



Luis Ortiz Torres - UNIVERSIDADE DE VIGO

Caracterização da biomassa florestal de interesse energético existente no sul da Galiza e norte de Portugal

ATIVIDADE 3 - Logística do aproveitamento da biomassa para fins energéticos (RESUMO)

Dezembro, 2013



area alto minho
agência regional de energia e ambiente



ICNF
Instituto da Conservação
da Natureza e das Florestas



AFG
Asociación Forestal de Galicia



União Europeia
Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional
Investamos no seu futuro





promoção do uso sustentável de biomassa florestal para fins energéticos no norte de Portugal e sul da Galiza

Índice

1. INTRODUÇÃO	3
2. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ANALISADAS	4
2.1. Espécies florestais relevantes	4
2.2. Espécies florestais secundárias	5
2.3. Espécies arbustivas.....	9
3. ANÁLISE DA BIOMASSA DE PINUS PINASTER	11
4. CONCLUSÕES.....	12



area alto minho
agência regional de energia e ambiente



ICNF
Instituto da Conservação
da Natureza e das Florestas



AFG
Asociación Forestal de Galicia



União Europeia
Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional
Investamos no seu futuro



1. INTRODUÇÃO

No âmbito do projeto de cooperação Silvaplus, elaborou-se este estudo sobre as características físico-químicas das principais espécies florestais da euro-região com a finalidade de avaliar o seu interesse como biomassa florestal para a produção de calor.

A biomassa caracterizou-se de acordo com as normas NE-CEN para a análise da biomassa: UNE-CEN/TS714775 para o conteúdo de cinzas, a UNE 164001 para o poder calorífico e as análises elementares segundo a norma UNE-EN 15104.

Para uma melhor leitura, as espécies estudadas agruparam-se em função da sua abundância e representatividade na zona de estudo. Dentro desta classificação estabeleceram-se os seguintes níveis: espécies florestais relevantes, espécies florestais secundárias e espécies arbustivas. De cada uma das espécies elaborou-se uma ficha descritiva.

Por outro lado, realizou-se uma classificação qualitativa entre as diferentes espécies e frações de biomassa estudadas que indica a sua qualidade para a combustão em caldeira. Os critérios seguidos são descritos na seguinte tabela.

Crítérios de qualidade relativa da biomassa florestal primária

Excelente	PClo > 21.000 Kj/Kg	Boa	PClo > 19.000 Kj/Kg
	% Cinzas < 1		% Cinzas < 1,5
Muito Boa	PClo > 20.000 Kj/Kg	Regular	PClo > 18.000 Kj/Kg
	% Cinzas < 1,5		% Cinzas < 2

PClo: Poder calorífico inferior a 0% de humidade.

No presente resumo indicam-se algumas características das espécies estudadas, apresenta-se uma ficha exemplo e inclui-se as conclusões do estudo.

2. CARACTERÍSTICAS DAS ESPECIES ANALISADAS

2.1. Espécies florestais relevantes

EUCALYPTUS GLOBULUS

Nome científico:	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill
Nome comum:	Eucalipto
Altura:	Até 60m
Regeneração:	Rebentação de toiça e plantação
Uso habitual da madeira:	Celulose, serração
Outros usos:	Óleos, lenhas, móveis
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom

PINUS RADIATA

Nome científico:	<i>Pinus radiata</i>
Nome comum:	Pinheiro insigne
Altura:	Até 30m
Regeneração:	Plantação ou sementeira
Uso habitual da madeira:	Serração, celulose
Outros usos:	Construção, lenhas
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, nos ramos e casca, problemas pelo seu elevado conteúdo em cinzas

PINUS PINASTER

Nome científico:	<i>Pinus pinaster</i> Ait
Nome comum:	Pinheiro-bravo
Altura:	Até 20m
Regeneração:	Semente e plantação
Uso habitual da madeira:	Serração, resina
Outros usos:	Postes, lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom para o lenho e relativamente bom para ramos e casca pelo elevado teor em cinzas.

QUERCUS ROBUR

Nome científico:	<i>Quercus robur L.</i>
Nome comum:	Carvalho-roble, Carvalho-alvarinho
Altura:	Até 40m
Regeneração:	Rebentação de toiça e plantação
Uso habitual da madeira:	Serração, resina
Outros usos:	Carvão vegetal, lenha, paisagem
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom para o lenho e bom para os ramos pelo elevado teor em cinzas.

