais fontes enquadradas no setor da bioenergia, bem como, os processos e os tipos de produção de energia.

A Diretiva das Energias Renováveis [2] prevê o estabelecimento de Planos de Ação para as Energias Renováveis, em cada estado membro, com o objetivo de serem alcançadas metas até 2020: 20% na redução das emissões de gases de efeito de estufa (GEE) tendo por base o ano de 2005; 20% na melhoria da eficiência energética; 10% de utilização de biocombustíveis no setor dos transportes; e 20% de energia renovável no total do consumo de energia. Em Portugal, o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) prevê uma meta de 31% (ano base 2005) de incorporação de energia renovável no consumo de energia final.

Quadro 1.

Principais fontes, processos de conversão e formas de energia obtidas a partir da biomassa (Adaptado de EEA,2013.)

Fontes de matérias-primas	Processos de conversão	Formas de energia
<ul style="list-style-type: none"> - Culturas oleaginosas (colza, girassol, tec...) - Óleos usados e gordura animal - Culturas ricas em hidratos de carbono (beterraba, milho, cana-de-açúcar) - Resíduos florestais - Resíduos da indústria da fileira industrial; - Resíduos de culturas agrícolas (palhas, madeiras de poda); - Resíduos das indústrias agroalimentares e seus efluentes - Excrementos de origem animal provenientes de explorações pecuárias; 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparação + combustão - Transesterificação (FAME) - Hidrogenação (HVO) - Gaseificação - Pirólise - Digestão anaeróbica - Outros processos químicos/ biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Energia calorífica; - Energia elétrica; - Biocombustíveis: - Bioetanol; - Biodiesel; - Metanol; - Bio ETBE; - ...
Fração orgânica dos RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) <ul style="list-style-type: none"> - Esgotos urbanos (Lamas de Etar) - Culturas energéticas; - Algas - Microrganismos: microalgas e bactérias. 		

2. BIOENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Na Europa a bioenergia representará uma acentuada percentagem do crescimento previsto para as renováveis, até 2020. No entanto, embora esse crescimento possa ser entendido genericamente como potencialmente benéfico em termos ambientais, os benefícios dependerão da forma como ele ocorrerá em cada estado membro, especialmente quando se considera a

alteração do uso do solo. O incremento de culturas agrícolas destinadas à produção de biocombustíveis (biodiesel e/ou bioetanol) poderá implicar impactos negativos no ambiente, nomeadamente, ao nível da biodiversidade, dos ciclos da água, do carbono e dos nutrientes minerais. Segundo o relatório da Agência Europeia do Ambiente [3] é muito importante aplicar os princípios da utilização eficiente dos recursos, relativamente à produção da biomassa para bioenergia. Isso significa, de um modo simplista, produzir mais, utilizando menos recursos, evitando os impactos ambientais negativos. Este mesmo relatório conclui que a utilização dos resíduos de biomassa da atividade florestal e agrícola é muito favorável, numa perspetiva de eficiência, embora a utilização da biomassa florestal obtida a partir de material lenhoso nobre deva ser acautelada. A utilização deste último tipo de fonte é associada ao conceito do "Débito de Carbono" o que significa, em termos práticos, equacionar o período decorrente entre a utilização da biomassa e a sua recuperação pelo sistema. Esse período será necessariamente mais longo no caso das espécies florestais, exploradas para produção de material lenhoso. As culturas perenes de natureza herbácea, como é o caso do *Arundo donax L.*, bem adaptadas aos ecossistemas, que não concorrem diretamente com a utilização do solo para uso agrícola e que, pelas taxas de crescimento, constituem uma eficiente fonte produtora de biomassa, deverão vir a ser consideradas no desenvolvimento do setor bioenergético.

3. CARACTERIZAÇÃO DA CANA COMUM

A cana comum (*Arundo donax L.*) ou canaveira é uma planta vivaz de grande estatura (2-6m) de porte ereto, com longos caules cilíndricos e ocos, pertencente à família Poaceae. Pensa-se que tenha tido origem na Ásia mas também é considerada como uma espécie nativa dos países que rodeiam o mar Mediterrâneo [4]. A partir desta região, dispersou-se pela ação do homem para outras zonas do mundo, nomeadamente, as de clima subtropical e temperadas. Esta dispersão está muito associada aos múltiplos usos de que pode ser alvo: construção de instrumentos musicais, matéria-prima para o fabrico de fibras têxteis, papel, sebes divisórias, corta ventos, cestaria, sombreamento ou como planta ornamental [5]. Atualmente, está instalada em grandes países, tais como: Índia, China, EUA, Austrália, África do Sul, regiões adjacentes ao rio Nilo e na região do Mediterrâneo [6]. A sua elevada produtividade e capacidade de adaptação pode justificar a sua enorme dispersão por várias zonas do mundo. Em Portugal, ela encontra-se de norte a sul, com exceção das zonas de altitude [7]. É frequentemente utilizada em sebes (Figura 1), junto de caminhos rurais (Figura 2), linhas de caminho de ferro e nas margens de cursos de água.