2.2. Espécies florestais secundárias

ACACIA SPP

Nome científico:	<i>Acacia dealbata, Acacia melanoxylon</i>
Nome comum:	Mimosa
Altura:	Até 12m
Regeneração:	Rebentação do cepo e da raiz
Uso habitual da madeira:	*
Outros usos:	*
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom

*espécie considerada invasora em Portugal de acordo com o D.L. 565/99.

ACER PSEUDOPLATANUS

Nome científico:	<i>Acer pseudoplatanus L.</i>
Nome comum:	Bordo, plátano-bastardo
Altura:	Até 15m
Regeneração:	Rebentação do cepo e plantação
Uso habitual da madeira:	Carpintaria
Outros usos:	Marcenaria
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Regular devido ao excesso conteúdo de cinzas

ALNUS GLUTINOSA

Nome científico:	<i>Alnus glutinosa L.</i>
Nome comum:	Amieiro
Altura:	Até 20m
Regeneração:	Rebentação do cepo e plantação
Uso habitual da madeira:	Carpintaria, tornearia
Outros usos:	Taninos da casca
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom

BETULA PENDULA

Nome científico:	<i>Betula pendula Rothm.</i>
Nome comum:	Bidoeiro
Altura:	Até 30m
Regeneração:	Rebentação do cepo e plantação
Uso habitual da madeira:	Construção, carpintaria, marcenaria
Outros usos:	Celulose, carvão e lenhas
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom pelo baixo teor em cinzas e elevado PC

CASTANEA SATIVA

Nome científico:	<i>Castanea sativa Mill.</i>
Nome comum:	Castanheiro
Altura:	Até 35m
Regeneração:	Rebentação do cepo e plantação
Uso habitual da madeira:	Construção, carpintaria, marcenaria
Outros usos:	Fruto, ornamental
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, apesar do baixo PC e teor em cinzas elevado

EUCALYPTUS GRANDIS

Nome científico:	<i>Eucalyptus grandis</i>
Nome comum:	Eucalipto grande
Altura:	Até 50m
Regeneração:	Rebentação do cepo e plantação
Uso habitual da madeira:	Celulose
Outros usos:	Carpintaria, carvão vegetal
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, com teor em cinzas e PC de tipo médio

EUCALYPTUS NITENS

Nome científico:	<i>Eucalyptus nitens</i>
Nome comum:	Eucalipto brilhante
Altura:	Até 60m
Regeneração:	Rebentação do cepo e plantação
Uso habitual da madeira:	Celulose
Outros usos:	Cultivos energéticos de curta rotação
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, com problemas na casca pelo elevado teor em cinzas e baixo PC

EUCALYPTUS OBLIQUA

Nome científico:	<i>Eucalyptus obliqua</i>
Nome comum:	Eucalipto oblíquo
Altura:	Até 90m
Regeneração:	Rebentação do cepo e plantação
Uso habitual da madeira:	Celulose, construção
Outros usos:	Mobiliário
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom, pelo elevado PC e baixo teor em cinzas

EUCALYPTUS VIMINALIS

Nome científico:	<i>Eucalyptus viminalis</i>
Nome comum:	-
Altura:	Até 50m
Regeneração:	Rebentação do cepo
Uso habitual da madeira:	Celulose
Outros usos:	Lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, com teor médio em cinzas e PC

FRAXINUS ANGUSTIFOLIA

Nome científico:	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.
Nome comum:	Freixo
Altura:	Até 15m
Regeneração:	-
Uso habitual da madeira:	Carpintaria, marcenaria
Outros usos:	Lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, com PC e cinzas do tipo intermédio

FAGUS SYLVATICA

Nome científico:	<i>Fagus sylvatica</i> L.
Nome comum:	Faia
Altura:	Até 40m
Regeneração:	Rebentação dos cepos, semente e plantação
Uso habitual da madeira:	Mobiliário, carpintaria
Outros usos:	Lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom

PINUS SYLVESTRIS

Nome científico:	<i>Pinus sylvestris</i> L.
Nome comum:	Pinheiro-silvestre
Altura:	De 20 a 30m
Regeneração:	Rebentação dos cepos, semente e plantação
Uso habitual da madeira:	Serração, mobiliário
Outros usos:	Construção, lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom, pelo elevado PC

POPULUS

Nome científico:	<i>Populus spp.</i>
Nome comum:	Choupo
Altura:	Até 30m
Regeneração:	Rebentação dos cepos e plantação
Uso habitual da madeira:	Carpintaria, ornamental
Outros usos:	Celulose, lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, com valores médios de cinzas e PC