De acordo com o Decreto-Lei nº565/99, de 21 de dezembro, esta espécie é listada como exótica mas não considerada invasora. Ela reproduz-se vegetativamente, através de fragmentos de rizomas, e apresenta um mecanismo fotossintético em C3. Usualmente, os rizomas encontram-se à superfície do solo (5-15cm) mas as suas raízes podem alcançar comprimentos superiores a 1m, em profundidade. As inflorescências surgem entre agosto a novembro. Nem todos os caules formam inflorescências terminais no mesmo ano. As inflorescências possuem espiguetas com flores; no entanto, a sua reprodução é feita vegetativamente uma vez que as sementes são estéreis. Por este facto, a probabilidade de encontrar novas variedades ou variabilidade genética é bastante baixa.

A cana apresenta uma enorme capacidade de se adaptar a diferentes condições ecológicas: embora prefira solos bem drenados e com



Figura 1
Utilização das canas (*Arundo donax L.*) na proteção de uma parcela agrícola junto ao litoral.

abundante humidade, poderá crescer igualmente em solos de diversos tipos: desde os de texturas pesadas, até aos de textura grosseira, ou mesmo com elevados teores de sais. Esta espécie pode suportar condições de secura, ao nível do solo e da atmosfera, durante longos períodos de tempo. Apesar da sua adaptação a temperaturas típicas das regiões temperadas quentes ou subtropicais, suporta, igualmente bem, as temperaturas baixas e os períodos de geada.

4. POTENCIALIDADE PARA APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

O interesse pelas culturas energéticas perenes iniciou-se na Europa a partir de meados da década de oitenta. De um conjunto de 20 espécies foram selecionadas 4 que provaram apresentar melhor adaptação e potencial produtivo: *Miscanthus spp.*; *Phalaris arundinacea*; *Arundo donax* e *Panicum virgatum* [8]. Vários autores têm provado o interesse



Figura 2
Aspeto geral do *Arundo donax L.* a margem de um caminho rural.

do *Arundo donax* L, como cultura energética em ambiente Mediterrânico pela sua elevada capacidade de produção de biomassa [8; 9; 10; 12; 14;15;16].

Na sua avaliação são usualmente utilizados os indicadores da eficiência energética, calculados com base no rácio entre os outputs e inputs energéticos, e o rendimento líquido de energia, calculado pela diferença entre os valores de energia dos outputs e dos inputs. Nos cálculos dos inputs são considerados os custos energéticos da construção e reparação dos equipamentos, a fertilização, a plantação e o consumo de combustível das várias operações para a instalação, manutenção e colheita da cultura. No balanço energético os custos da fertilização podem representar cerca de 64 e 78% do total dos inputs energéticos no 1º ano e nos anos seguintes, respetivamente [10].

O conhecimento do valor calorífico da biomassa da cana é imprescindível para o cálculo dos outputs energéticos e, desta forma, do seu balanço energético. O seu valor é de cerca 16MJ kg⁻¹ no ano de instalação (1º ano) e de 18 MJ kg⁻¹ a partir do 2º ano de instalação. Tem-se provado que estes valores são bastante conservadores, não sendo influenciados pela fertilização, densidade ou época de colheita, ou outros tipos de fatores [10]. O valor calorífico dos caules (17,3 a 18,8 MJ kg⁻¹) é ligeiramente superior aos das folhas (14,8 a 18,2 MJ kg⁻¹) constituindo, no entanto, os caules a principal fração da matéria seca da planta, em média 85% do total da planta [8].

Na instalação e condução da cultura, os aspetos mais relevantes são: o tipo de propágulo vegetativo a usar na plantação; a densidade de plantação; a fertilização; o regime hídrico; a época de colheita. Os melhores resultados são alcançados com pedaços de rizomas com pelo menos dois gomos bem desenvolvidos, instalados no início da primavera [8]. A densidade de plantação não deverá ser superior a 12,5 a 20 plantas por m² [8; 10]. A produção de matéria seca em regime de sequeiro é necessariamente mais baixa, da ordem dos 19tha⁻¹ [12]. A fertilização poderá influenciar a produção de biomassa nos primeiros anos, especialmente, no ano de instalação, mas a partir do 2º ano deixa de influenciar significativamente. A eficiência e o rendimento líquido do balanço energético são mais elevados na ausência de fertilização [10]. A colheita deverá ocorrer nos meses de inverno, uma vez que a concentração em matéria seca das plantas é superior; por outro

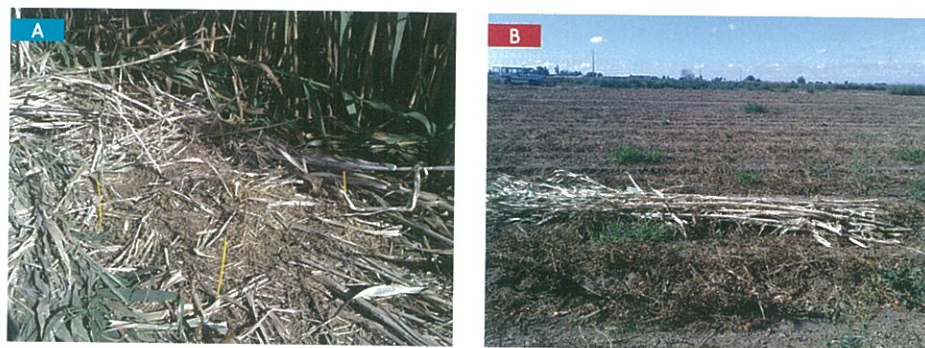


Figura 3. Avaliação do potencial da biomassa de *Arundo donax* L. numa parcela de tomate em Valada (Cartaxo). Pormenor da área amostrada (A) Material recolhido para avaliação da biomassa (B).

lado, no outono, as plantas ainda poderão apresentar acréscimos de matéria seca [8]. O teor de humidade do material colhido no inverno decresce cerca de 10%, em relação às colheitas de outono [10].

Uma importante vantagem do *A. donax* L. é o facto de ser uma cultura perene, a sua eficiência energética para um período de 6 anos poderá variar entre 26 e 100, de acordo com a técnica cultural, nomeadamente, com a fertilização. Estes valores são bem mais elevados do que as eficiências de 8,5, obtidos com culturas anuais para produção de grão [13].

A produção média de biomassa do *A. donax* L. nos países do sul da Europa poderá variar entre os 6 e os 63 tha⁻¹ MS. No ano de instalação a produção de biomassa é naturalmente mais baixa, começando a aumentar a partir daí; do mesmo modo, tratando-se de uma cultura perene, os inputs energéticos são mais elevados no ano de instalação. O rendimento energético líquido pode situar-se entre os 460 e os 600 GJha⁻¹ (Quadro 2). Recorde-se que 1t de petróleo corresponde a 45,36 GJ, por isso, será possível obter o equivalente a cerca de 10 a 13 t equivalentes de petróleo (tep) por ha.

Quadro 2.

Produção média de biomassa (MS t.ha⁻¹) e rendimento energético líquido (GJ.ha⁻¹) de acordo com vários autores e regiões da Europa.

Autores (ano)	País (Região)	Produção de biomassa (t.ha ⁻¹ MS)	Rendimento energético líquido (GJ.ha ⁻¹)
Faix et al. (1989) [9]	França	20 - 25	—
Angelini et al. (2005) [10]	Itália (Pisa)	26,3 ⁽¹⁾	462 ⁽¹⁾
Hidalgo; Fernandez (2000) [11]	Espanha (Madrid)	29,6 - 63,1	—
Christou, M. et al. (2001) [12]	Grécia	20,0 - 39,0	—
Consentino et al. (2006) [14]	Itália	10,6 ⁽²⁾ - 22,1 ⁽³⁾	—
Angelini et al. (2009) [15]	Itália	37,7	637
Mantineo, M. et al. (2009) [16]	Itália (Sicília)	6,1 ⁽²⁾ - 38,8 ⁽³⁾	487,2 ⁽³⁾ - 611,5 ⁽⁴⁾

(1) Médias de 2 a 6 anos. (2) 1º ano; (3) 2º ano; (4) 4º ano

5. PERSPETIVAS DE DESENVOLVIMENTO EM PORTUGAL

Em Portugal, na região do Cartaxo e num solo de aluvião, avaliou-se a biomassa de um povoamento localizado na margem de uma parcela destinada ao cultivo de tomate de indústria (Figura 3). Foram colhidas 4 amostras de 1m², das quais se retiraram subamostras para secagem em estufa, a 75°C, durante 72 horas. Os valores médios obtidos, extrapolados para um ha, foram de 60,4 tha⁻¹ de matéria seca.