PRUNUS AVIUM

Nome científico:	<i>Prunus avium</i> L.
Nome comum:	Cerejeira
Altura:	Até 25m
Regeneração:	Rebentação da raiz e plantação
Uso habitual da madeira:	Marcenaria, tanoaria
Outros usos:	Lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom

SALIX ATROCINEREA

Nome científico:	<i>Salix atrocinerea</i> Brot.
Nome comum:	Salgueiro-preto
Altura:	Até 9m
Regeneração:	Rebentação do cepo e da raiz, plantação
Uso habitual da madeira:	Cestaria, mobiliário
Outros usos:	Ambientais, paisagísticos
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom, pelos conteúdos em cinza e PC de tipo intermédio

2.3. Espécies arbustivas

ARBUTUS UNEDO

Nome científico:	<i>Arbutus unedo</i> L.
Nome comum:	Medronheiro
Altura:	Até 5m
Uso habitual da madeira:	Tornearia, marcenaria
Outros usos:	Lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom, pelo elevado PC

CYTISUS STRIATUS

Nome científico:	<i>Cytisus striatus</i> Hill.
Nome comum:	Giesta-das-serras
Altura:	Até 3m
Uso habitual da madeira:	Lenha
Outros usos:	-
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Bom

ERICA ARBOREA

Nome científico:	<i>Erica arborea</i> L.
Nome comum:	Urze-branca
Altura:	Até 4m como arbusto e até 20m como árvore
Uso habitual da madeira:	Tornearia
Outros usos:	Carvão vegetal
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom pelo elevadíssimo PC e cinzas do tipo intermédio

HAKEA SERICEA

Nome científico:	<i>Hakea sericea</i>
Nome comum:	Háquea-espinhosa
Altura:	Até 7m
Uso habitual da madeira:	*
Outros usos:	*
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom pelo elevadíssimo PC e cinzas do tipo intermédio

*espécie considerada invasora em Portugal de acordo com o D.L. 565/99.

PTEROSPARTUM TRIDENTATUM

Nome científico:	<i>Pterospartum tridentatum</i>
Nome comum:	Carqueija
Altura:	Até 4m
Uso habitual da madeira:	Lenha
Outros usos:	Medicinal
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom pelo elevadíssimo PC

ULEX EUROPAEUS

Nome científico:	<i>Ulex europaeus</i> L.
Nome comum:	Tojo
Altura:	Até 5m
Uso habitual da madeira:	Lenha
Outros usos:	Cama para o gado
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom pelo elevadíssimo PC

3. ANÁLISE DA BIOMASSA DE PINUS PINASTER

Referência à espécie:

Nome científico:	<i>Pinus pinaster Ait</i>
Nome comum:	Pinheiro-bravo
Altura:	Até 20m
Regeneração:	Semente e plantação
Uso habitual da madeira:	Serração, resina
Outros usos:	Postes, lenha
Grau de adequação para a sua utilização energética:	Muito bom para o lenho e relativamente bom para os ramos e casca pelo elevado teor em cinzas.

FRAÇÃO	Valor	Análise imediata (% base seca)			PCS (Kj/Kg)	Análise elementar (% base seca)			
		C fixo	Volátil	Cinzas		C	H	N	S
Madeira do tronco	Média	14,70	85,00	0,20	20.443	49,70	6,30	0,14	0,020
	Máximo	15,30	85,60	0,30	21.006	50,30	6,60	0,21	0,020
	Mínimo	14,20	84,40	0,20	19.670	49,20	6,10	0,07	0,010
	Desvio padrão	0,50	0,50	0,10	567	0,80	0,30	0,10	0,010
Casca	Média	28,40	69,70	1,90	20.718	53,50	5,70	0,42	0,040
	Máximo	30,80	72,40	2,30	20.898	54,80	6,00	0,50	0,050
	Mínimo	25,60	67,90	1,40	20.380	52,20	5,40	0,34	0,020
	Desvio padrão	2,60	2,40	0,50	293	1,80	0,50	0,12	0,020
Restos (ramos e folhas)	Média	21,90	76,40	1,60	20.750	52,70	6,30	0,50	0,040
	Máximo	32,00	86,10	5,30	22.857	58,70	7,30	3,02	0,330
	Mínimo	13,70	63,70	0,20	19.100	47,00	5,20	0,00	0,000
	Desvio padrão	4,50	5,40	1,30	589	1,80	0,50	0,45	0,050

PCS – Poder Calorífico Superior; C – Carbono; H – Hidrogénio; N – Azoto; S – Enxofre.