Embora o principal consumo de biomassa em Portugal seja de natureza florestal, realizada em grandes centrais de cogeração de empresas produtoras de pasta de papel, estão a surgir novos mercados, a um nível mais regional, com capacidade de utilizarem biomassa em processos de utilização mais descentralizada: aquecimento doméstico a partir de "pellets"; produção de energia e carvão, por via de processos de gaseificação e pirólise; utilização em centrais de compostagem para diluição e reciclagem de outros tipos de resíduos orgânicos (lamas de ETAR, resíduos de indústrias alimentares, entre outros). As perspetivas da política europeia ao nível das bioenergias apontam no sentido de uma preferência cada vez maior da produção de biocombustíveis de 2º geração.

Torna-se necessário, deste modo, desenvolver estudos técnico-económicos no nosso país, a uma escala regional, visando o interesse do aproveitamento de culturas herbáceas perenes, como é o caso do *Arundo donax* L., de forma a complementar o "mix" das diversas matérias que podem ser incluídas no âmbito da bioenergia. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- www.dgeg.pt, consultado em 8/02/2014.
- Diretiva Renováveis (2009/28/CE).
- European Environment Agency (2013). *EU bioenergy potential from a resource-efficiency perspective*. 60p.
- Boose AB, Holt JS. (1999). *Environmental effects on asexual reproduction in Arundo donax*. *Weed Research*; 39, p:117-27.
- Perdue RE. (1958) *Arundo donax—Source of musical reeds and industrial cellulose*. *Economic Botany*; 12, p:368-404.
- Rossa B., Tuers A.V., Naidoo G, von Willert D.J. (1998). *Arundo donax L. (Poaceae)— a C3 species with unusually high photosynthetic capacity*. *Botanica Acta*; 111, p:216-221.
- Franco, J.A., Rocha Afonso, M.L., (1998). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. III Fascículo II: Gramineae. Escolar Editora. Lisboa. p.198.
- Lewandowski, I., Scurlock, M.O., Lindvall, E. Christou, M., (2003). *The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe*. *Biomass & Bioenergy*. 25, p:335-361.
- Faix, O., Meier, D., Beinhof, O., (1989). *Analysis of lignocellulose and lignins from Arundo donax L. and Miscanthus sinensis*. *Andress, and hydrolysefaction of Miscanthus*. *Biomass* 18, p:109-126.
- Angelini, L.G., Ceccarini, L., Bonari, E. (2005). *Biomass yield and energy balance of giant reed (Arundo donax L.) cropped in central Italy as related to different management practices*. *European Journal of Agronomy*. 22, p:375-389.
- Hidalgo M, Fernandez J. (2000). *Biomass production of ten populations of giant reed (Arundo donax L.) under the environmental conditions of Madrid (Spain)*. In: Kyritsis S, Beenackers AACM, Helm P, Grassi A, Chiaramonti D, editors. *Biomass for Energy and Industry: Proceeding of the First World Conference*, Sevilla, Spain, 5-9 June 2000. London: James & James (Science Publishers) Ltd., 2001, p: 1881-1884.
- Christou M, Mardikis M, Alexopoulou E. (2001). *Research on the effect of irrigation and nitrogen upon growth and yields of Arundo donax L. in Greece*. *Aspects of Applied Biology*, vol. 65, Biomass and energy crops, p:47-55.
- Lewandowski, I., Kicherer, A., Vonier, P. (1995). *CO2-balance for the cultivation and combustion of Miscanthus*. *Biomass Bioenergy* 8, p:81-90.
- Consentino, L.S., Copani, V., D'Agosta, Sanzone, E., Mantineo, M. (2006). *First results on evaluation of Arundo donax L. clones collected in Southern Italy*. *Industrial Crops and Products* 23, p:212-222.
- Angelini, L.G., Ceccarini, L., Nassi, Di Nasso, N., Bonari, E. (2009). *Comparison of Arundo donax L. and Miscanthus x giganteus in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance*. *Biomass Bioenergy* 33, p:635-643.
- Mantineo, M., D'Agosta, Copani, V., Patané, C., Consentino, S.L. (2009). *Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi-arid Mediterranean environment*. *Field Crops Research*. 114, p:204-213.