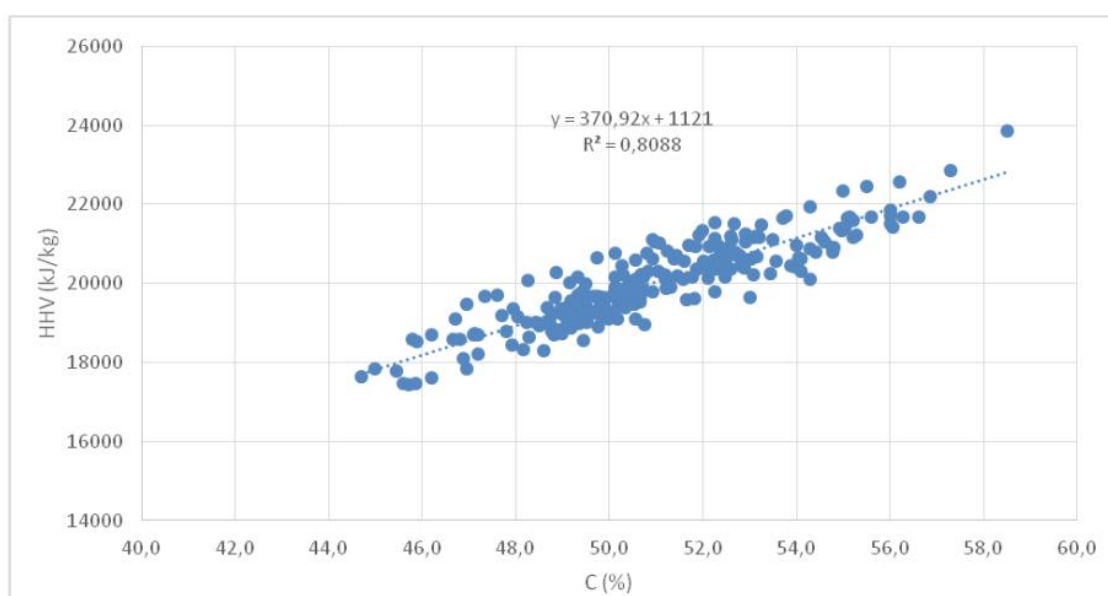
4. CONCLUSÕES

As espécies folhosas, a apresentar valores mais baixos de C, com uma variação de 45-50%, apresentam poderes caloríficos entre 18-19 MJ/kg, em comparação aos 20-21MJ/Kg observados nas espécies de resinosas, com conteúdos de C mais elevados.

As espécies de matos apresentaram os valores de carbono e poder calorífico mais elevados.

Os valores de nitrogénio e enxofre observados foram baixos em todas as espécies, sugerindo um baixo risco de emissões na combustão da biomassa lenhosa.

Observou-se para todas as espécies estudadas uma relação linear entre a percentagem de carbono e o poder calorífico (HHV). De seguida apresenta-se graficamente a relação entre estas duas variáveis.



Esta relação entre o poder calorífico e o conteúdo de carbono (%C) explica-se com o seguinte modelo linear:

$$\text{Poder calorífico (KJ/kg)} = 370,92C + 1.121; R^2=0,8088$$

As espécies de folhosas mostraram valores mais baixos de Carbono e de Poderes Caloríficos que as espécies de resinosas.

A utilidade prática desta modelação consiste em poder realizar uma determinação rápida do PC, partindo de dados de análises elementares básico.

No entanto, ainda que o poder calorífico em peso seja maior nas coníferas devido à presença de ácidos da resina, a nível volumétrico, a densidade energética da biomassa proveniente de folhosas é



maior do que a das coníferas, devido à maior densidade das primeiras, que é bem mais significativa e relevante quantitativamente do que as diferenças registadas no poder calorífico.

Por exemplo, enquanto a madeira de *Pinus* spp. costuma superar os 20.000KJ/Kg de poder calorífico, as de *Eucalyptus* spp. costumam rondar os 18.000 a 19.000KJ/Kg. No entanto, sendo a densidade das madeiras de pinheiro em base seca de 500kg/m³ e as de eucaliptos de 700 a 880kg/m³, o poder calorífico por unidade de volume é sensivelmente superior no caso das folhosas duras.

Os restos que contêm determinadas proporções de folhas, agulhas, casca, etc., apresentam maiores concentrações de cinzas, o que complica o seu uso na combustão.

Os valores de nitrogénio e enxofre observados foram baixos em todas as espécies, sugerindo um baixo risco de emissões na combustão da biomassa lenhosa.

